



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Dirección General de Investigación -DIGI-



Guatemala, 10 de Enero de 2007.

**INFORME FINAL**  
**Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición.**

**Título del Proyecto:**

"Caracterización de la Miel de Meliponinos de Distintas Regiones Biogeográficas de Guatemala".

**Equipo de Investigación:**

Coordinadora: Licda. María Eunice Enríquez Cottón.  
Investigadora Principal: Licda. María José Dardón Peralta

**Unidad Académica Avaladora:**

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

**Centro de Investigación:**

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas -IIQB-

**Unidad Ejecutora:**

Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología -LENAP-, Escuela de Biología.

**Período de realización:**

Enero a Diciembre de 2006.

## INDICE

Resumen	2
Justificación	2
Marco teórico	3
Objetivos	7
Hipótesis	8
Metodología	8
Diseño experimental	8
Procedimiento	9
Resultados y discusión	14
Conclusiones	33
Recomendaciones	35
Bibliografía	35
Anexos	

## RESUMEN

Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae), exclusivas de los trópicos, presentan un alta diversidad en América tropical en donde se encuentra aproximadamente 300 especies. Son abejas sociales que viven en colonias y almacenan alimento, como miel y polen (Roubik, 1992). La miel es uno de los productos de la colmena más utilizados por el hombre, especialmente con fines terapéuticos desde tiempos precolombinos (López 1997). En Guatemala, se han reportado 33 especies de meliponinos y a la miel de la mayoría de estas especies se atribuye propiedades curativas, por lo que tienen un gran potencial para su comercialización como medicina alternativa. Validar el uso terapéutico de la miel de abejas sin aguijón es una necesidad, lo cual impulsaría su comercialización. Beneficiando económicamente a las comunidades vinculadas con la crianza de las abejas sin aguijón y que tienen la disponibilidad de los bosques como recursos alimenticios para las abejas y para el desarrollo de la meliponicultura (crianza de abejas sin aguijón).

Para impulsar la comercialización de la miel de meliponinos de Guatemala en el mercado nacional e internacional es necesario tener un control de la calidad, por lo que hay que establecer parámetros en base a sus características. En este trabajo de investigación se realizó una caracterización fisicoquímica, a mieles de tres géneros de meliponinos. Realizando análisis de humedad, acidez, cenizas, hidroximetilfurfural, actividad de la diastasa, pH, azúcares reductores y sacarosa, propuestos por la Comisión Internacional de la miel -IHC- (S. Bogdanov et al 2002). Dichas mieles presentan los siguientes parámetro fisicoquímicos (promedios): Azúcares reductores 67.96, Azúcares totales 71.00, Sacarosa 3.07, PH 4.09, Acidez 21.09, humedad 19.55, cenizas 0.23, Diastasa 14.26 e hidroximetilfurfural 0.01. Así mismo se establecieron los mismos parámetro por género y especies de abejas sin aguijón. Además se realizaron análisis melisopalinológicos en 61 muestras de miel identificando un total de 19 familias vegetales, esto nos da un indicio de los recursos florales que visitan las abejas sin aguijón en nuestro país. También se evaluó la actividad antibacteriana del total de muestras de miel contra ocho microorganismos, vinculados con afecciones respiratorias, gastrointestinales y cutáneas. Se determinó que la miel de siete especies de abejas sin aguijón presenta actividad antibacteriana en un intervalo del 2.5 al 10 % de dilución. Se recomienda realizar estudios con un mayor número de muestras de las mieles de *Nannotrigona perilampoides* quien presentó actividad antibacteriana en las menores diluciones.

## JUSTIFICACIÓN

La caracterización de la miel de meliponinos es de mucha importancia debido a que estas mieles se están comercializando actualmente, sin conocer sus características fisicoquímicas, propiedades antibacterianas, el origen botánico ni el origen entomológico de las mismas. La comercialización de las mieles de abejas nativas ha

incrementado por el valor terapéutico que se le atribuye, sin embargo como podremos establecer un control de calidad en lo que consumimos si no se establecen estándares? Para establecer estándares de calidad de la miel se deben realizar estimaciones de las distintas propiedades físicoquímicas y biológicas, lo cual se está iniciando a nivel de los trópicos del mundo, donde existen abejas nativas sin aguijón. Esta información es de mucha importancia para la comercialización de la miel de los meliponinos, tanto a nivel nacional como internacional.

Con la presente investigación se podrán proponer estándares de calidad para en un futuro establecer un control de la miel de meliponinos; se validará el conocimiento tradicional que le atribuye muchas propiedades terapéuticas, lo que le dará un valor agregado; se aportará conocimientos sobre el origen botánico de la miel de los distintos géneros de meliponinos; y de esta manera hacer de la meliponicultura una alternativa económica bien remunerada para los meliponicultores de cada región del país.

## **MARCO TEÓRICO**

### **ABEJAS NATIVAS SIN AGUIJON O MELIPONINOS**

Dentro del orden Hymenoptera, superfamilia Apoidea están incluidas las abejas, las cuales son de gran importancia debido a que juegan un papel importante en los procesos ecológicos como polinizadores de plantas, al coleccionar polen y néctar o aceites de angiospermas, los cuales utilizan para proveer alimento a sus larvas. Las abejas miden entre 2 y 39 mm de largo, sin embargo existen algunas con mayor tamaño. La mayoría presenta una biomasa de menos de 1 mg a más de 1 g. Se caracterizan por tener el cuerpo cubierto de pelos, los cuales suelen ser ramificados o plumosos (Ayala 1998 ; Marroquín 2000).

