

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

RECURSOS POLÍNICOS UTILIZADOS POR LA ABEJA NATIVA SHURUYA
(*SCAPTOTRIGONA PECTORALIS*) (APIDAE: MELIPONINI) EN UN
MELIPONARIO DE LA PARTE BAJA DE LOS CIPRESALES EN PACHALUM,
QUICHÉ, DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LLUVIOSA.



GUATEMALA, AGOSTO DEL 2007.

INDICE

1	RESUMEN.....	.01
2	INTRODUCCIÓN.....	.03
3	ANTECEDENTES.....	.05
	3.1 Generalidades de las abejas sin aguijón	
	3.1.1 Distribución geográfica	
	3.1.2 Estructuras especializadas para la recolección de alimento	
	3.1.2.1 Aparato bucal	
	3.1.2.2 Patas delanteras y traseras	
	3.1.3 Estructuras de la colmena para almacenaje de alimento	
	3.1.4 Actividad de colecta de polen en la colmena	
	3.1.5 Importancia de las fuentes alimenticias para las abejas	
	3.1.6 Importancia ecológica de la polinización en las comunidades vegetales	
	3.2 El Polen	
	3.2.1 Palinología	
	3.3 Generalidades de la especie <i>Scaptotrigona pectoralis</i>	
4	JUSTIFICACIÓN.....	.17
5	OBJETIVOS.....	.19
	5.1 General	
	5.2 Específicos	

6	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
6.1	Universo	
6.1.1	<i>Población</i>	
6.1.2	<i>Muestra</i>	
6.2	Materiales	
6.2.1	<i>Material biológico</i>	
6.2.2	<i>Equipo e instrumentos</i>	
6.2.3	<i>Cristalería</i>	
6.2.4	<i>Reactivos</i>	
6.3	Diseño experimental	
6.4	Métodos	
6.4.1	<i>Ubicación del meliponario y de las colmenas</i>	
6.4.2	<i>Colecta de polen de Scaptotrigona pectoralis</i>	
6.4.3	<i>Elaboración de láminas fijas</i>	
6.4.4	<i>Comparación de granos de polen</i>	
6.4.4.1	<i>Comparación de láminas de cargas polínicas con un atlas de polen</i>	
6.4.4.2	<i>Comparación de láminas de las cargas polínicas</i>	
6.4.5	<i>Conteo de granos de polen en láminas fijas</i>	
6.5	Análisis de datos	
7	RESULTADOS.....	29
7.1	Plantas visitadas por <i>Scaptotrigona pectoralis</i> durante los meses de agosto a marzo (época seca y lluviosa)	
7.2	Principales recursos florales utilizados por <i>Scaptotrigona pectoralis</i>	
7.3	Variación de plantas según la época del año	
7.3.1	<i>Época lluviosa (agosto-octubre)</i>	
7.3.2	<i>Época seca (noviembre-marzo)</i>	

7.4	Diversidad polínica colectada por <i>Scaptotrigona pectoralis</i> según la hora del día (mañana y tarde)	
7.4.1	<i>Diversidad de especies de plantas</i>	
7.4.2	<i>Uniformidad de pecoreo (forrajeo) de Scaptotrigona pectoralis</i>	
8	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	39
8.1	Recursos florales utilizados por <i>Scaptotrigona pectoralis</i>	
8.2	Variación de plantas según época del año	
8.2.1	<i>Época lluviosa</i>	
8.2.2	<i>Época seca</i>	
8.3	Diversidad y riqueza de especies de plantas utilizadas por <i>Scaptotrigona pectoralis</i>	
9	CONCLUSIONES.....	48
10	RECOMENDACIONES.....	50
11	REFERENCIAS.....	51
12	ANEXOS.....	58
12.1	Anexo I. <i>Método de acetólisis para cargas de polen (Sánchez 2001)</i>	
12.2	Anexo II. <i>Estandarización de la técnica de acetólisis (Modificación a la técnica de Sánchez 2001)</i>	
12.3	Anexo III. <i>Fotos del polen colectado por Scaptotrigona pectoralis durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006 en la parte baja de Los Cipresales Pachalum, Quiché.</i>	

1. RESUMEN

Scaptotrigona pectoralis es una especie de abeja sin aguijón que se conoce comúnmente con los nombres de “mahua canche”, “congo” (Enríquez & Yurrita 2005), y “shuruya” (comunicación personal con pobladores de Pachalum, Quiché), y se ha reportado para el área centro y sur del país (Marroquín 2000). Esta especie ha sido poco utilizada en la crianza de abejas sin aguijón (meliponicultura) en las áreas rurales del país, donde mayormente se han utilizado a las especies *Melipona beecheii* (colmena grande, criolla) y *Trigona (Tetragonisca) angustula* (doncellita, chumelita). Las colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* poseen mayor número de individuos por colmena y son más adaptables al medio en comparación con *Melipona beecheii*, además poseen la capacidad de producción de miel de buen sabor, por lo que se ha propuesto su implementación en la meliponicultura (Enríquez & Yurrita 2005, González & Medina 1999).

En Guatemala existe poca información acerca de la biología y comportamiento de las abejas sin aguijón, por lo que la información generada en México, El Salvador y Costa Rica sobre las especies *Melipona beecheii* y *Trigona (Tetragonisca) angustula* ha sido aplicada para las abejas sin aguijón en nuestro país. Sin embargo se conoce que la vegetación cambia según la región, lo que resalta la importancia de realizar investigaciones sobre abejas sin aguijón en el país.

El objetivo de esta investigación fue identificar los principales recursos florales utilizados por la abeja nativa sin aguijón “shuruya” (*Scaptotrigona pectoralis*) en un meliponario de la parte baja de la aldea Los Cipresales en Pachalum Quiché. Los muestreos se realizaron durante los meses de agosto (2005) a marzo (2006), colectando las cargas de polen de diferentes horarios del día en tres colmenas. Las

muestras de polen fueron tratadas con el método de acetólisis para posteriormente realizar un análisis polínico de las muestras mediante la observación de los granos de polen al microscopio.

Según resultados obtenidos en esta investigación, las principales fuentes de polen para *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto a marzo son *Heliocarpus sp.1*, *Calea sp.1*, *Vernonia sp.1*, *Mimosa pudica* y *Psidium guajava*. El valor calculado para el índice de uniformidad de pecoreo de la época lluviosa ($J=0.836$) y seca ($J=0.8$) indica que las colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* colectan polen de una manera bastante homogénea en ambas épocas del año, sin mostrar una marcada preferencia hacia algún recurso, lo que demuestra un comportamiento generalista de esta especie.

Cabe resaltar que esta es la primera investigación para Guatemala sobre los recursos florales que visitan las abejas sin aguijón, específicamente la especie *Scaptotrigona pectoralis*, por lo que es necesario realizar mayor investigación sobre este tema, con las demás especies de abejas sin aguijón en varias regiones de nuestro país.

2. INTRODUCCIÓN

Las abejas son insectos que pertenecen a la Superfamilia Apoidea, y como polinizadoras son importantes no sólo desde el punto de vista económico al favorecer una alta producción de frutos y semillas viables de buena calidad en cultivos, sino también desde el punto de vista ecológico al favorecer la reproducción sexual de la flora silvestre. De este proceso se benefician, tanto las plantas con flor (angiospermas) por ser polinizadas, como las abejas, porque obtienen recursos vitales para su sobrevivencia. Esto implica una relación estrecha de mutualismo entre plantas y abejas. Dentro del grupo de abejas se encuentran las abejas sin aguijón que pertenecen a la familia Apidae, Subfamilia Meliponinae, siendo algunas especies consideradas unas excelentes polinizadoras debido al éxito de polinización al momento de coleccionar su alimento en las flores, por lo que en países de las regiones tropicales y subtropicales del mundo se están utilizando en la polinización de cultivos de importancia económica (Aguilar 1999, Enríquez *et al.* 2006).

En Guatemala las abejas sin aguijón son conocidas en el área rural debido a las propiedades medicinales que le son atribuidas a los productos que se obtienen de las colmenas, siendo la miel uno de los más conocidos. En nuestro país las especies más utilizadas con fines de extracción y venta de miel son *Melipona beecheii* y *Trigona (Tetragonisca) angustula* (Enríquez *et al.* 2005), aunque existen otras especies de abejas sin aguijón que producen una considerable cantidad de miel de buen sabor (Enríquez & Yurrita 2005). Por otra parte, en México, González & Medina (1999) proponen las especies del género *Scaptotrigona* como potencialmente aptas para ser utilizadas comercialmente en la producción de miel. De este género se reportan dos especies para Guatemala: *Scaptotrigona mexicana* y *Scaptotrigona*

pectoralis (Marroquín 2000) las cuales son conocidas por los meliponicultores de nuestro país pero no son utilizadas con fines de extracción de miel (Enríquez & Yurrita 2005). Enríquez & Yurrita (2005) las proponen para ser utilizadas comercialmente en Guatemala debido al mayor número de individuos por colmena y porque son más adaptables al medio en comparación con *Melipona beecheii*. De la biología de estas especies de abejas se posee muy poca información. Una forma de contribuir a esta falta de información es investigar sobre los recursos florales que estas abejas visitan para poderles dar un manejo adecuado a las colmenas y a la vegetación.

El principal objetivo de esta investigación fue identificar los principales recursos florales utilizados por la abeja nativa sin aguijón “shuruya” (*Scaptotrigona pectoralis*) en un meliponario de la parte baja de la aldea Los Cipresales en Pachalum Quiché durante los meses de agosto a marzo mediante el análisis de las cargas de polen. El análisis polínico es un método indirecto que permite identificar las plantas utilizadas por las abejas como fuente de polen y néctar, por lo que la utilización de este método durante el desarrollo de este trabajo permitió generar información confiable y útil sobre las plantas a partir de las cuales las abejas de *Scaptotrigona pectoralis* obtienen el polen empleado en la alimentación de la colmena.

El desarrollo de investigaciones descriptivas y observacionales como ésta, permite generar conocimiento que puede ser utilizado a la hora de desarrollar planes de manejo adecuado de las colmenas de abejas sin aguijón, que entre otras cosas podrían ser utilizadas en la polinización de plantas de importancia económica para el país.

3. ANTECEDENTES

Las abejas se clasifican dentro del Orden Hymenoptera, Superfamilia Apoidea, y se conocen alrededor de 20,000 especies distribuidas en todo el mundo, agrupadas en 7 familias taxonómicas: *Mellitidae*, *Colletidae*, *Andrenidae*, *Halictidae*, *Megachilidae*, *Apidae* y *Stenotritidae* (Michener 2000). Existen abejas con aguijón y abejas sin aguijón que aunque difieren en algunos aspectos morfológicos comparten el hábito de coleccionar polen y néctar de las flores para alimentarse ellas mismas y para alimentar a sus crías (Velthius 1997).

3.1 Generalidades de las abejas sin aguijón

Las abejas sin aguijón se incluyen en la tribu Meliponini subfamilia Apinae, que pertenece a la familia Apidae (Michener 2000), siendo esta familia de abejas una de las más numerosas en nuestro país (Marroquín 2000).

En las áreas rurales de Guatemala algunas especies de abejas sin aguijón son criadas en cajones, trozos de bambú y otros materiales huecos. Las abejas de este tipo más utilizadas para la crianza son *Melipona beecheii*, y *Trigona (Tetragonisca) angustula*, siendo la especie *Melipona beecheii* el más apreciado, por su alta producción de miel en comparación con las otras especies (Enríquez *et al.* 2005). El género *Scaptotrigona* que cuenta con aproximadamente 24 especies (González & Medina 1999) esta representado en México por las especies *Scaptotrigona mexicana*, *Scaptotrigona pectoralis* y *Scaptotrigona hellwegeri* (Ayala 1999) mientras que en Guatemala está representado por *Scaptotrigona mexicana* y *Scaptotrigona pectoralis* (Marroquín 2000). Éstas especies representan un recurso potencial para incorporarlo en la producción de miel (Enríquez & Yurrita 2005).