Se clasifican en 10 familias que incluyen más de 20,000 especies en todo el mundo (Michener 1994). Dentro de la familia Apidae, se encuentran las abejas sin aguijón (sub familia Meliponinae) y las abejas de miel (sub familia Apinae), las cuales son las únicas subfamilias que son verdaderamente sociales y que presentan colonias que acumulan grandes cantidades de alimento. Las abejas sin aguijón, exclusivas de los trópicos, alcanzan las 400 especies y son más abundantes en los trópicos de América (Ayala 1999). En Guatemala se han identificado a la fecha 32 especies de meliponinos, sin embargo estos son resultados parciales ya que no se han realizado colectas en todo el país (Colección Entomológica, Lenap).

### **ABEJAS SIN AGUIJÓN UTILIZADAS EN GUATEMALA:**

Antes de la conquista española los antiguos mayas de la Península de Yucatán practicaban la crianza de diversas especies de abejas sin aguijón nativas del área. La principal abeja nativa cultivada fue *Melipona beecheii*, que alcanzó un mayor

desarrollo debido a que es una especie de fácil manejo, abundante en el área y en especial a que su miel era utilizada en rituales ceremoniales, como producto medicinal y alimenticio (Villanueva 2003). *Melipona beecheii* aún se mantiene en troncos de algunas casas de comunidades rurales, reportado principalmente en regiones como Santa Rosa y Chiquimula, en donde también suelen mantener colmenas de *Tetragonisca angustula*. Las personas conservan colmenas en sus casas, empleando la miel y otros productos de la colmena como alimento o para el tratamiento de diversas afecciones. En especial la miel blanca, producida por *Melipona beecheii*, la cual suele ser utilizada para el tratamiento de enfermedades como diarreas, gastritis, llagas, problemas respiratorios, golpes, entre otros (Enríquez, et al. 2004).

Las abejas utilizadas en Guatemala para la obtención de miel y otros productos se presentan en la siguiente tabla, en la cual se indican los nombres comunes que se le dan a estas abejas (Enríquez, et al. 2004). Cabe mencionar que este debe ser considerado como un listado preliminar ya que sólo se tomaron en cuenta dos regiones para obtener este listado.

Nombre científico	Nombre común
<i>Melipona beecheii</i>	Colmena grande, criolla
<i>Melipona yucatanica</i>	Tinzuca
<i>Tetragonisca angustula</i>	Chúmelo, doncella
<i>Geotrigona acapulconis</i>	Talnete
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Magua canche, alazán, congo canche
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Magua negro, congo negro
<i>Plebeia sp.</i>	Serenita, Chelerita, Sarquita, Boca de sapo, Hoyito de gallina.
<i>Trigona nigerrima</i>	Joloncan,
<i>Partamona bilineata</i>	Sacar, Cushusho.
<i>Cephalotrigona sp</i>	Congo mandinga
<i>Trigona fulviventris</i>	Culo de señora, Mandinga

Así mismo es necesario conocer los meliponinos que existen en cada región y que puedan ser propuestos para el cultivo tecnificado de éstas abejas. Por lo que es necesario llevar a cabo colectas sistemáticas en áreas importantes, y con esto conocer la apifauna de meliponinos de cada lugar disponible para la crianza, con el objetivo de la obtención de miel.

## USOS DE LA MIEL DE MELIPONINOS:

La miel de meliponinos es utilizada en Mesoamérica, desde antes de la conquista española. Los mayas criaban abejas nativas sin aguijón, llegando a formar meliponarios con cientos de colmenas. La miel era utilizada con fines ceremoniales, como producto medicinal y como alimento, sin embargo con la llegada de los españoles a América se introdujo la abeja europea quien posee mayor capacidad de producción de miel desplazando la crianza de abejas nativas (Villanueva 2003).

Actualmente en Guatemala la crianza de abejas sin aguijón esta restringida a pequeños grupos, quiénes utilizan especialmente la miel, a la que atribuyen propiedades medicinales, en particular para el tratamiento de enfermedades gastrointestinales, oftalmológicas, dermatológicas, etc. Estudios realizados han tratado de rescatar este conocimiento por medio de encuestas realizadas a meliponicultores en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa y Esquipulas, Chiquimula, se reporta el uso de la miel de meliponinos, para el tratamiento de diversas afecciones. En Guatemala se han realizado algunas investigaciones que demuestran la efectividad antibacteriana contra agentes causales de la mastitis en el ganado, géneros *Staphylococcus*, *Aerococcus*, *Actinomyces* y *Escherichia*, que también suelen atacar al humano (Enríquez, et al 2004, Enríquez, et al 2001).

### Uso Medicinal de la Miel de Meliponinos

Abeja	Uso que se le da
<i>Melipona beecheii</i> (colmena grande, Criolla)	Diarrea, hepatitis, gastritis, llagas, heridas, dietas post-parto, insomnio, manchas en la cara, problemas respiratorios, dolores menstruales, golpes, vitaminas.
<i>Tetragonisca angustula</i> (Doncella, Chumelo)	Catarata, pterigión, úlcera, golpes, malestar estomacal.
<i>Geotrigona acapulconis</i> (Talnete)	Fracturas, golpes, diferentes afecciones oculares y golpes internos.
<i>Trigona nigerrima</i> (Joloncan)	Tos.
<i>Plebeia</i> sp. (Serenita, Chelerita)	Inflamación, fatiga, cataratas, pterigión, tos, golpes en la cabeza.

### MELIPONICULTURA COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA

La meliponicultura es la crianza de abejas sin aguijón, la cual se lleva a cabo en Guatemala de forma tradicional con técnicas relativamente sencillas. La meliponicultura permite obtener los productos de la colmena como miel, polen, cera y

propóleo. Las personas en algunas comunidades le dan empleo a todos estos productos y en algunos casos suelen comercializarlos, principalmente la miel. Existe una demanda local por este producto dada la atribución de beneficios terapéuticos que elevan su precio considerablemente en comparación con la miel de *Apis mellifera*.

Considerando que no es una actividad que necesite de mucho tiempo para ser llevada a cabo, la meliponicultura representa una importante alternativa económica para comunidades rurales que pueden ser beneficiadas si existiese un mercado nacional o internacional para la comercialización de la miel y otros productos de la colmena de abejas sin aguijón.

#### MIEL DE MELIPONINOS:

La miel producida por *Apis mellifera* ha sido definida como un fluido dulce, denso, transparente y viscoso; resultante de la acción enzimática de las abejas sobre el néctar de las flores y exudados de las partes vivas de las plantas. De éste modo el néctar es enriquecido con fermentos, ácidos y albúmina de la abeja (López 1997 ; White 1971). En general la miel presenta diversas características las cuales han sido estudiadas para reconocer diversos tipos de miel, principalmente llegan a variar por factores como el recurso floral disponible para la obtención de polen y néctar (Molan 1992). Vit en el 2004, publicó la composición bioquímica de la miel de algunas especies de abejas sin aguijón, en la que señala la alta cantidad de monosacáridos, que constituyen el 60 - 80 % de la miel; agua, alrededor de un 15 a 20 %; minerales; sustancias nitrogenadas; ácidos orgánicos los cuales confieren a la miel un pH de 3.6 a 4.2; enzimas; vitaminas y hormonas; inhibinas, a las que se les atribuye actividad antibiótica.

Para el análisis de mieles existen diversas pruebas físico-químicas importantes, algunas de las cuales presentan elevados costos para su realización. Las pruebas más importantes y accesibles son las de acidez libre y total, humedad, azúcares y cenizas. Estas pruebas nos indican las principales características de la miel y que muchas veces se relacionan con las propiedades antibacterianas. Existen 7 características físico-químicas utilizadas para determinar la calidad de la miel de *Apis mellifera*, actualmente se propone que los valores de estos parámetros sean modificados para que la miel producida por las abejas sin aguijón pueda ser comercializada a nivel internacional (Vit, et al. 2004).

En la siguiente tabla se presentan los valores estándares, sugeridos para la Comisión del Codex Alimenticio para la composición de la miel de dos grupos importantes de meliponinos (Vit, et al 2004).

Composición de la miel	Meliponas	Trigonas	Scaptotrigonas
Contenido de agua (g/100g)	Max. 30.0	Max. 30.0	Max. 30.0
Azúcares reductores (g/100g)	Min. 50.0	Min. 50.0	Min. 50.0
Sucrosa (g/100g)	Max. 6.0	Max. 6.0	Max. 2.0
Acidez (meq/100g)	Max. 70.0	Max. 75.0	Max. 85.0
Cenizas (g/100g)	Max. 0.5	Max. 0.5	Max. 0.5
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	Max. 40.0	Max. 40.0	Max. 40.0
Actividad de la Diastasa (DN)	Min. 3.0	Min. 7.0	Min. 3.0

Fuente: Vit, et al 2004.

Las prácticas populares han despertado el interés de realizar diversos trabajos de investigación en países como Venezuela, México y Costa Rica, en donde se ha evaluado la actividad antibacteriana de la miel, además de determinar las características físico-químicas de la misma. Se ha demostrado que existe relación entre las características de la miel y la zona geográfica de la cual provienen, lo que hace primordial la caracterización de las mieles de cada región (Vit 1994, Vit et al 2004, Demera & Angert 2004, Grajales et al 2003). Guatemala cuenta con 10 zonas biogeográficas (Stuart 1942) las cuales han sido determinadas en base a la vegetación que las caracteriza, por lo que debe realizarse un estudio de las mieles de meliponinos de cada zona biogeográfica. Esto generará información acerca de las cualidades de la miel que será de gran beneficio para los meliponicultores de cada área. Se hace necesario estipular los estándares de calidad para la miel de meliponinos con el objetivo de abrir un mercado internacional para su venta, tomando en cuenta parámetros fisicoquímicos, biológicos y su efectividad antibacteriana (Vit et al 2004).

## OBJETIVOS

### 1. General:

- Caracterizar la miel de los géneros *Melipona*, *Trigona* y *Scaptotrigona* de Guatemala para establecer estándares de calidad.

- Determinar si las zonas biogeográficas ejercen una influencia en las características físicas y biológicas de la miel de meliponinos.