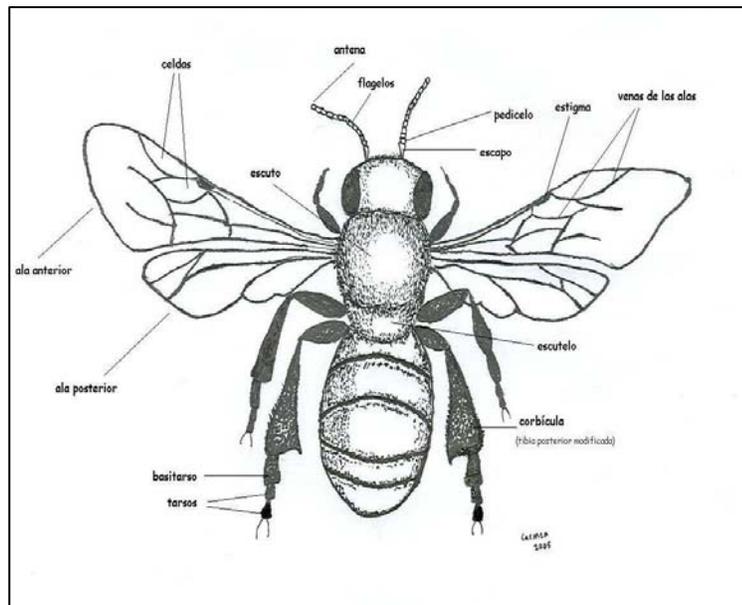
Así mismo, los meliponinos (abejas sin aguijón) forman parte importante en los procesos ecológicos de los bosques de las áreas tropicales, donde se ha estimado que aseguran la polinización del 40-90% de las especies vegetales (Guzmán *et al.* 2003).

3.1.1 Distribución geográfica

Aproximadamente existen unas 400 especies de abejas sin aguijón habitando exclusivamente en los trópicos del mundo. En América tropical se calcula la existencia de 300 especies de abejas sin aguijón, 50 en África, 60 en Asia y 10 especies en Australia (Biesmeijer 1997).

3.1.2 Estructuras especializadas para la recolección del alimento

Las abejas colectan polen, néctar y resina, para lo cual se han adaptado morfológicamente a través del tiempo. La morfología general de las abejas sin aguijón se muestra en la Figura No.1.



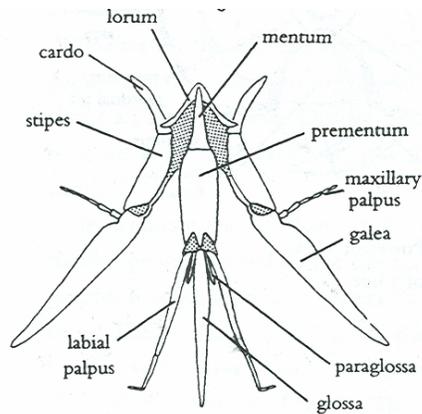
C.Yurrita 2005

Figura No. 1
Morfología externa de las abejas sin aguijón

En abejas sin aguijón las partes del cuerpo más utilizadas en la recolección de alimentos son:

3.1.2.1 *Aparato bucal*

Se conoce con el nombre de proboscis al conjunto de estructuras ubicadas en la parte anterior de la cabeza de la abeja (ver Figura No.2), y su función es recolectar el néctar de las flores y el agua utilizando para ello la glossa (lengua). El néctar recolectado es ingerido y almacenado en un estómago especial para la miel, que se encuentra antes del estómago normal de la abeja. Cuando la abeja retorna a la colmena, el néctar es regurgitado en los potes o a otras abejas (Biesmeijer 1997).



Michener 1994

Figura No. 2
Aparato bucal de las abejas

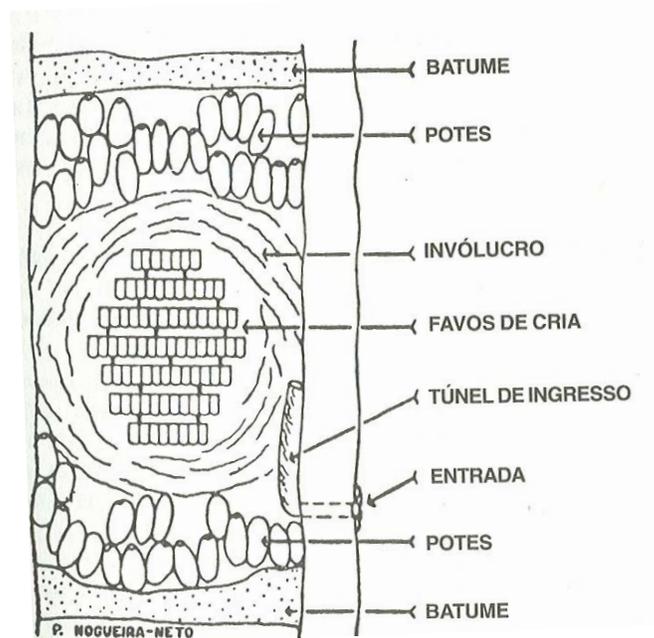
3.1.2.2 *Patras delanteras y traseras*

El polen normalmente es colectado con las patas delanteras y transportado con las medias hasta las patas posteriores, donde se encuentran las corbículas que corresponden a un ensanchamiento del basitarso en forma de "cuchara", que son utilizadas para transportar el polen. Los granos de polen tienen una carga electrostática, por lo que se adhieren a los pelos

plumosos del cuerpo de la abeja, donde las patas están densamente pobladas de ellos (Biesmeijer 1997).

3.1.3 Estructuras de la colmena para almacenaje de alimento

Una colmena esta conformada por los siguientes componentes: batumen, entrada, cámara de cría, el involucro, el basurero y los potes contenedores de alimento (Nogueira-Neto 1997). Estos últimos son grandes estructuras esféricas y ovaladas que se encuentran separados de la cámara de cría por medio del involucro (ver Figura No.3) y que son utilizados para almacenar néctar y polen (almacenados en potes diferentes) y sirven como reserva de alimento para la estación lluviosa en que las flores son escasas (Biesmeijer 1997).



Nogueira-Neto 1997

Figura No. 3
Esquema del nido de abejas sin aguijón

3.1.4 Actividad de colecta de polen en la colmena

La actividad de recolección de polen y néctar en abejas sin aguijón, no es uniforme durante el día. En algunas especies la colecta de polen se realiza principalmente en la mañana, condicionada a varios factores entre los cuales se puede mencionar la temperatura, el viento, la humedad, y la abertura de las flores, que puede ocurrir únicamente en ciertas horas del día dependiendo de la especie de planta (Biesmeijer 1997).

Se ha observado que especies del género *Melipona*, al igual que *Trigona* (*Tetragonisca*) *angustula*, colectan polen durante la mañana, y la máxima actividad ocurre al medio día, entre once de la mañana y tres de la tarde (Biesmeijer 1997). En el caso de especies del género *Scaptotrigona* solamente se tienen datos de actividad de forrajeo en la especie *Scaptotrigona mexicana*, y se ha reportado que la mayor actividad de visita a las flores es en el horario de 10:00 am a 12:00 m (Guzmán *et al.* 2005).

3.1.5 Importancia de las fuentes alimenticias para las abejas

La relación entre plantas y abejas es de sobrevivencia (Biesmeijer 1997). Esta relación íntima entre ambos grupos se ha generado a través de miles de años de coevolución, estableciéndose una relación muy fuerte de interdependencia entre ambos grupos en el ecosistema (Sánchez 2001(a)).

Entre los elementos primarios que tienen las angiospermas (plantas con flores) para atraer a las abejas se encuentra: 1) el polen, debido al alto contenido proteico, que es esencial para el desarrollo de las larvas y el crecimiento de los individuos, además de ser utilizado por todos los miembros de la colmena porque proporciona

minerales y vitaminas y 2) el néctar que es indispensable para satisfacer las necesidades energéticas de las abejas (Martínez *et al.* 1993).

Cuando las abejas visitan las flores para coleccionar los recursos alimenticios, también actúan como polinizadores al transferir el polen entre las mismas. En este sentido existen dos tipos de abejas: 1) las poliléticas o generalistas que son aquellas que utilizan distintos tipos de flores para alimentarse y 2) las oligoléticas o especialistas que son las que visitan y recogen polen de un grupo muy restringido de plantas (Biesmeijer 1997). En un estudio palinológico de cargas de polen, realizado en Chamela, Jalisco, México se encontró que *Scaptotrigona hellwegeri*, una especie de abeja sin aguijón del mismo género que la de este estudio, obtuvo recursos florales de 58 familias, siendo éste un ejemplo de una especie polilética (Quiroz & Palacios 1999).

3.1.6 Importancia ecológica de la polinización en las comunidades vegetales

La polinización es un proceso biológico que involucra plantas y agentes polinizadores y consiste en la transferencia de los granos de polen de las anteras de una flor hasta el estigma de la misma flor o de otra. La función principal de la polinización es propiciar el éxito reproductivo de las especies y con ello obtener una mayor variabilidad genética para las comunidades vegetales (Sánchez 2001(a)).

En el bosque tropical la polinización por parte de la fauna especializada en las diferentes especies vegetales es de vital importancia, por lo que el asegurar la polinización del bosque tropical depende de la conservación de: 1) el bosque y 2) la fauna polinizadora, dentro de la cual se encuentran las abejas sin aguijón (Aguilar 2001).

3.2 El Polen

El polen es el gametofito inmaduro masculino de las flores, responsable de la fecundación del óvulo femenino. Tiene un aspecto de polvo fino, es de color variable, y es una fuente esencial de proteínas, aminoácidos, lípidos, vitaminas y minerales. Las proteínas que se encuentran en el polen son el elemento más importante para las abejas. Éstas realizan una alta asimilación y rápidamente convierten las proteínas del polen en compuestos nitrogenados dentro del cuerpo. El polen posee vitaminas A,B,C,D,E, y K, aminos, lecitina, nucleínas y en general todos los aminoácidos indispensables. Además contiene enzimas que favorecen importantes procesos orgánicos (Ortiz 2001, Stephen 1999).

El polen es colectado por las abejas mediante pelos plumosos, lo recogen con sus patas, lo amasan, lo transportan con las corbículas en las patas posteriores hasta la colmena y lo depositan en los potes de polen. La recolección de polen por las abejas responde a tres factores: el contenido proteico, la accesibilidad de la abeja a la flor, y la regularidad y viscosidad de la envoltura del polen (Stephen 1999, Ortiz 2001).

La composición química del polen se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 1

Composición Química del Polen

COMPONENTE	RANGO TÍPICO (%)
Proteína	7.5-35
Lípidos	1-15
Carbohidratos	15-45
Fósforo	0.1-0.6
Potasio	0.2-1.1
Calcio	0.1-0.5
Magnesio	0.1-0.4
Sodio	0.15-0.8
Agua	20-50
Exina indigerible	8-35

Fuente: Ortiz 2001

El tamaño de los granos de polen varía en gran forma. Erdtman en 1934 los clasifica de acuerdo al largo del eje más largo del grano: (a) permínimos: diámetro menor a 10 micras, (b) mínimos: diámetro entre 10 y 25 micras, (c) medios: diámetro entre 25-50 micras, (d) magnos: 50-100 micras, (e) permagnos: 100-200 micras, (f) gigantes: con diámetro mayor a 200 micras (Flores 1989).

El color del polen varía según la fuente floral, y puede ser amarillo, naranja, marrón, blanco o violáceo, aunque también puede cambiar de coloración cuando el polen es empacado por las abejas en las corbículas (Páez 1998).

3.2.1 Palinología

La palinología es el estudio morfológico de los granos de polen y las esporas. La melisopalinología es la parte que estudia los granos de polen contenidos en la miel, las cargas de polen y el alimento larval. Utilizando la palinología y la melisopalinología se facilita el estudio de las fuentes florales que visitan las abejas (Sánchez 2001(b)).

La identificación de las plantas por medio de los granos de polen ha permitido la aplicación de la palinología en diferentes ramas de la botánica, la geología y la meteorología. La palinología ha sido útil en la determinación del origen botánico y geográfico de las mieles que son de interés comercial con el fin de controlar la calidad de las mismas. Además de llegar a conocer las estrategias de pecoreo de las abejas, la melisopalinología contribuye a conocer la biología de las abejas y su papel como polinizadores de ciertas plantas proporcionando una idea global de las interacciones entre plantas y abejas sobre un periodo preciso, información de importancia para entender la dinámica de los ecosistemas terrestres (Martínez *et al.* 1993).

Para el tratamiento de las muestras de polen y su posterior montaje para ser observado al microscopio existen varios métodos rápidos, como el método de tinción con calberla (a base de fucsina, etanol, glicerina y agua destilada) que permite observar las muestras frescas de polen. Con este método no hay modificación en el tamaño del grano de polen, pero no permite obtener una colección duradera, ya que el tiempo promedio de vida de las muestras resulta en uno o dos meses (Montenegro & Gómez 1997).

El método de la acetólisis es más elaborado y costoso pero permite preparar láminas con un promedio de vida de varios años. Este procedimiento fue introducido por Erdtman en 1934. Dicho método se basa en tratar las muestras de polen con ácidos fuertes para disolver restos orgánicos o materiales extraños, sin afectar la exina, que es muy resistente. Este tratamiento pone en evidencia la ornamentación y las aberturas de los granos de polen, las cuales son esenciales para su identificación (Sánchez 2001 (b)).