## **2. Específicos:**

- Determinar las características físico-químicas de la miel de tres géneros de meliponinos de 5 regiones biogeográficas.
- Determinar las características melisopalinológicas de tres géneros de meliponinos de 5 regiones biogeográficas.
- Determinar la efectividad antibacteriana de la miel de tres géneros de meliponinos de 5 regiones biogeográficas.
- Determinar las especies de meliponinos potenciales para el cultivo en cada una de las regiones biogeográficas estudiadas.
- Generar información necesaria para impulsar la meliponicultura y el comercio nacional e internacional de la miel de meliponinos en Guatemala.

## **HIPÓTESIS**

El tipo de región biogeográfica ejerce una influencia sobre las características de la miel de meliponinos.

## **METODOLOGÍA**

### **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Unidad Experimental: Miel de abejas nativas sin aguijón de Guatemala.

Unidad Muestral: Cuatro muestras de miel de tres géneros de abejas nativas sin aguijón de cinco zonas biogeográficas del país.

Variable Independiente: Tres géneros de abejas nativas sin aguijón; cinco Zonas biogeográficas de Guatemala.

Variable de Respuesta: características físico-químicas de las mieles de abejas nativas sin aguijón; % mínimo inhibitorio para algunas bacterias de las mieles de abejas

nativas sin aguijón; Familias del recurso floral utilizado por las abejas para la obtención de polen.

Distribución Temporal: Colecta de mieles de febrero a abril 2006.

Distribución Espacial: Cinco zonas biogeográficas (Stuart 1942, modificada por Campbell y Vannini 1989): 1. Petenera (Petén e Izabal); 2. Queqchí (Alta Verapaz); 3. Trifinio-El Portillo (Chiquimula); 4. Escuintleca (Retalhuleu, ); 5. Chimalteca (Santa Rosa, Ciudad Capital, Quiché).

## **PROCEDIMIENTO**

### **Contacto con Meliponicultores**

Para dar inicio al proyecto de caracterización de la miel de meliponinos de Guatemala fue necesario establecer contacto con las personas que poseen colmenas de abejas sin aguijón, especialmente aquellos que desarrollan la actividad desde hace varios años, esperando poder realizar la toma de muestra de forma fácil y a la vez divulgar la importancia de este trabajo de investigación. Dado que el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología LENAP, ha realizado trabajos de investigación que incluyen el conocimiento tradicional vinculado a las abejas nativas sin aguijón, se contaba con listados dispersos de personas que trabajan con abejas en algunos lugares del país. Se procedió a unificar esta información y elaborar un listado en el que se incluye nombre del meliponicultor, especies de abejas sin aguijón que cría, lugar en donde se encuentra el meliponario o las abejas, teléfono o correo electrónico en el que se pueda contactar, institución a la que pertenece (si fuera el caso) o nombre de la persona que nos puede vincular con él o ella. Más adelante se contactó a estas personas para verificar o modificar los datos.

### **Colecta de muestras de miel**

Se trabajó en cinco regiones biogeográficas de Guatemala, siendo la primera la Petenera, en donde se visitó Poptún, Santa Elena e Izabal. Posteriormente la Queqchí, visitando Carchá, Chisec, Alta Verapaz y Purulhá, Baja Verapaz. La zona Escuintleca trabajando en Retalhuleu, San Marcos y Colimba, Costa Cuca, Quetzaltenango. El Trifinio-Portillo abarca una zona muy pequeña por lo que se trabajó únicamente en Esquipulas, Chiquimula donde se había trabajado previamente en otros proyectos de investigación. Por último la Chimalteca, visitando Pachalum-Quiché, Santa Rosa, Jutiapa y Ciudad Capital. En la visita a cada meliponario se tomaron datos de las coordenadas geográficas empleando un GPS. En el Laboratorio se realizó un mapa en el que se muestra la ubicación exacta de cada punto trabajado (Ver Anexos Fig. 1).

Se visitaron 22 sitios, 11 sitios corresponden a meliponarios (con más de cinco colmenas de abejas sin aguijón), los otros sitios de muestreo corresponden a casas en las que las personas mantienen unas pocas colmenas.

La colecta de muestras de miel se realizó en los meses de marzo y abril; fecha en que los meliponicultores acostumbran extraer miel de sus colmenas. Para la toma de muestras era necesario reunir el material indispensable, entre lo que se incluyen jeringas, manguera plástica, botes de 100 50 y 15 ml., GPS, cuchillas, palanganas, velos, cámara fotográfica, hielera, brochas, papel aluminio, marcadores, martillo, cincel, servilletas de tela, boletas, navaja, etc. Para la colecta de las mieles se procedió de dos formas distintas, esto dependiendo del tipo de colmena en que se encontraran las abejas. Si estas se encontraban en cajas racionales o tecnificadas, se levantaba la tapa superior con una cuchilla, luego con una navaja se abría un orificio en las estructuras que contienen la miel (potes de miel). Con una jeringa y su adaptador (ver Anexos fig. 2) se procedía a extraer la miel y depositarla en un recipiente plástico forrado con papel aluminio para evitar el contacto con la luz (Ver Anexos Fig. 3).