Para determinar las fuentes de alimento utilizadas por las abejas se han propuesto varios parámetros de frecuencias basados en el conteo de granos de polen en láminas fijas. Quiroz & Palacios (1999) proponen realizar un conteo de 1000 granos de polen en una muestra colocada al microscopio.

Así mismo se ha propuesto una escala para establecer el origen de las cargas de polen y el origen botánico de las mieles, basada en la frecuencia de polen después de realizado el conteo de 1000 granos de polen (Sánchez 2001(b)). La escala se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 2

Frecuencias de clase para análisis melisopalinológico

Nombre	Porcentaje de polen (%)
Polen dominante	> 45
Polen secundario	16-45
Polen menor intermedio	3-15
Polen menor	< 3

Tomado de Sánchez 2001

3.3 Generalidades de la especie *Scaptotrigona pectoralis*

Es una abeja sin aguijón del grupo de las Trigonas (Wille 1983). En Pachalum, Quiché (sitio de estudio) es conocida como “shuruya” (comunicación personal con pobladores). La longitud del cuerpo es de 4.9–5.4 mm, posee el integumento anaranjado (un poco obscurecido) y negro; pubescencia anaranjada, sólo negra sobre las tibias posteriores (Ayala 1999). El género *Scaptotrigona* se distribuye desde México hasta Argentina (González & Medina 1999). En Guatemala, *Scaptotrigona pectoralis* se reporta en la parte sur cerca de la cadena volcánica y en la parte central del país (Enríquez 2004, Marroquín 2000).

Las abejas del género *Scaptotrigona* tienen un rango de vuelo aproximado de 150m (Velthius 1997). Las colonias de esta especie son altamente defensivas, las obreras se sujetan al cabello o muerden a las personas que se acercan a sus nidos. Nidifican en cavidades de troncos vivos y muy pocas veces en huecos de construcciones. Cada vez se hace más difícil encontrar colmenas de esta especie debido a la deforestación (González & Medina 1999).

En México, Martínez *et al.* (1993) encontraron que el género *Scaptotrigona* visitaba 19 familias botánicas que son las siguientes: Anacardiaceae, Actinidiaceae, Caprifoliaceae, Celastraceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Leguminosae, Liliaceae, Loranthaceae, Melastomataceae, Phytolacaceae, Piperaceae, Polygonaceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Sterculiaceae, y Ulmaceae. Así mismo Quiróz & Palacios (1999) reportan a las familias Anacardiaceae, Burseraceae, Capparidaceae, Combretaceae, Sapindaceae, Simaroubaceae y Tiliaceae, como las principales fuentes de polen para *Scaptotrigona hellwegeri*.

Se ha utilizado a *Scaptotrigona mexicana* para la polinización de rambután (*Nephelium lappaceum*) y café (*Coffea arabica*) en México, donde se ha descubierto el potencial que posee esta especie en la polinización de dichos cultivos (Guzmán *et al.* 2005, Quezada 2005). También se ha observado a *Scaptotrigona pectoralis* polinizando de manera natural al aguacate (*Persea americana*), sin embargo no ha sido mayormente estudiado (Quezada 2005).

Por otro lado, en El Salvador, como parte de un proyecto denominado PROMABOS ejecutado en Chalatenango se reportó en hojas divulgativas que *Scaptotrigona pectoralis* visita plantas de las familias Bixaceae, Boraginaceae, y Fabaceae (PROMABOS, 2004). Para Costa Rica se reporta que *Scaptotrigona pectoralis* visita las siguientes familias botánicas: Myrsinaceae, Bixaceae, Acanthaceae, Moraceae, Burseraceae, Rubiaceae, Polygonaceae, Boraginaceae, Sterculiaceae, Myrtaceae, Sapindaceae y Meliaceae (Arce *et al.* 2001).

Scaptotrigona pectoralis ha sido escasamente estudiada en aspectos biológicos, pero cuenta con gran potencial para ser explotada por su producción de miel (González & Medina 1999). Esta especie fue catalogada como uno de los cinco principales géneros productores de miel en Yucatán, México (Martínez *et al.* 1993).

4. JUSTIFICACIÓN

Las abejas nativas sin aguijón son importantes polinizadoras de las plantas en la región neotropical. Sin embargo, el principal beneficio que los seres humanos le han reconocido es la capacidad de almacenar miel, además de almacenar polen que es poco utilizado como alimento por las personas. El néctar, en forma de miel, y el polen, colectados por las abejas sin aguijón, son los principales recursos alimenticios colectados por estos insectos y son almacenados dentro de la colmena como reserva. Desde la época precolombina, los habitantes de la región neotropical han cultivado algunas especies de abejas sin aguijón, para utilizar la miel principalmente como medicina y también como alimento. En algunas ocasiones el polen es utilizado por los seres humanos como fuente energética mezclándolo con miel para posteriormente ingerirlo.

Se ha reconocido la importancia de estas abejas como polinizadoras y como productoras de miel, sin embargo hay varios aspectos que requieren de mayor conocimiento. Por ejemplo en Guatemala existen muy pocos estudios sobre las propiedades medicinales de la miel producida por abejas nativas. No existen estudios sobre la biología y ecología de estos insectos. Uno de los vacíos de información más importante radica en el desconocimiento de los recursos que utilizan las abejas para la colecta de polen y néctar.

En otros países se cuenta con valiosa información sobre las plantas utilizadas como fuente alimenticia por varias especies de abejas sin aguijón, sin embargo es importante resaltar que la flora cambia de región en región, por lo que para nuestro país es importante realizar investigaciones sobre los recursos utilizados por las abejas. Esta información permitirá darle un manejo adecuado a las

colmenas y posteriormente evaluar la implementación de abejas sin aguijón como potenciales polinizadores en cultivos de importancia económica para el país.

Actualmente, el cultivo de especies del género *Scaptotrigona* está tomando interés debido a que estas abejas producen mayores cantidades de miel que *Trigona (Tetragonisca) angustula* y porque su manejo es más fácil que el de *Melipona beecheii*. En Pachalum, Quiché, se ha desarrollado el cultivo de la abeja sin aguijón “shuruya” (*Scaptotrigona pectoralis*) para extraer la miel, la cual es consumida o vendida como alimento o medicina. Al identificar las plantas a partir de las cuales obtienen su alimento estas abejas, se está aportando información a meliponicultores de la región para que desarrollen esquemas de conservación o de manejo de la flora local. Con esto se podrá asegurar alimento abundante para las abejas lo que redundará en una producción abundante y de buena calidad de miel además de asegurar la supervivencia de la colmena. Por otra parte es importante resaltar que muy probablemente la actividad medicinal que poseen las mieles de estas abejas está relacionada con los recursos florales que visita.

La realización de investigaciones como la presente requiere de una gran inversión de tiempo, y el costo económico de la metodología a utilizar es elevado. Sin embargo, los resultados obtenidos de esta investigación beneficiará a los meliponicultores de la región de estudio al conocer la flora importante para la sobrevivencia de colmenas de *Scaptotrigona pectoralis*, con lo que podrá darse un manejo adecuado tanto a las colmenas como a la vegetación.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Identificar los principales recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis* (shuruya) como fuente de polen, en un meliponario de la parte baja de Los Cipresales ubicado en Pachalum, Quiché, Guatemala, durante los meses de agosto a marzo.

5.2 Específicos

- 5.2.1 Identificar los grupos taxonómicos a nivel de especie-morfoespecie de las plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* durante la época lluviosa y época seca, en un meliponario del municipio de Pachalum, Quiché.
- 5.2.2 Determinar la variación de plantas utilizadas en época lluviosa y seca por *Scaptotrigona pectoralis* basada en la abundancia de granos de polen.
- 5.2.3 Determinar la variación en la diversidad polínica colectada según la hora del día (mañana y tarde) en colmenas de *Scaptotrigona pectoralis*.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Universo

6.1.1 Población

Abejas de *Scaptotrigona pectoralis*

6.1.2 Muestra

Polen obtenido directamente del cuerpo de las abejas que ingresaban a la colmena, tomando una muestra de cada colmena/hora. Debido al elevado costo económico del método utilizado en la realización del presente trabajo y al extenso tiempo requerido, solamente se utilizaron tres colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* en un meliponario grande de la parte baja de Los Cipresales, aldea que cuenta con remanentes boscosos en el municipio de Pachalum, y dista de la cabecera municipal a 3 kilómetros aproximadamente. Estas colmenas fueron muestreadas en época seca y lluviosa, cada quince días durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006.

6.2 Materiales

6.2.1 Material biológico

- Colmenas de *Scaptotrigona pectoralis*
- Polen de abejas de *Scaptotrigona pectoralis*

6.2.2 Equipo e instrumentos

- Red entomológica
- Libreta de campo
- Lápiz
- Marcadores permanentes

- Masking-tape
- Refrigeradora pequeña
- Tubos para microcentrifugadora (eppendorf)
- Baño de maría
- Micropipetas
- Puntas estériles para micropipetas
- Centrifugadora para tubos de microcentrifugación (eppendorf)
- Vórtex
- Guantes de látex
- Mascarilla
- Lentes de laboratorio
- Bata
- Parafina
- Mechero
- Asa de nicromo en L
- Agujas de disección
- Calcomanías para rotular láminas fijas
- Microscopio
- Cámara digital

6.2.3 *Cristalería*

- Probetas
- Láminas portaobjetos
- Láminas cubreobjetos

6.2.4 *Reactivos*

- Ácido sulfúrico
- Ácido acético
- Anhídrido acético
- Glicerina
- Safranina
- Agua destilada
- Glicerina en gelatina

6.3 Diseño Experimental

Unidad experimental: polen

Muestra: polen obtenido directamente del cuerpo de las abejas que ingresaban a la colmena, tomando una muestra de cada colmena/hora. Se tomó la muestra de polen de las corbículas (patas posteriores) de las abejas, aunque para algunas muestras se tomó el insecto entero, ya que la carga de polen estaba dispersa en varias partes del cuerpo.

Tipo de muestreo: por conveniencia

Distribución temporal: Colecta de polen de agosto 2005 a marzo 2006 en el meliponario de la parte baja de Los Cipresales.

6.4 Métodos

6.4.1 Ubicación del meliponario y de las colmenas

Se realizó un viaje a Pachalum, Quiché, para establecer contacto personal con los propietarios de colmenas de abejas sin aguijón, específicamente de *Scaptotrigona pectoralis* en la parte baja de los Cipresales, donde se conoció a la señora Filomena de Ortega, quien dio a conocer que su familia era propietaria de 3 colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* (shuruya), 4 de *Trigona (Tetragonisca) angustula* (doncellita), y 1 colmena de *Nannotrigona perilampoides* (serenita). La señora de Ortega es la única persona que posee colmenas de la especie de interés, por lo que las muestras que se tomaron pertenecen a las tres 3 colmenas de este meliponario.

6.4.2 Colecta de polen de *Scaptotrigona pectoralis*

Se tomaron muestras de polen directamente de las corbículas, o del cuerpo de las abejas que ingresaban a la colmena, durante un día, repitiéndose esta metodología cada quince días durante los meses de agosto (2005) a marzo (2006). Se tomó una abeja cada hora de cada una de las colmenas, durante el horario de 8:00-12:00 horas (mañana) y de 14:00-16:00 horas (tarde). Se definió como época lluviosa los meses de agosto a octubre, por presentarse en ellos la mayor cantidad de lluvias (www.insivumeh.gob.gt) y época seca los meses comprendidos desde noviembre a marzo (www.insivumeh.gob.gt). Esta metodología fue propuesta por la Inga. Vilma Landaverde y la Dra. Marie Cortopassi (com. pers. 2004, com. electrónica 2005). Se trabajó mayor número de meses de la época seca por ser ésta la época durante la cual las abejas realizan mayor actividad de pecoreo favorecido por la temperatura y la humedad del ambiente (Iwania 1977).

Las cargas de polen obtenidas de las abejas fueron guardadas en tubos de microcentrifugación debidamente rotulados con el código de muestra que incluía

el número de la colmena, hora del día y fecha de colecta. Estos tubos fueron colocados en refrigeración a una temperatura promedio de -2°C para su conservación hasta la elaboración de las láminas fijas. Los datos de colecta fueron anotados en una libreta de campo, como se muestra a continuación:

Cuadro No.2

Datos registrados en la libreta de campo

Código	Características	Categoría
Mes de colecta No de colmena(1-2-3) No de muestreo(M1, M2) Hora de muestreo	Condiciones ambientales al momento de tomar la muestra	Viento
		Soleado/nublado
		lluvia
	Actividad en la piquera	+ (nula o escasa)
		++ (abundante)
		+++ (muy abundante)
	Color del polen	
Observaciones		

6.4.3 *Elaboración de láminas fijas*

Las muestras obtenidas de las cargas de polen de las abejas se trataron con el método de acetólisis, con una modificación como se describe en el Anexo 2. Para elaborar las láminas fijas se tomó un trozo de glicerina en gelatina y se introdujo en el tubo de microcentrifugación conteniendo la muestra y colocándose en el centro de una lámina portaobjetos. Alrededor del trozo de glicerina en gelatina se colocó una pequeña cantidad de parafina, la cual se calentó en la llama de un mechero e inmediatamente se colocó una lámina cubreobjetos para que se sellara la lámina.