Para el caso de colmenas de abejas que se encontraban en troncos de árboles o "corchos", era necesario abrir una de las tapaderas ubicadas a los lados del mismo. Esta generalmente se encuentra sellada con barro, por lo que es necesario romperla con cincel y martillo. Se limpia la superficie interna del corcho empleando una brocha o servilleta de tela, luego con una cuchilla se perforan los potes de miel, se inclina el tronco y se decanta la miel en una palangana o directamente en los recipientes plásticos, luego se forran las muestras con papel aluminio, como se indicó anteriormente. Al finalizar se sella la tapadera del corcho empleando barro nuevo (ver Anexos fig. 4).

Las muestras de miel eran etiquetadas y se almacenaron en una hielera para luego mantenerlas a 4° C en una refrigeradora hasta realizar los análisis correspondientes. En los lugares donde se tomaron las muestras de miel se llenó una boleta para cada muestra, los datos fueron los siguientes: coordenadas geográficas, altitud, nombre común de la abeja, tipo de colmena (tronco, caja, otro), si dan alimentación a las abejas, vegetación del área, características organolépticas de la miel vistas al momento de extracción y forma de extracción de la miel.

Se obtuvieron 63 muestras de miel de 7 géneros de abejas nativas sin aguijón de cinco regiones biogeográficas de Guatemala.

Todas las muestras fueron denominadas con un código, las primeras letras indican la especie a la que corresponde: MB=*Melipona beecheii*, MS=*Melipona solani*, TA=*Tetragonisca angustula*, Tal= Talnete (*Geotrigona acapulconis*), SM=*Scaptotrigona mexicana*, SP=*Scaptotrigona pectoralis*, Pl=*Plebeia* sp., MY= *Melipona yucatanica*, NP=*Nannotrigona perilampoides*. Entre paréntesis se anotó las siglas de la región biogeográfica de donde se obtuvo la muestra: P=Petenera, Q=Queqchí, T=Trifinio-

Portillo, CH=Chimalteca, Esc=Escuintleca. Los últimos dos números del código fueron asignados para llevar un registro correlativo de cada muestra.

### **Análisis Melisopalinológicos**

Se identificaron hasta familia, los granos de polen en cada una de las muestras de miel y con esto presentar un listado de recursos florales visitados por las abejas. Para esto se empleó la técnica de acetólisis, la cual implica una serie de reacciones químicas con ácido sulfúrico, anhídrido acético y ácido acético glacial para remover la materia orgánica de los granos de polen. Esto se realizó en una campana de extracción de gases con apoyo del laboratorio de fisicoquímica de la Escuela de Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Posteriormente el polen debe ser teñido con safranina, lo que permite observar la ornamentación de cada grano de polen, luego las muestras se hidratan con glicerol.

Realizada la técnica de acetólisis, se procedió a elaborar láminas fijas para lo cual se toma una pequeña cantidad de gel-glicerina con una aguja de disección y se rota alrededor de la muestra. Esto se lleva a un portaobjetos, se calienta para disolver el gel-glicerina y se coloca un cubreobjetos. Luego, se sella la lámina con parafina caliente y esmalte de uñas. Posteriormente se identifican los granos de polen con ayuda de claves especiales para este fin. (Ver Anexos Fig. 5 y 6)

### **Análisis de Características Fisicoquímicas**

El análisis de las características fisicoquímicas consistió en la realización de siete pruebas comúnmente empleadas para control de la calidad en mieles de *Apis mellifera* o abeja melífera, los cuales son: Hidroximetilfurfural, Humedad, Cenizas, Azúcares Reductores, Sacarosa, Acidez y Actividad de la Diastasa. Estas pruebas fueron realizadas por dos laboratorios, la Unidad de Análisis Instrumental -UAI- de la Escuela de Química y en el Laboratorio de Toxicología ambos de la Facultad de CC. QQ. y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se pesaron 50 gramos de 18 muestras de miel de 7 especies distintas de abejas nativas sin aguijón, las cuales fueron entregadas a la Unidad de Análisis Instrumental para que efectuaran las pruebas de Hidroximetilfurfural, Humedad, Cenizas, Acidez, pH y Actividad de la Diastasa. Debido al alto costo de los análisis se enviaron únicamente 18 muestras, se seleccionaron muestras de distintas especies de abejas nativas sin aguijón con el objetivo de obtener una mayor información.

Los análisis de azúcares reductores, azúcares totales y sacarosa fueron realizados por el Laboratorio de Toxicología a donde fueron enviados 50 gramos de miel de 9 muestras de miel, la mayoría correspondientes al género *Melipona* ya que de estas mieles se tenía una mayor cantidad de muestra.

## **Determinación de la actividad antibacteriana**

Con el objetivo de conocer si la miel de abejas nativas presenta actividad antibacteriana se realizaron bioensayos con ocho microorganismos distintos: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhi*, *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium stegmatis*, *Pseudomona aeuroginosa*, *Candida albicans* y *Cryptococcus neoformans*. Este trabajo se realizó en las instalaciones del Departamento de Citohistología de la Escuela de Química Biológica. Se dio inicio con una dilución del 10 % de la miel, concentración con la cual se elimina el factor osmolaridad como el causante de la inhibición del crecimiento bacteriano. La metodología empleada consiste en la elaboración de medios agar-miel en los cuales se inoculan los microorganismos, se incuban por 24 y 48 horas a 37 °C para dar lectura de resultados con la presencia o ausencia de crecimiento bacteriano. Si las mieles resultaban efectivas a esta concentración inicial, se procedía a determinar la concentración mínima inhibitoria con cada uno de los microorganismos utilizados, probando para esto las siguientes concentraciones: 5, 2.5 y 1.25 %.