A cada lámina fija realizada se le colocó una identificación con los siguientes datos: mes de colecta, No. de colmena, No. de muestreo, hora de muestreo. Las láminas se guardaron para obtener un archivo de consulta sobre el polen colectado por las abejas de *Scaptotrigona pectoralis*.

6.4.4 Comparación de granos de polen

Los granos de polen presentes en las láminas fijas fueron identificados hasta el nivel de especie-morfoespecie, aunque dos tipos de polen únicamente se determinaron hasta morfofamilia.

6.4.4.1 Comparación de láminas de cargas polínicas con un atlas de polen

Con el objetivo de determinar cuál o cuáles familias y géneros de plantas fueron visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* se comparó el polen de las láminas fijas elaboradas a partir de las cargas polínicas, con fotos de polen de tres atlas palinológicos.

6.4.4.2 Comparación de láminas de las cargas polínicas

Mediante la observación de los granos de polen en las láminas fijas, se realizó una comparación cualitativa de las cargas de polen para establecer diferencias sobre los recursos polínicos visitados durante la hora del día (mañana y tarde) y en los meses muestreados (agosto-marzo).

6.4.5 conteo de granos de polen en láminas fijas

Para determinar las plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* se realizó un conteo de 1000 granos de polen por cada lámina fija de donde fueron obtenidos los porcentajes por hora, colmena y mes. Posteriormente, para determinar las principales fuentes de polen utilizadas por esta especie de abeja, se realizó un promedio de todos los conteos realizados en cada lámina fija, tomando en cuenta únicamente porcentajes arriba del 10% (Quiroz & Palacios 1999).

6.5 Análisis de resultados

Para determinar los principales recursos polínicos utilizados por *Scaptotrigona pectoralis* en la parte baja de los Cipresales, Pachalum Quiché, se utilizó estadística descriptiva, por ser ésta una investigación de tipo observacional. Los resultados fueron presentados en tablas, así como también se presentaron listados de plantas.

Para evaluar la diversidad polínica colectada por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de colecta (agosto-marzo) se utilizó el índice de Shannon, calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \cdot \ln p_i$$

en donde:

H = índice de Shannon

p_i = proporción de cada tipo de polen encontrando en las muestras

\ln = logaritmo natural

Para determinar la uniformidad en las plantas utilizadas por *Scaptotrigona pectoralis* al coleccionar polen, se utilizó el índice de uniformidad de pecoreo. Los cálculos se realizaron para los meses de agosto a marzo a partir de la fórmula de Pielou (J') que varía en valores de 0 a 1, indicando con ello la heterogeneidad (con valores cercanos a 0) y la homogeneidad de la muestra (con valores cercanos a 1) (Quiroz & Palacios 1999). Los valores cercanos a cero indican que el organismo posee conducta especialista, es decir, presenta preferencia por algún recurso en específico y la colecta es bastante heterogénea, lo contrario ocurre con valores cercanos a 1, que indican una conducta generalista y la colecta de polen es bastante homogénea, no mostrando el organismo preferencia hacia alguna especie de planta.

Este índice ha sido empleado en investigaciones sobre los recursos polínicos utilizados por diferentes especies de abejas (Quiroz & Palacios 1999). La fórmula de Pielou (J') se muestra a continuación:

$$J' = \frac{H}{H_{\max}}$$

en donde:

J' = uniformidad de las muestras

H = índice de diversidad

H_{\max} = logaritmo natural del número total de tipos de polen en las muestras

7. RESULTADOS

Se obtuvo un total de 270 muestras de las 384 que correspondían al muestreo. Esto debido a las condiciones climáticas desfavorables al momento de colecta, lo que disminuyó la actividad de las abejas en las colmenas, obteniéndose menor número de muestras. Los datos experimentales obtenidos a partir del muestreo en las tres colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* fueron promediados para obtener resultados totales.

Los resultados fueron presentados en el orden que se muestra a continuación:

- Listado general de plantas visitadas durante los meses de agosto-marzo por *Scaptotrigona pectoralis*
- Principales recursos utilizados por *Scaptotrigona pectoralis*
- Diversidad de plantas visitadas según la época del año
- Diversidad polínica colectada según la hora del día
- Diversidad de especies de plantas visitadas
- Uniformidad de pecoreo

7.1 Plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto a marzo (época seca y época lluviosa)

En el análisis polínico de las muestras colectadas se determinó la presencia de 21 especies de plantas pertenecientes a 17 familias taxonómicas. De estas familias la que presentó el mayor número de especies fue Asteraceae, con cinco especies, dos de éstas se encontraron sólo en la época seca y una en la época lluviosa. Las 16 familias restantes de plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* estuvieron representadas únicamente por una especie.

El listado de plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* se muestra en la Tabla No.1.

Tabla No. 1
Plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006 en Pachalum, Quiché
 (Plantas representadas por más del 1% del total de granos de polen colectado en la mañana y en la tarde)

No.	FAMILIA	ESPECIE	ÉPOCA LLUVIOSA	ÉPOCA SECA
1	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>		X
2	AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera sp.1</i>		X
3	ASTERACEAE	<i>Verbesina sp.1</i>	X	
4		<i>Vernonia sp.1</i>		X
5		<i>Erigeron sp.1 (*)</i>		X
6		<i>Conyza sp.1</i>	X	X
7		<i>Calea sp.1</i>	X	X
8	BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium sp.1(*)</i>	X	
9	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus comunis (*)</i>	X	
10	FABACEAE	<i>Desmodium sp.1</i>	X	X
11	FAMILIA No.1	<i>Sp.1</i>	X	
12	FAMILIA No.2	<i>Sp.1</i>		X
13	LORANTHACEAE	<i>Psittacanthus sp.1</i>	X	
14	MELASTOMATACEAE	<i>Conostegia sp.1</i>		X
15	MELIACEAE	<i>Cedrela mexicana(*)</i>		X
16	MIMOSACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	X	X
17	MYRSINACEAE	<i>Ardisia sp.1</i>		X
18	MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>		X
19	PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	X	
20	RHAMNACEAE	<i>Gouania sp.1</i>	X	
21	TILIACEAE	<i>Heliocarpus sp.1</i>	X	X

Fuente: Datos experimentales

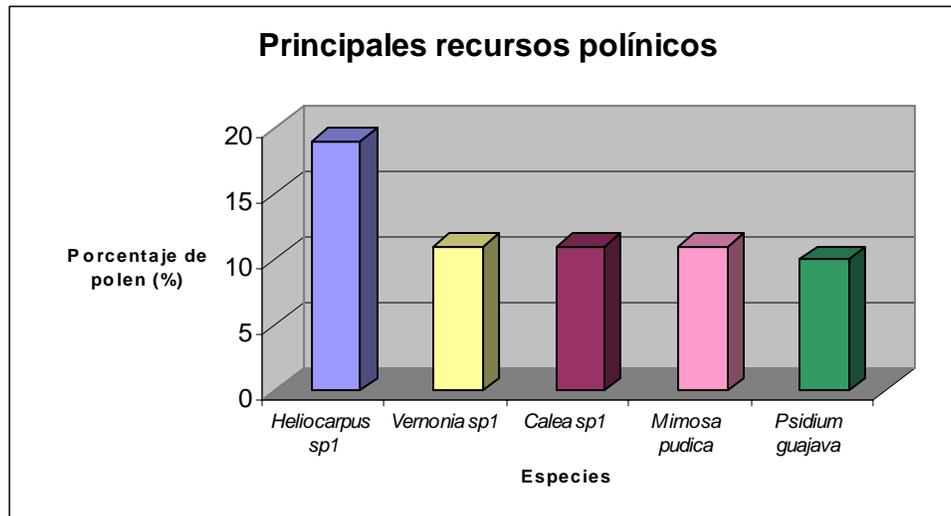
(*) Representa menos del 1% de la muestra

7.2 Principales recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis*

Para determinar los principales recursos florales utilizados como fuente de polen en todos los meses muestreados, se realizó el conteo de 1000 granos de polen en cada lámina fija, y de este conteo se tomó en cuenta únicamente las especies de plantas representadas por el 10% o más del total de granos de polen (Quiroz & Palacios 1999) (ver Gráfica No.1).

Gráfica No.1

Principales recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006 en Pachalum, Quiché

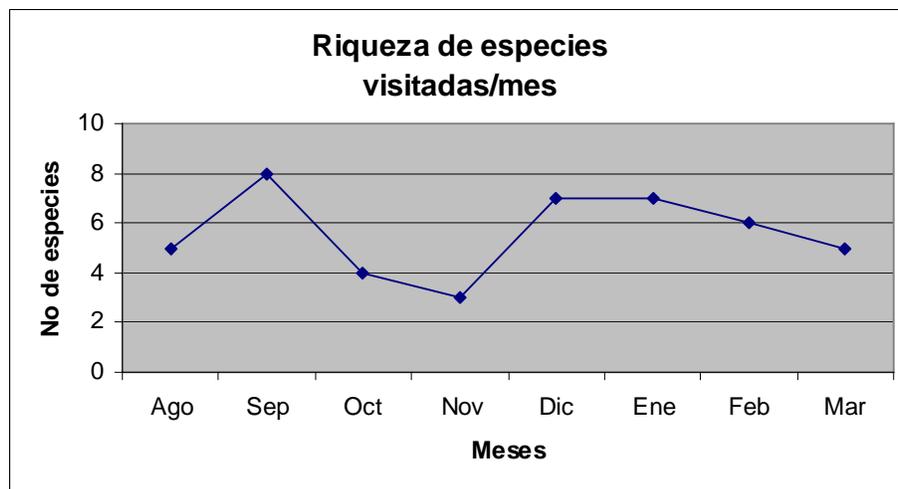


Fuente: Datos experimentales

(Plantas representadas arriba del 10% del total de granos de polen colectado)

En la Gráfica No. 2 se presenta la comparación de la riqueza de especies vegetales visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de muestreo. Durante el mes de septiembre se presentó la mayor riqueza de especies visitadas y el menor número se presentó durante los meses de octubre y noviembre.

Gráfica No. 2
Riqueza de especies vegetales/mes visitadas por *Scaptotrigona pectoralis*
durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006 en Pachalum, Quiché



Fuente: Datos experimentales

7.3 Variación de plantas según la época del año

Se realizaron comparaciones entre época lluviosa y época seca, obteniéndose diferencias entre las especies de plantas visitadas en ambas épocas. Así mismo se realizó el cálculo de índices de diversidad para las épocas seca y lluviosa (ver Tabla No. 2), observando que el índice de diversidad de ambas es muy cercano.

Así mismo el valor del índice de uniformidad de pecoreo muestra valores cercanos a uno en ambas épocas.

Tabla No. 2

Índice de diversidad y de uniformidad de pecoreo de las muestras de polen de *Scaptotrigona pectoralis* durante la época lluviosa (agosto-octubre) y seca (noviembre-marzo), en Pachalum, Quiché

Índice calculado	Lluviosa	Seca
Índice de Shannon (H)	2.078	2.11
Índice de Pielou (J)	0.836	0.8

Fuente: Datos experimentales

7.3.1 Época lluviosa (agosto-octubre)

Para este periodo se obtuvo un total de 12 especies de plantas pertenecientes a 10 familias visitadas por *Scaptotrigona pectoralis*.

Los datos que se muestran en la Tabla No. 3 corresponden al polen colectado durante la época lluviosa. El recurso floral mayormente utilizado durante esta época es *Mimosa pudica* que representa el 28% de la muestra obtenida, así mismo las especies que representan un recurso importante para la época lluviosa (con porcentajes por arriba del 10%) son *Piper sp.1*, *Calea sp.1*, y *Gouania sp.1*.