## **Colecta de abejas sin aguijón en Meliponarios**

Al visitar los meliponarios de las distintas zonas biogeográficas de Guatemala para la toma de muestras de miel, fueron colectados especímenes de abejas de cada colmena. Así como de los alrededores. (Ver Anexos Fig. 7) Las abejas fueron introducidas en una cámara letal y posteriormente almacenadas en frascos plásticos con datos de colecta. Por la noche fueron montadas en alfileres entomológicos y en el Laboratorio se les elaboró, a cada espécimen, etiquetas con todos los datos de colecta. Luego fueron identificadas hasta especie con ayuda de claves taxonómicas y un estereoscopio. Los especímenes colectados forman parte de una colección entomológica de trabajo ubicada en el LENAP. Posteriormente se elaboró un listado de abejas sin aguijón de cada meliponario y por cada región biogeográfica estudiada.

## **Diseño de Encuesta Conocimiento Tradicional**

En el LENAP se han realizado algunos trabajos de investigación en abejas nativas, entre los cuales se ha incluido el conocimiento de las técnicas tradicionales para el manejo de colmenas de abejas sin aguijón en distintos lugares de Guatemala, para lo cual se ha utilizado encuestas. En esta investigación se reconoció la importancia de recabar información del conocimiento tradicional de los meliponicultores que serían visitados durante la colecta de muestras de miel, por lo que se utilizó la encuesta utilizada por el LENAP en estudios anteriores, con ciertas modificaciones adecuadas al presente trabajo. Se utilizó una encuesta de 56 preguntas, que recopilaba información sobre varios aspectos: abejas que conocen los meliponicultores, beneficios

que brindan, de donde provienen las colmenas que mantienen en sus casas, cuidados que les brindan, plagas que las acechan, usos de la miel, entre otras. (Ver Anexos Fig. 8).

### **Colecta en Ecoregión Lachuá:**

Se trabajó en la Ecoregión Lachuá, Cobán, Alta Verapaz, ubicada en la zona biogeográfica Queqchí. Para conocer la diversidad de abejas sin aguijón del área y con esto determinar que abejas pueden ser empleadas en la crianza tecnificada para la obtención de miel y otros productos de la colmena. Se seleccionaron 12 puntos de muestreo en los cuales se tomaron las coordenadas geográficas. En cada punto de muestreo se trabajó durante una hora, colectando especímenes con una red entomológica (Ver Anexos Fig. 7). Las abejas fueron introducidas en una cámara letal y posteriormente almacenadas en frascos plásticos con datos de colecta. Por la noche fueron montadas en alfileres entomológicos y en el Laboratorio se les elaboró, a cada espécimen, etiquetas con todos los datos de colecta. Luego fueron identificadas hasta especie con ayuda de claves taxonómicas y un estereoscopio. Los especímenes colectados forman parte de una colección entomológica de trabajo ubicada en el LENAP. Se calculó la riqueza y abundancia de abejas sin aguijón, durante los 7 meses de muestreo y se propone un listado para el área con especies con potencial para la meliponicultura.

Además se tomaron muestras de las plantas en donde se colectaron abejas, y con esto conocer las especies de plantas que frecuentan las abejas nativas en la Ecoregión Lachuá. Estas muestras fueron herborizadas en papel periódico y cartón, y colocadas en prensa de herbario. Luego fueron identificadas en el herbario con la ayuda del Ing. Mario Véliz y la Flora de Guatemala, algunas muestras fueron montadas en cartoncillo para ser ingresadas al Herbario BIGU de la Escuela de Biología de la Facultad de CC. QQ. y Farmacia.

### **Diseño de Base de Datos**

Con la información obtenida de la colecta de muestras de miel, las entrevistas realizadas a los meliponicultores, los meliponinos colectados en los meliponarios, los meliponinos colectados en la ecoregión Lachuá, los análisis físico-químicos y los análisis antibacterianos se elaboraron 5 bases de datos en Access o Excel. Con esto se mantiene la información en un formato digital y permite realizar un análisis más sencillo de los datos.

### **Análisis de datos**

Datos físico-químicos de la miel: Para conocer diferencias entre las características físico-químicas de las muestras de mieles se realizaron análisis multivariados. Se

aplicaron análisis discriminantes para agrupar datos y conocer las relaciones entre las propiedades fisicoquímicas y la región biogeográfica a la que pertenece.

Datos melisopalinológicos: Se realizó un análisis de agrupamiento para conocer si las diferencias encontradas respecto al número y diversidad de familias es significativa según la región biogeográfica de la cual provienen las mieles.