Tabla No. 3
Recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis* durante la época lluviosa (agosto-octubre) en Pachalum, Quiché

No.	FAMILIA	ESPECIE	%
1	MIMOSACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	28
2	PIPERACEAE	<i>Piper sp.1</i>	18
3	ASTERACEAE	<i>Calea sp.1</i>	10
4	RHAMNACEAE	<i>Gouania sp.1</i>	10
5	FABACEAE	<i>Desmodium sp.1</i>	9
6	TILIACEAE	<i>Heliocarpus sp.1</i>	6
7	ASTERACEAE	<i>Conyza sp.1</i>	5
8	LORANTHACEAE	<i>Psittacanthus sp.1</i>	5
9	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus comunis</i>	2
10	ASTERACEAE	<i>Verbesina sp.1</i>	2
11	FAMILIA No.1	<i>Sp.1</i>	2
12	BIGNONIACEAE	<i>Amphilophium sp.1</i>	0.02
13	Otros		3

Fuente: Datos experimentales

7.3.2 Época seca (noviembre-marzo)

Para este periodo se obtuvo un total de 14 especies de plantas pertenecientes a 11 familias. De éstas, la especie *Heliocarpus sp.1* de la familia Tiliaceae es una de las principales fuentes de polen (ver Tabla No. 4), ya que representa el 25 % de la muestra obtenida. Otras especies de plantas que representan un recurso importante para la época seca (con porcentajes por arriba del 10%) son *Vernonia sp.1*, *Psidium guajava*, y *Calea sp.1*.

Tabla No. 4

Recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis* durante la época seca (noviembre-marzo) en Pachalum, Quiché

No.	FAMILIA	ESPECIE	%
1	TILIACEAE	<i>Heliocarpus sp.1</i>	25
2	ASTERACEAE	<i>Vernonia sp.1</i>	16
3	MYRTACEAE	<i>Psidium guajava</i>	15
4	ASTERACEAE	<i>Calea sp.1</i>	11
5	MELASTOMATACEAE	<i>Conostegia sp.1</i>	8
6	FAMILIA No.2	<i>Sp. 1</i>	7
7	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	4
8	MYRSINACEAE	<i>Ardisia sp.1</i>	3
9	MIMOSACEAE	<i>Mimosa pudica</i>	3
10	FABACEAE	<i>Desmodium sp.1</i>	2
11	AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera sp.1</i>	1
12	ASTERACEAE	<i>Conyza sp.1</i>	1
13	ASTERACEAE	<i>Erigeron sp.1</i>	0.025
14	MELIACEAE	<i>Cedrela mexicana</i>	0.025
15	Otros		4

Fuente: Datos Experimentales

7.4 Diversidad polínica colectada por *Scaptotrigona pectoralis* según la hora del día (mañana y tarde)

Se realizaron muestreos durante la mañana y la tarde para conocer la diversidad de especies vegetales visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* según la hora del día, encontrándose mínimas diferencias en la diversidad polínica colectada durante estos dos horarios.

7.4.1 *Diversidad de especies de plantas*

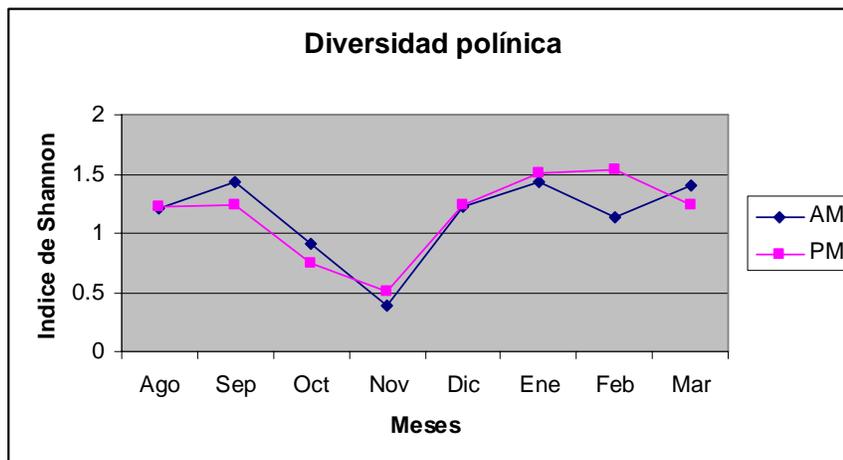
Para determinar la diversidad de especies de plantas visitadas en horas de la mañana (AM) y de la tarde (PM) durante el forrajeo de *Scaptotrigona pectoralis*, se utilizó el índice de diversidad de Shannon (H'), los valores pueden observarse en la Gráfica No.3.

No se presentó mayor diferencia entre los valores de ambos horarios, a excepción del mes de febrero, donde se obtuvo mayor diversidad polínica en el horario de la tarde. Los valores más altos de diversidad polínica se obtuvieron para los meses de enero y febrero en horario de la tarde.

Durante los meses de octubre y noviembre se observó un descenso en la diversidad polínica de ambos horarios, siendo noviembre en el que la abeja visitó menor diversidad de plantas.

A continuación se presenta la Gráfica No.3:

Gráfica No. 3
Comparación de índices de diversidad polínica colectada por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006
(Índice de Shannon)



Fuente: Datos experimentales

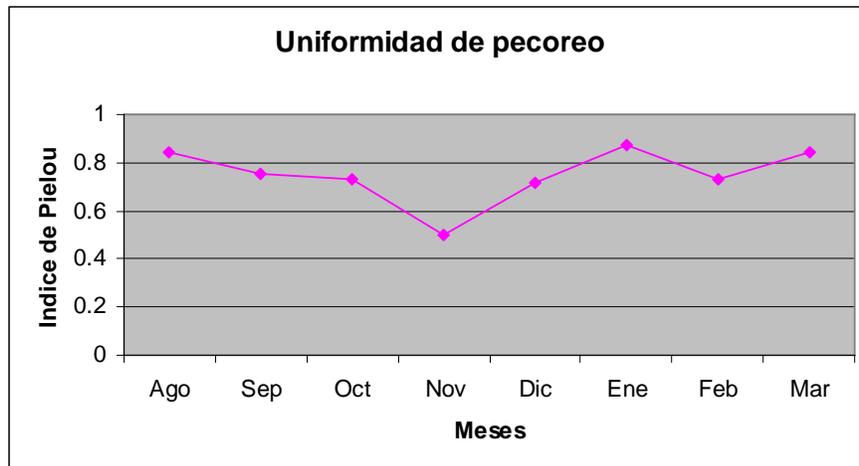
7.4.2 Uniformidad de pecoreo (forrajeo) de *Scaptotrigona pectoralis*

Para determinar la uniformidad de pecoreo (forrajeo) de *Scaptotrigona pectoralis* se utilizó el índice de Pielou. El valor calculado a partir de este índice revela la uniformidad de forrajeo de especies de plantas por parte de la abeja. Un valor cercano a uno indica que la especie no prefirió algún recurso en especial para coleccionar polen, mientras que valores cercanos a cero corresponden a un comportamiento especialista.

En este sentido se observó que durante los meses de agosto a octubre los valores tienden a disminuir conforme se aproxima el mes de noviembre, mes durante el cual se observa el menor valor para este índice que aumenta nuevamente a partir de diciembre.

La Gráfica No. 4 de la uniformidad de pecoreo por *Scaptotrigona pectoralis* se muestra a continuación:

Gráfica No. 4
Uniformidad de pecoreo de *Scaptotrigona pectoralis*
durante los meses de agosto 2005 a marzo 2006 en Pachalum, Quiché
(Índice De Pielou)



Fuente: Datos experimentales

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

8.1 Recursos florales utilizados por *Scaptotrigona pectoralis*

En la Gráfica No. 1 se observa que *Heliocarpus sp.1* de la familia Tiliaceae, representa el 19% de la muestra total de especies visitadas por *Scaptotrigona pectoralis*, siendo uno de los principales recursos polínicos utilizados por esta abeja durante la época de estudio (agosto-marzo). El mayor porcentaje de colecta ocurrió durante el mes de noviembre, donde se observó que las tres colmenas de *Scaptotrigona pectoralis* se dedicaron exclusivamente a colectar esta especie durante todo el día, seguramente condicionadas por la época de floración de esta especie (Martínez *et al.* 1993). El género *Heliocarpus* también ha sido reportado como fuente de polen para abejas del género *Scaptotrigona* en Chiapas, México (Martínez *et al.* 1993), en Jalisco México (Quiroz & Palacios 1999), y en hábitats neotropicales para abejas del grupo de las Trigonas (Ramalho *et al.* 1990).

Así mismo, otras especies importantes en la dieta de *Scaptotrigona pectoralis* durante el tiempo que duró este estudio fueron *Vernonia sp.1*, *Calea sp.1* y *Mimosa pudica*. Las especies *Vernonia sp.1* y *Calea sp.1* pertenecen a la familia Asteraceae, siendo esta familia una de las más importantes reportadas como fuente de polen para diferentes especies de abejas (Ramalho *et al.* 1990). Para *Scaptotrigona pectoralis* la familia Asteraceae representa un recurso polínico importante según los resultados experimentales obtenidos a través de la presente investigación. Las especies antes mencionadas fueron visitadas por las abejas, tanto en horario de la mañana como en la tarde, por lo que se puede inferir que estas plantas poseen polen atractivamente disponible durante mañana y tarde (Biesmeijer 1997). En Guatemala se reportan 20 especies del género *Vernonia*, de hábito variable, herbáceas, arbustos o árboles. (Standley *et al.* 1947-1977). En este género se

encuentra la especie *Vernonia patens* conocida por los pobladores de Pachalum como “suquinay”, que es reportada por los lugareños como una especie particularmente visitada por abejas. En El Salvador *Vernonia patens* ha sido catalogado como la fuente más importante de néctar para abejas sin aguijón en regiones de altitudes medianas (PROMABOS 2004).

Mimosa pudica es una especie de hábito herbáceo perteneciente a la familia Mimosaceae. Ha sido reportada como fuente de polen para abejas del género *Melipona* en El Salvador (Biesmeijer 1997), en Colombia (Rodríguez 2005), y en otros hábitats neotropicales para abejas del grupo de las Trigonas (Ramalho *et al.* 1990). La mayor actividad de colecta de polen por *Scaptotrigona pectoralis* en *Mimosa pudica* se realiza principalmente por las mañanas, aunque en la tarde también es visitada pero en menor proporción en comparación con los demás recursos.

Otro recurso importante para *Scaptotrigona pectoralis* en este estudio fue *Psidium guajava*, perteneciente a la familia Myrtaceae. Esta planta es nativa de mesoamerica (Arce *et al.* 2001), y ha sido reportada como fuente de polen y néctar para varias especies de abejas sin aguijón (Ramalho *et al.* 1990). Fue visitada a lo largo del día, sin mostrar alguna preferencia en cuanto al horario de colecta de polen por *Scaptotrigona pectoralis*, por lo que seguramente la flor tiene el polen disponible a lo largo del día. En las zonas cercanas dentro del rango de vuelo de *Scaptotrigona pectoralis* se encuentran varios árboles de *Psidium guajava*, que han sido cultivados por los pobladores de la región por el fruto conocido como “guayaba”, que posiblemente esté siendo favorecido mediante la visita de esta abeja a las flores para la formación de frutos.

Mangifera indica (mango), una especie exótica en mesoamérica, que se cultiva principalmente por su fruto que es de importancia económica, ha sido reportada como fuente de polen y néctar para abejas sin aguijón (Ramalho *et al.* 1990, SAGAR 1998). En este estudio se encontró que es un recurso importante de polen para *Scaptotrigona pectoralis* durante la época seca, época durante la cual está en floración. La formación de frutos de *Mangifera indica* al igual que *Psidium guajava* podría verse beneficiada por la visita de polinizadores a las flores.

La familia Asteraceae presentó el mayor número de especies visitadas por *Scaptotrigona pectoralis*: *Vernonia sp.1*, *Calea sp.1*, *Conyza sp.1*, *Verbesina sp.1*, y *Erigeron sp.1*. Esta familia se caracteriza porque sus especies predominan como parte de la vegetación secundaria que crece en áreas abiertas bajo presión antropogénica (Ramalho *et al.* 1990). Esto se observa en el área circundante a las colmenas de shuruya en el sitio de muestreo, donde se cultiva maíz, existen potreros, y varias especies de plantas que cubren estas áreas pertenecen a la familia Asteraceae.

8.2 Variación de plantas según época del año

Se encontró que de las 21 especies de plantas visitadas por la abeja shuruya a lo largo de este estudio, cinco fueron visitadas durante ambas épocas del año, siendo éstas: *Calea sp.1*, *Conyza sp.1*, *Desmodium sp.1*, *Mimosa pudica*, y *Heliocarpus sp.1*. Las demás especies fueron visitadas únicamente durante una de las dos épocas, siete especies durante la época lluviosa y nueve durante la seca.

Cabe resaltar que entre las cinco especies principales visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* (ver Gráfica No. 1) *Heliocarpus sp.1*, *Mimosa pudica* y *Calea sp.1* son

visitadas en ambas épocas del año, posiblemente por el tiempo de floración bastante amplio de estas especies.

8.2.1 *Época lluviosa*

Durante la época lluviosa se encontró que *Scaptotrigona pectoralis* obtuvo polen de doce especies de plantas pertenecientes a diez familias, encontrándose dentro de estas plantas algunas de hábito herbáceo y otras de hábito arbustivo.

Como se muestra en la Tabla No. 3 la especie más visitada durante la época lluviosa (agosto-octubre) fue *Mimosa pudica*, presente en el 28% de las muestras. Esta especie fue visitada desde el mes de septiembre hasta el mes de enero, obteniéndose la mayor presencia de esta planta durante el mes de octubre. (SAGAR 1998).

Otro recurso importante de polen para la abeja shuruya durante la época lluviosa lo representa *Piper sp.1*, presente en el 18% de la muestras. Las piperáceas se distribuyen en bosques, y en vegetación secundaria (Standley *et al.* 1947-1977). Algunas especies de *Piper* han sido reportadas como fuente de polen para la especie *Trigona (Tetragonisca) angustula* y para el género *Scaptotrigona* en México (Martínez *et al.* 1993).

En Guatemala se reportan cuatro especies del género *Gouania* (Standley *et al.* 1947-1977), una de las cuales fue bastante visitada por *Scaptotrigona pectoralis*, principalmente durante la época lluviosa, siendo en los meses de agosto y septiembre donde se encontró mayor cantidad de polen de esta especie. Esto indica que el periodo de floración de esta planta ocurre durante la época lluviosa.

Las flores de esta especie presentan polen disponible a lo largo del día, ya que se encontró considerable cantidad de polen de esta planta en ambos horarios.

En nuestro país se reportan 14 especies del género *Calea*, de hábito arbustivo, siendo la mayoría de tamaño pequeño (Standley *et al.* 1947-1977). La especie *Calea sp.1* fue visitada por *Scaptotrigona pectoralis* en los meses de agosto y octubre en horario de la mañana y de la tarde. Durante el mes de septiembre esta especie no fue visitada, probablemente porque *Scaptotrigona pectoralis* se concentró en la colecta de *Piper sp.1*, que representa un recurso importante de polen para esta especie de abeja (Martínez *et al.* 1993).

Con porcentajes menores al 10% se encuentran *Desmodium sp.1* (Fabaceae), *Heliocarpus sp.1* (Tiliaceae), *Conyza sp.1* (Asteraceae), *Psittacanthus sp.1* (Loranthaceae), *Ricinus comunis* (Euphorbiaceae), *Verbesina sp.1* (Asteraceae), Familia No.1, y *Amphilophium sp.1* (Bignoniaceae), encontrándose entre ellas especies arbustivas, herbáceas y leñosas, las cuales pueden ser consideradas como recursos alternativos para la colecta de polen de *Scaptotrigona pectoralis* (Quiroz *et al.* 2001).

La especie *Amphilophium sp.1* está representada solamente en un 0.02% de la muestra total. Además los granos de polen de esta especie se encontraron mayormente en una sola muestra. Esto sugiere que pudo haber ocurrido una contaminación en la muestra. La contaminación en las muestras de polen puede deberse a granos de polen de diferentes especies que han sido llevados por otros insectos a las flores, o por contacto de abejas con hojas u otras partes de las plantas (Quiroz *et al.* 2001).

8.2.2 *Época seca*

Durante la época seca, la especie mayormente visitada fue *Heliocarpus sp.1*, que representa el 25% del valor de la muestra colectada durante esta época (ver Tabla No. 4), aunque llama la atención que las abejas de este estudio se concentraron en visitarla exclusivamente durante la primera quincena del mes de noviembre, tanto en la mañana como en la tarde, aunque se reporta cierto porcentaje de esta especie en la mayoría de las muestras en ambas épocas del año.

Así mismo, el comportamiento de mayor esfuerzo de colecta observado durante este mes puede deberse a que durante la época lluviosa las abejas no podían salir a coleccionar alimento por las condiciones climáticas desfavorables, por ejemplo la presencia de lluvias y el descenso en temperatura (Iwania 1977).

Según los datos obtenidos en la presente investigación, la época seca favorece la colecta de polen en colmenas de *Scaptotrigona pectoralis*, ya que la ausencia de lluvias, y aumento en las temperaturas proveen de condiciones favorables para la actividad en las colmenas de abejas sin aguijón (Iwania 1977).

8.3 **Diversidad y riqueza de especies de plantas utilizadas por *Scaptotrigona pectoralis***

La tendencia que presenta *Scaptotrigona pectoralis* en la colecta de polen durante la época lluviosa difiere según la hora del día (ver Gráfica No. 3), mostrando mayor diversidad polínica en la tarde que durante la mañana, a excepción del mes de agosto, que no presentó diferencia entre la diversidad polínica colectada durante la mañana y la tarde. Las diferencias sobre la diversidad polínica colectada según el horario del día, podría estar ligada a la disposición de polen por parte de la planta condicionado por la hora del día (Biesmeijer 1997).

El valor del índice de uniformidad de pecoreo durante la época lluviosa es similar entre los valores de la época, y éstos son cercanos a uno (ver Gráfica No. 4), lo cual indica que *Scaptotrigona pectoralis* colectó polen de diferentes especies de plantas, sin mostrar preferencia por alguna de ellas. Durante el mes de octubre el valor del índice de uniformidad de pecoreo es menor que el observado en los meses anteriores, porque las abejas colectaron más polen de *Mimosa pudica* que de las demás especies de plantas.

Referente a la época seca, el mes de noviembre presentó el menor valor del índice de diversidad en todo el muestreo. Este descenso en el valor del índice de diversidad se debe a que *Scaptotrigona pectoralis* colectó mayormente polen de *Heliocarpus sp.1* (25% de la muestra de la época seca), lo cual también es manifiesto con el valor del índice de uniformidad de pecoreo (de Pielou) que fue el más bajo ($J'=0.5$).

En los siguientes meses de la época seca (diciembre, enero, febrero y marzo) el valor del índice de diversidad polínica aumentó, y de manera similar el índice de diversidad de pecoreo, lo cual está posiblemente relacionado con el aumento de temperatura en los meses de época seca (www.insivumeh.gob.gt), favoreciendo con ello el aumento en actividades de la colmena (Iwania 1977).

La abeja *Scaptotrigona pectoralis* aparentemente no presenta ninguna preferencia por las plantas según sus hábitos, ya que las especies reportadas como fuente de polen pertenecen a los hábitos herbáceos, arbustivos y arbóreos. Por otra parte, no se encontró relación entre el tipo de abertura o dehiscencia de las anteras en las flores con la preferencia en la colecta de polen por parte de *Scaptotrigona pectoralis* como se ha reportado para *Melipona beecheii* (Biesmeijer 1997). Las flores de las

plantas pertenecientes a las familias visitadas por esta abeja presentan diferencias en el tipo de dehiscencia de las anteras: las familias Mimosaceae, Melastomataceae y Myrtaceae presentan abertura poricida, y las familias Tiliaceae, Rhamnaceae, Piperaceae, Loranthaceae, Myrsinaceae presentan dehiscencia longitudinal en las anteras (Standley *et al.* 1947-1977), aunque es necesario realizar mayor investigación sobre estas conductas en las abejas.

Durante el periodo muestreado (agosto-marzo) *Scaptotrigona pectoralis* mostró un comportamiento generalista o poliléctico para la colecta de alimento, ya que ningún recurso polínico supera el 45% de la muestra total (Sánchez 2001 (b)). Esto también se reflejó en la diversidad de polen encontrado dentro de las cargas polínicas de las abejas. El comportamiento generalista le proporciona ventajas a *Scaptotrigona pectoralis* para ser aprovechada en la meliponicultura, ya que estas abejas son capaces de explotar flores con diversas características y tienen la capacidad de digerir polen de diferentes composiciones químicas (Quiroz *et al.* 2001). No ocurre lo mismo con *Melipona beecheii*, que muestra preferencias especialistas para la colecta de su alimento (Biesmeijer 1997 & Ramalho *et al.* 1990), haciéndola más vulnerable a la escasez del grupo de plantas visitado por ella.

El comportamiento poliléctico o generalista de *Scaptotrigona pectoralis* se ha observado en otras especies del género *Scaptotrigona*, como por ejemplo *Scaptotrigona hellwegeri* en un estudio realizado en México (Quiroz & Palacios 1999). Ramalho *et al.* (1990) relacionan el comportamiento generalista de algunas especies de abejas sin aguijón con el número de individuo por colmena, ya que al presentar mayor número de individuos, es posible explotar más recursos, a diferencia de una colmena que tiene pocos individuos, como es el caso de *Melipona beecheii*, y que ha sido reportada como una abeja especialista (Biesmeijer 1997).

Las especies de plantas visitadas por *Scaptotrigona pectoralis* en esta investigación coinciden con los resultados de otras investigaciones sobre abejas sin aguijón realizadas en diferentes países (Arce *et al.* 2001, Biesmeijer 1997, Landaverde *et al.* 2003, Martínez *et al.* 1993, PROMABOS 2004, Quiroz & Palacios 1999, Ramalho *et al.* 1990, Rodríguez 2005).

Los resultados obtenidos mediante la presente investigación contribuyen al desarrollo de la meliponicultura en nuestro país, ya que al conocer las plantas a partir de las cuales las abejas colectan su alimento, se podría obtener un mejor manejo de las colmenas.

9. CONCLUSIONES

- 9.1 Las principales fuentes de polen utilizadas por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto a marzo en el meliponario de la parte baja de los Cipresales de Pachalum, Quiché son *Heliocarpus sp.1*, *Vernonia sp.1*, *Calea sp.1*, *Mimosa pudica* y *Psidium guajava*.
- 9.2 *Scaptotrigona pectoralis* visitó 21 especies de plantas pertenecientes a 17 familias durante el periodo de agosto 2005 a marzo 2006 en el meliponario de la parte baja de Los Cipresales de Pachalum, Quiché.
- 9.3 *Scaptotrigona pectoralis* visitó más especies de plantas durante la época seca que durante la época lluviosa.
- 9.4 La época seca es favorece la colecta de alimento de *Scaptotrigona pectoralis*.
- 9.5 La especie más importante como fuente de polen para *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto a marzo en el meliponario de la parte baja de los Cipresales de Pachalum, Quiché es *Heliocarpus sp.1*.
- 9.6 La familia Asteraceae representa un recurso importante para *Scaptotrigona pectoralis* en la región de la parte baja de los Cipresales en Pachalum, Quiché.
- 9.7 *Scaptotrigona pectoralis* visita recursos polínicos reportados para *Melipona beecheii*, *Trigona (Tetragonisca) angustula*, y otras especies de Trigonas, lo que realza la importancia de investigar sobre los recursos importantes para este grupo de abejas nativas de los trópicos.

9.8 Con este primer estudio sobre las fuentes de polen utilizadas por *Scaptotrigona pectoralis* se conoce que es una abeja generalista para la colecta de polen, ya que visita muchas especies de plantas en un periodo determinado de tiempo.

10. RECOMENDACIONES

- 10.1 Proponer otras especies de abejas sin aguijón para ser utilizadas en la meliponicultura.
- 10.2 Realizar mayor investigación sobre los recursos florales visitados por las abejas sin aguijón para apoyar el diseño del manejo de la flora nectapolínifera de importancia para este grupo de abejas.
- 10.3 Realizar investigaciones sobre la fenología de las plantas reportadas como de importancia alimenticia para las abejas.
- 10.4 Proponer investigaciones donde se realicen comparaciones del polen colectado por las abejas y las plantas aledañas a la colmena para que el estudio sea más completo.
- 10.5 Divulgar los resultados obtenidos en investigaciones sobre los recursos florales a meliponicultores del país para que conozcan la flora silvestre de importancia como alimento para las abejas.

11. REFERENCIAS

- (1) Aguilar Monge, I. 1999. **Polinización de cultivos: una alternativa económica para la apicultura regional en el nuevo milenio.** XI Congreso Agronómico/ V Congreso Nacional de Entomología. Costa Rica.
- (2) Aguilar, I. 2001. **El potencial de las abejas sin aguijón (Apidae-Meliponinae) en los Sistemas Agroforestales.** Tercer Taller Regional de Apicultura y Meliponicultura, 23-25 de Septiembre de 2001. PRAM-CINAT, PROMABOS, El Salvador.
- (3) Arce, H., *et al.* 2001. **Árboles melíferos nativos de Mesoamérica.** Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales-CINAT-, Programa Regional de Apicultura y Meliponicultura-PRAM-, Universidad Nacional de Costa Rica-UNA-, Universiteit Utrecht-UU-. Heredia, Costa Rica.
- (4) Ayala, R. 1999. **Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera : Apidae: Meliponini).** Folia Entomológica. N. 106 pag. 1-123. México.
- (5) Biesmeijer, J.C. 1997. **Abejas sin aguijón. Su biología y organización de la colmena.** Elinkwijk BV, Utrecht.
- (6) Campbell, J.A. & Vannini. 1989. **Distribution of amphibians and reptiles in Guatemala and Belice.** U.S.A.