Datos de actividad antibacteriana: Si las mieles analizadas presentaban actividad antibacteriana a la dilución del 10 % se procedió a determinar la concentración mínima inhibitoria de la miel contra los ocho microorganismos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Colecta de muestras de miel

Tabla 1. Muestras de miel de meliponinos colectadas

Regiones Biogeográficas	<i>T. angustula</i>	<i>Melipona</i> sp	Otro género	Muestras
Escuintleca	7	4	4 <i>Scaptotrigona</i>	15
Petenera	6	4	3 <i>Nannotrigona</i>	13
Trifinio	4	5	1 <i>Trigona</i> ( <i>Geotrigona</i> )	10
Queqchí	3	5	1 <i>Nannotrigona</i> 1 <i>Trigona fulviventris</i>	10
Chimalteca	5	6	2 <i>Scaptotrigona</i> 1 <i>Nannotrigona</i> 1 <i>Plebeia</i> sp	15
<b>Total de muestras</b>				<b>63</b>

Como se puede observar en la Tabla 1, las 2 especies de abejas sin aguijón más distribuidas en todo el país y preferidas por los meliponicultores por su alta producción de miel, docilidad y porque e le atribuyen muchas propiedades medicinales a su miel son: *Melipona beecheii*, *Trigona (Tetragonisca) angustula*. Sin embargo las especies *Scaptotrigona* sp. y *Nannotrigona perilampoides* son muy comunes y su miel también es apreciada por los meliponicultores. De *M. beecheii* se colectaron 12 muestras, 4 tomadas de cajas tecnificadas y 8 de troncos o corchos. Lo que nos indica que la meliponicultura en Guatemala sigue siendo artesanal. Dado que la mayoría se encontraban en corcho, fue necesario decantar la miel por la dificultad que presenta la toma de muestras de miel empleando jeringas. De las 12 colmenas de *Melipona beecheii* 10 no eran alimentadas artificialmente, por lo que 2 recibían alimento. De *Trigona (Tetragonisca) angustula* se colectaron un total de 25 muestras

de miel, 15 colmenas se encontraban en cajas tecnificadas y 10 eran cultivadas de forma artesanal, en botes plásticos, en pared de adobe y troncos. Únicamente a 3 de estas colmenas se les proporcionaba alimento artificial, lo que refleja la facilidad de la crianza de esta especie de abeja sin aguijón y los pocos cuidados que requiere. De *Scaptotrigona pectorales* sólo se encontraron 6 colmenas en los meliponarios visitados. 1 colmena se encontraba en tronco y 5 en caja. Sólo una muestra de miel fue obtenida decantando los potes de miel de la colmena en tronco, ninguna de las colmenas recibía alimentación artificial. De *Nannotrigona perilampoides* se colectaron 4 muestras de miel ya que encontraron 5 colmenas en cajas tecnificadas. Cabe mencionar que sólo tres, de los veintidós propietarios de los meliponarios o de las colmenas de abejas nativas sin aguijón, eran mujeres.

### Encuesta a meliponicultores

Tabla 2. Especies de abejas sin aguijón reconocidas por meliponicultores

Especie	Nombre comun
<i>Melipona beecheii</i> ,	Colmena grande, criolla, Sak'q qaw, bichi
<i>Melipona solani</i>	Chac Chow
<i>Tetragona dorsalis</i>	
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Congo negro, Magua negro
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Congo canche, Magua canche
<i>Tetragonisca angustula</i>	Doncella, an us, Qán us
<i>Trigona fulviventris</i>	Culo de chucho, mandinga
<i>Trigona nigerrima</i>	Cushusho, Homo
<i>Trigona corvina</i>	
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	Boca de sapo, conguito
<i>Geotrigona acapulconis</i>	Talnete
<i>Partamona orizabaensis</i>	Cuspun
<i>Lestrimelita nitkiib</i>	Limoncillo
<i>Oxitrigona mediorufa</i>	Tamagas
<i>Partamona bilineata</i>	Sacar

Cuadro 1. Plantas visitadas por las abejas sin aguijón reconocidas por meliponicultores

Madre cacao, achiote, nance, coco, café, pimienta, taxiscoba, hule, ceibillo, laurel, suquinay, encino, pascua, albahaca, banano, maíz, cardamomo, chilonché, pucté (palo shucte), tzinquín, cítricos, cortez, pasita, zarza, inca, durazno, primavera, pompea, palo blanco, chapermo, cudzu, lluvia de oro, zapote blanco, tashixte, llorón, pico de gorrión, ceibillo, chilonché.

Se le realizaron entrevistas abiertas, utilizando como base la encuesta diseñada, a 10 meliponicultores. Esto para obtener información sobre distintos aspectos del conocimiento tradicional relacionado con las abejas nativas. De estos solamente una era mujer. Las edades de los meliponicultores oscilaban entre los 17 a 62 años. 3 de los 10 meliponicultores entrevistados poseen colmenas donadas por proyectos que buscan fortalecer el desarrollo comunitario, por lo que tienen poco tiempo de criar abejas y reconocen su utilidad económica. Esto se observó únicamente en la zona Queqchí, parte de Baja y Alta Verapaz. En el resto del país los meliponicultores mantienen sus colmenas como una actividad tradicional, heredada de sus padres y vinculada con los usos medicinales que le dan a la miel de estas abejas.

Los meliponicultores de mayor edad, tienen hasta 20 años de estar desarrollando esta actividad, ellos son: Don Vicente Vásquez de Esquipulas, Chiquimula, Don Domingo Barrios de Pajapita, San Marcos y Don Ramón Del Cid de Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa. Siendo estos, los que reconocen el mayor número de abejas sin aguijón de su entorno, identificando al menos 8 especies. Mientras, los meliponicultores apoyados por ONG`s, a quienes les fueron regaladas las colmenas, reconocen un máximo de tres especies distintas. En la tabla 2 se presenta un listado de 15 especies de abejas sin aguijón reportadas por los meliponicultores entrevistados, incluyendo el nombre vernáculo o popular.