- (7) Cortopassi, M., Julio/2005. Comunicación vía electrónica. Departamento de Ecología General del Instituto de Biociencias de La Universidad de Sao Paulo. Brasil.
- (8) De La Cruz, J. 1982. **Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento.** Ministerio de Agricultura, ganadería y alimentación, Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Instituto Nacional Forestal, Unidad de Evaluación y Promoción, Dirección General de Servicios Agrícolas. Guatemala.
- (9) Engel, M.S. & Dingemans-Bakels F. 1980. **Nectar and pollen resources for stingless bees (Meliponinae, Hymenoptera) in Surinam (South América)** Apidologie 11 (4). Francia.
- (10) Enríquez, E., *et al.* (a). 2005. **Conocimiento tradicional acerca de la biología y manejo de abejas nativas sin aguijón en Chiquimula.** Revista Agricultura. Año VIII N. 69. Guatemala.
- (11) Enríquez, E. & Yurrita, C. (b). 2005. **Problemática actual y perspectivas de la meliponicultura en Guatemala, Centro América.** Memorias del IV Seminario y Taller de abejas nativas sin aguijón. Chalatenango, El Salvador.
- (12) Enríquez, E., *et al.* 2006. **Biología y reproducción de abejas nativas (manual).** Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC-, Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología-LENAP-. Guatemala.

- (13) Flores, R. 1989. **Identificación de granos de polen de algunas familias comunes en el área central de la República de Guatemala.** Universidad de San Carlos de Guatemala-USAC-. Guatemala.
- (14) Gonzáles Acereto, J. & Medina, L. 1999. ***Scaptotrigona pectoralis*: una abeja nativa con potencial de ser explotada en el trópico de México.** Memorias XIII Seminario Americano de Apicultura, Michoacán, México.
- (15) Guzmán, M., *et al.* 2005. **Influencia de la densidad y distribución de *Scaptotrigona mexicana* Guérin-Meneville (Apidae:Meliponini) en la producción de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) en la región del Soconusco, Chiapas, México.** Memorias del IV Seminario Mesoamericano sobre abejas sin aguijón. El Salvador.
- (16) Guzmán, M., *et al.* 2003. **Biología, Manejo y Conservación de las abejas nativas sin aguijón.** Colegio de la Frontera Sur, Universidad Autónoma de Chiapas y Conservation International México, A.C. México.
- (17) Iwania Satoko. 1977. **A influencia de fatores climáticos na atividade externa de *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponinae).** Bolm. Zool. Universidad Sao Paulo No2. Brasil.
- (18) Landaverde, V. Junio/2004. Comunicación personal. PROMABOS. San Salvador, El Salvador.

- (19) Landaverde, V., *et al.* 2003. **Dominancia temporal de polen de plantas nectapoliníferas por *Melipona beecheii* en el Salvador y de plantas poliníferas por *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* en Costa Rica.** III Seminario Mesoamericano sobre abejas sin aguijón. Tapachula, Chiapas, México.
- (20) Lozano, M. & Martínez, E. 1990. **Palinología de los Tuxtlas: Especies arbóreas Parte I.** Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM-. Publicaciones Especiales 3. México.
- (21) Marroquín, A. 2000. **Sistemática e historia natural de las abejas (Hymenoptera: Apoidea) de Guatemala.** Guatemala. Universidad de San Carlos, (Tesis de Graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Guatemala.
- (22) Martínez, E., *et al.* 1993. **Atlas de las plantas y el polen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chiapas, México.** Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. México.
- (23) Michener, C. 2000. **The bees of the World.** The John Hopkins University Press. U.S.A.
- (24) Michener, C. 1994. **The bee genera of North and Central América (Hymenoptera: Apoidea).** Smithsonian Institution. U.S.A.

- (25) Montenegro, G, & Gómez, M. 1997. **Manual de Trabajos prácticos del curso Anatomía y evolución del cuerpo vegetativo de las plantas verdes.** Red Latinoamericana de Botánica. La Habana, Cuba.
- (26) Nave, F. 2006. Comunicación personal. Centro de Informática y Estadística de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- (27) Nogueira-Neto, P. 1997. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão.** Editora Nogueirapis. Brasil.
- (28) Ortiz, A. 2001. **Productos de las abejas: diversificación y beneficios para la salud humana.** Tercer taller Regional de apicultura y Meliponicultura 23-25 de Septiembre. PRAM-CINAT, PROMABOS. El Salvador.
- (29) Páez, G. 1998. **Determinación del potencial polinífero en colmenas de *Apis mellifera* L. (Hym.Apidae) en la zona de San Gerardo de Chomes, Puntarenas, Costa Rica.** Universidad Nacional, Campus Omar Dento. Informe de Tesis. Heredia, Costa Rica.
- (30) Proyecto de Manejo de Abejas y del Bosque (PROMABOS). 2004. **Árboles melíferos para reforestar, hojas divulgativas.** San Salvador, El Salvador.
- (31) Quezada, J. 2005. **Biología y uso de las abejas sin aguijón de la Península de Yucatán, México (Hymenoptera: Meliponini).** Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.

- (32) Quiroz, D. *et al.* 2001. **Nest provisions and pollen foraging in three species of solitary bees (Hymenoptera :Apidae) from Jalisco, México.** Journal of the Kansas Entomological Society. 74 (2). U.S.A.
- (33) Quiroz, D. & Palacios, R. 1999. **Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Centris inermis* Friese (Hymenoptera:Apidae) en Chamela, Jalisco, México.** POLIBOTÁNICA N. 10 pag. 29-72. México.
- (34) Ramalho M., *et al.* 1990. **Important bee plants for stingless bees (*Melipona* and *Trigonini*) and Africanized honeybees (*Apis mellifera*) in neotropical habitats: a review.** Apidologie Vol. 21 pag 469-488. Francia.
- (35) Roubik, D. & Moreno, J. 1991. **Pollen and spores of Barro Colorado Island.** Missouri Botanical Garden. U.S.A.
- (36) Rodríguez, A. 2005. **Estudio del forrajeo de polen por obreras de *Melipona fasciata* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) en el piedemonte llanero colombiano, (Acacias-Meta-Colombia).** IV Seminario mesoamericano sobre abejas sin aguijón. Chalatenango, El Salvador.
- (37) SAGAR. 1998. **Flora nectarífera y polinífera en la península de Yucatán.** Secretaría de Agricultura, Ganadería y desarrollo Rural-SAGAR-. México.
- (38) Sánchez, L. 2001(a) **Importancia de la polinización para el ecosistema y para los agroecosistemas.** Tercer Taller Regional de Apicultura y Meliponicultura. PRAM-CINAT, PROMABOS. El Salvador.

- (39) Sánchez, L. 2001(b). **Métodos palinológicos. Curso de capacitación.** PROMABOS. San Salvador, El Salvador.
- (40) Standley *et al.* 1947-1977. **Flora of Guatemala.** Chicago Natural Museum, USA. Fieldiana Botany Vol.24. U.S.A.
- (41) Stephen, E. 1999. **Estudio de la Flora apícola presente en la zona de San Gerardo de Chomes, Puntarenas, Costa Rica.** Informe de Tesis. Heredia, Costa Rica.
- (42) Velthuis, H. 1997. **Stingless bees.** Department of Ethology, Utrecht University. The Netherlands and Department of Ecology, University of São Paulo. Brazil.
- (43) Wille, A. 1983. **Biology of the stingless bees.** Ann. Rev. Entomol. Vol 28 pag. 41-64.
- (44) www.pachalum.com
- (45) <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- (46) www.insivumeh.gob.gt

12. ANEXOS

12.1 Anexo I

Método de acetólisis para cargas de polen (Sánchez 2001)

1. Tomar la carga de polen y disolverla en un poco de agua dentro de un tubo previamente marcado (se puede usar un agitador para disolver)
2. Adicionar agua para llenar el tubo
3. En algunas ocasiones para disolver el polen seco es conveniente hervir las muestras pero solo por poco tiempo. Este paso tiene el inconveniente de incrementar el volumen de algunos granos de polen.
4. Igualar volúmenes de los tubos para centrifugar, si es necesario utilizar balanza.
5. Centrifugar 4 minutos a 3000 r.p.m.
6. Decantar los tubos de un golpe.
7. Llenar con agua, homogenizar la muestra utilizando una varilla para cada tubo e igualar volúmenes.
8. Centrifugar por 4 minutos a 3000 r.p.m.
9. Decantar los tubos de un golpe.
10. Adicionar volúmenes iguales de ácido acético y centrifugar (4 minutos a 3000 r.p.m.).
11. Decantar a beaker rotulado para ácido acético (en capilla).
12. En capilla preparar la solución de acetólisis (9 partes de anhídrido acético ($C_4H_6=3$) + 1 parte de H_2SO_4 ****Cuidado:** adicionar siempre el H_2SO_4 al anhídrido acético, lentamente (gota a gota)**
13. Adicionar entre 5 o 6 ml de la mezcla a cada tubo.

14. calentar en estufa para tubos por 6 minutos a 100° C (Este calentamiento también se puede hacer en baño maría con mucho **Cuidado**: tratar de que nunca el agua entre en contacto con la mezcla.
15. La indicación de reacción óptima es un cambio de color a café oscuro, **cuidado**: no se debe sobrecalentar la mezcla pues la reacción se torna muy violenta y hay peligro de explosión de los tubos.
16. Centrifugar por 4 minutos y decantar al beaker que contiene el ácido acético.
17. Llenar los tubos con agua desmineralizada o destilada, centrifugar y decantar.
18. Repetir el paso anterior.
19. Preparar solución de glicerol (50% glicerina + 50% agua).
20. Llenar el tubo con glicerol (el glicerol permite que el polen se mantenga fresco por buen tiempo).
21. Centrifugar y decantar en pila y dejar los tubos en posición completamente vertical.
22. Colocar un papel absorbente en la gradilla porta tubos para recoger el exceso de glicerol
23. En la parte superior del tubo quedan embebidos los granos de polen.
24. Se colocan los tubos a secar en estufa por 15-30 minutos a 60 ° C, si no hay estufa hay que guardar en un gabinete protegido de la luz por 24 horas.
25. Se procede a elaborar las láminas.

12.2 Anexo II

Estandarización de la técnica de acetólisis (Modificación a Sánchez 2001)

Durante esta investigación se realizó una estandarización para trabajar las muestras de polen de *Scaptotrigona pectoralis* que se encontraban almacenadas en tubos de microcentrifugación de 1500 μ l. La estandarización fue realizada por María José Dardón y Mabel Vásquez Soto, y consiste en algunas modificaciones a la metodología utilizada por Sánchez (2001). Para esta estandarización se utilizó equipo del Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología-LENAP-específicamente del área de biología molecular.

Procedimiento para trabajar cargas de polen

1. Rotular los tubos de ensayo con masking tape y con marcador indeleble.
2. Con una micropipeta agregar 1000 μ l de agua destilada al tubo de microcentrifugación conteniendo la muestra de polen. Cerrar el tubo.
3. Agitar con un vortex
4. Sacar 800 μ l de la solución y pasarlo a otro tubo de microcentrifugación. Cerrar los tubos.
5. Colocar los tubos de microcentrifugación en la centrifugadora especial.
6. Centrifugar a 4000 r.p.m. durante 4 minutos.
7. Decantar el sobrenadante en el lavadero.
8. Adicionar 600 μ l de ácido acético a los tubos. Cerrar los tubos.
9. Centrifugar a 4000 r.p.m. durante 4 minutos.
10. Decantar en un beaker especial para desechos ácidos dentro de la campana de extracción de gases.
11. Dentro de la campana de extracción de gases preparar la solución de acetólisis (9 partes de anhídrido acético ($C_4H_6=3$) + 1 parte de H_2SO_4

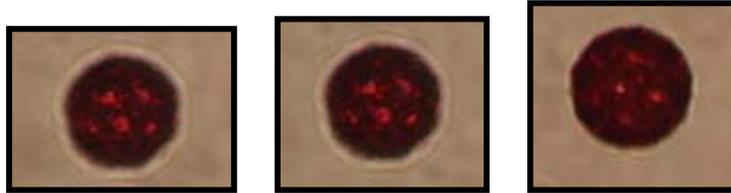
****Cuidado:** adicionar siempre el H₂SO₄ al anhídrido acético, lentamente (gota a gota)** tomando en cuenta que se debe adicionar 1000 μ l de solución a cada tubo.

12. Adicionar 1000 μ l de la solución de acetólisis a cada tubo de microcentrifugación. Dejar abiertos los tubos.
13. Colocar la estufa para tubos de microcentrifugación a 100°C y colocar todos los tubos abiertos. Se alcanza la reacción óptima cuando la solución se torna de color marrón, teniendo el cuidado de sacar los tubos cuando ocurra esta reacción.
14. Colocar los tubos cerrados en la centrifugadora especial, y centrifugar a 4000 r.p.m. durante 4 minutos.
15. Decantar dentro de la campana de extracción de gases en el beaker especial para desechos ácidos.
16. Adicionar 800 μ l de agua desmineralizada a cada tubo. Cerrar los tubos.
17. Centrifugar a 4000 r.p.m. durante 4 minutos.
18. Decantar en el lavadero.
19. Repetir el paso anterior.
20. Preparar solución de glicerol (50% agua + 50% glicerina)
21. Adicionar 800 μ l de glicerol y 200 μ l de safranina a cada tubo.
22. Dejar 15 minutos reposando.
23. Centrifugar a 4000 r.p.m. durante 4 minutos.
24. Decantar en el lavadero teniendo cuidado de no perder el precipitado.
25. Colocar los tubos dentro de una secadora a 60°C para eliminar el exceso de humedad.
26. Realizar láminas fijas.

12.3 Anexo III

Fotos del polen colectado por *Scaptotrigona pectoralis* durante los meses de agosto a marzo 2006 en la parte baja de Los Cipresales, Pachalum, Quiché

FAMILIA AMARANTHACEAE



Alternanthera sp.1

FAMILIA ANACARDIACEAE



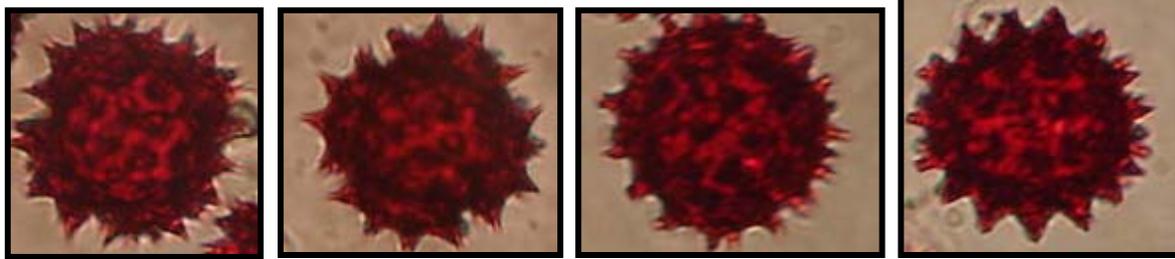
Mangifera indica

FAMILIA ASTERACEAE

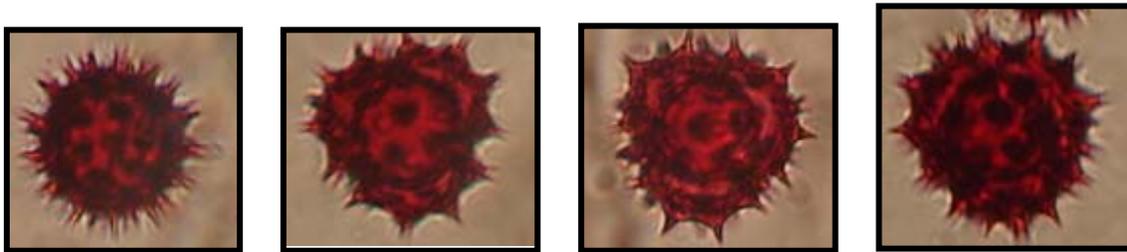


Calea sp.1

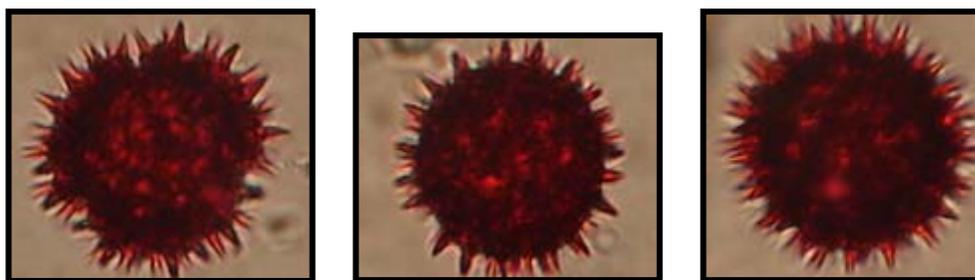
FAMILIA ASTERACEAE

*Conyza sp.1*

FAMILIA ASTERACEAE

*Verbesina sp.1*

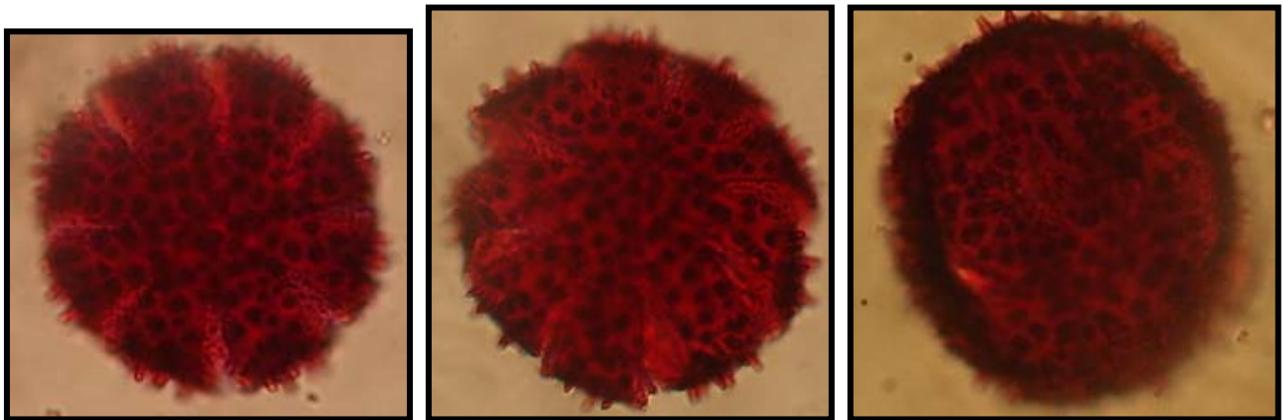
FAMILIA ASTERACEAE

*Vernonia sp.1*

FAMILIA ASTERACEAE

*Erigeron sp.1*

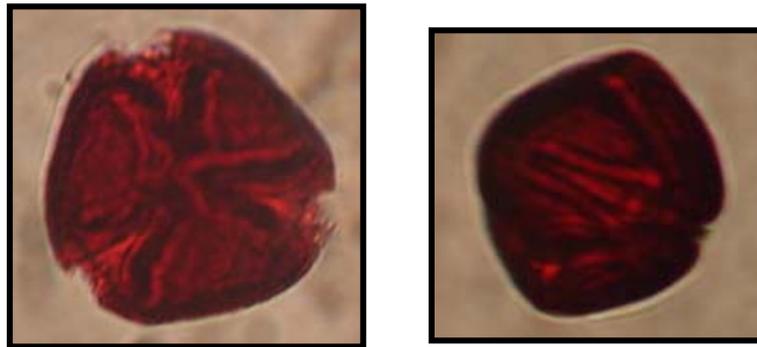
FAMILIA BIGNONIACEAE

*Amphilophium sp.1*

FAMILIA EUPHORBIACEAE

*Ricinus comunis*

FAMILIA FABACEAE

*Desmodium sp.1*

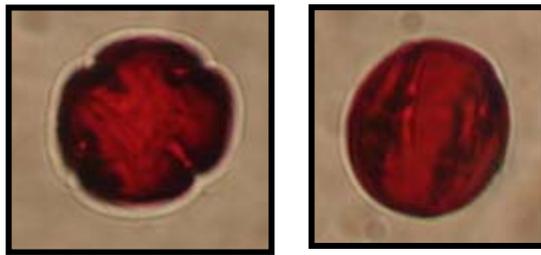
FAMILIA LORANTHACEAE

*Psittacanthus sp.1*

FAMILIA MELASTOMATACEAE

*Conostegia sp.1*

FAMILIA MELIACEAE

*Cedrela mexicana*

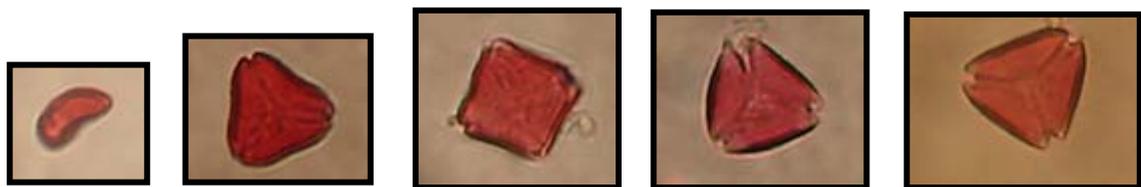
FAMILIA MIMOSACEAE

*Mimosa pudica*

FAMILIA MYRSINACEAE

*Ardisia sp.1*

FAMILIA MYRTACEAE

*Psidium guajava*

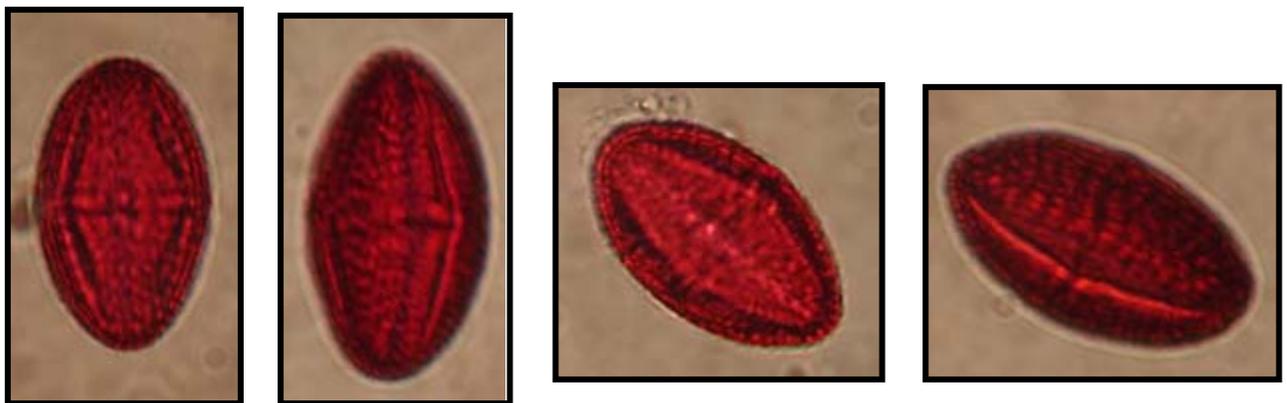
FAMILIA PIPERACEAE

*Piper sp.1*

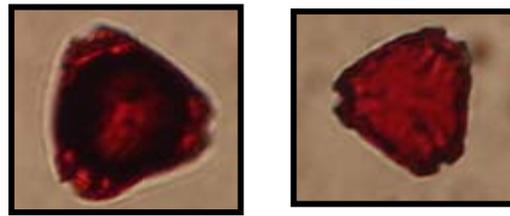
FAMILIA RHAMNACEAE

*Gouania sp.1*

FAMILIA TILIACEAE

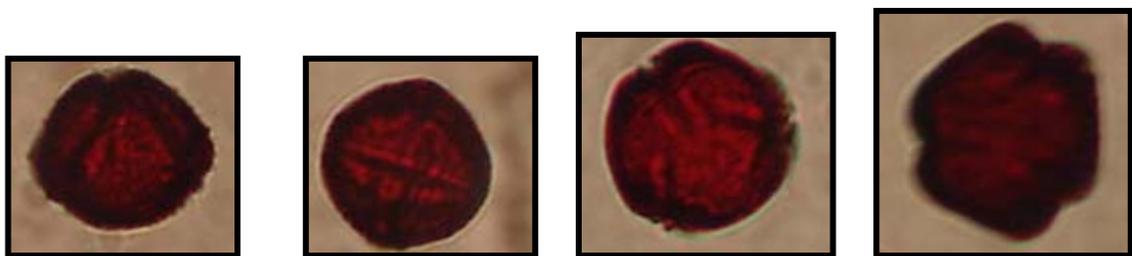
*Heliocarpus sp.1*

FAMILIA No.1



Especie 1

FAMILIA No.2



Especie 1