El 70 % de los entrevistados reconoce que las abejas están relacionadas con el bosque, siendo éste el lugar donde más se encuentran los nidos naturales. Además, consideran importantes a las abejas para la polinización de las plantas silvestres y cultivos, y para la producción de miel. En el cuadro 1, se presenta un listado de plantas que visitan las abejas sin aguijón, descrita por los meliponicultores de algunos lugares de Guatemala. Los meliponicultores entrevistados reportan que obtienen sus colmenas buscándolas en el bosque principalmente, y como una segunda opción comprándolas, entre los entrevistados se encontraban personas a quienes les regalaron las colmenas como parte de proyectos de fortificación rural. Debe mencionarse que los meliponicultores más experimentados han llegado a obtener nuevas colmenas, dividiéndolas y formando dos colmenas a partir de una colmena madre.

El 80 % de los entrevistados cosechan la miel de las colmenas, mientras que el otro 20 % no lo hace, siendo la miel el único producto cosechado de la colmena, a excepción de una persona quien respondió cosechar todos los productos: miel, cera, polen y propóleo. La cantidad de miel que cosechan depende de la especie de abeja sin aguijón. Para el caso de *Trigona (Tetragonisca) angustula*, se obtiene de menos de media botella a dos botellas por colmena y en toda la cosecha pueden producir hasta 9 galones de miel (es el caso de Don Domingo Barrios quien posee más de 40 colmenas). En *Melipona* sp. la cantidad de miel va de menos de media botella hasta 6 botellas de miel y en toda la cosecha hasta 90 botellas (es el caso Don Vicente Vásquez). La

mayoría de meliponicultores almacenan la miel en botellas plásticas y de vidrio, y una persona señaló almacenar la miel en frascos goteros como una presentación para la venta del producto. El 50% de los meliponicultores venden la miel, el 40 % le da un uso medicinal en el hogar y el 10 % la consume como alimento. La cera es el segundo producto de la colmena utilizado por los meliponicultores, el 30 % señaló vender este producto. Menos empleados son el polen y el propóleo, los cuales solo una persona indicó utilizarlos.

### Colecta de abejas sin aguijón en Meliponarios visitados

Tabla 3. Número de especies y número de colmenas de meliponinos en los distintos meliponarios visitados.

No.	Meliponario	Departamento	No. Especies	No. Colmenas
1	San luis, Poptum	Peten	2	3
2	Santa Elena	Petén	4	15
3	Hacienda Rio Dulce	Izabal	2	12
4	"Sinaí", Pajapita	San Marcos	6	122
5	Fca. "El recuerdo", Colomba costa cuca	Quetzaltenango	8	50
6	"Moscamed", Samalá	Retalhuleu	7	15
7	Aldea La Brea, San José Acatempa	Jutiapa	6	30
8	Finca el Silecio, Pueblo Nuevo Viñas	Santa Rosa	3	10
9	El cuje, Pueblo nuevo Viñas	Santa Rosa	2	7
10	Pachalum	Quiché	6	15
11	Río Colorado, Purulhá	Baja Verapaz	2	2
12	Caquigual, Carchá, Cobán.	Baja Verapaz	2	3
13	Aldea la cuestona, Esquipulas	Chiquimula	2	70
14	Aldea Sehaché	Alta Verapaz	2	2
<b>Total</b>				<b>356</b>

Como se observa en la tabla 3, al menos 11 son los meliponarios importantes en Guatemala, ya que cuentan con varias especies y un representativo número de colmenas. El meliponario más grande de Guatemala y también el más antiguo es el llamado "Sinaí", en Pajapita, San Marcos, propiedad del señor Domingo Barrios, que cuenta con al menos 122 colmenas de 6 distintas especies de abejas sin aguijón. Sin embargo a lo largo de la costa y boca costa del pacífico de nuestro país, también encontramos otros 2 meliponarios importantes: uno es el ubicado en Samalá, Retalhuleu del proyecto "Moscamed" con un aproximado de 15 colmenas de 7 especies distintas; y el otro es el meliponario de la finca "Los recuerdos", en Colomba Costa Cuca, Quetzaltenango que cuenta con 50 colmenas de 8 especies distintas. Todos los anteriores tienen en su mayoría *T. angustula*. Así mismo en Esquipulas Chiquimula se encuentra el meliponio de Don Vicente que cuenta con 70 colmenas de *M. beecheii* y ha

desarrollado muy bien la técnica de reproducción de las mismas. Los meliponarios antes mencionados cuentan con cajas tecnificadas que les favorece la cosecha de miel y la división de las colmenas. Sin embargo en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa existe un meliponario, propiedad de Don Ramón Del Cid, que está establecido de forma estrictamente artesanal.

Tabla 4. Especies de abejas sin aguijón presentes en cada una de las regiones biogeográficas.

Especie	Regiones biogeográficas				
	Pet	Esc	Chim	Quek	Trif
<i>Lestrimellita niitkib</i>	X				
<i>Trigonsca (Dolichotrigona) schulthessi</i>		X			
<i>Melipona yucatanica</i>			X		
<i>Plebeia latitarsis</i>	X				
<i>Trigona (Tetragona) dorsalis</i>					X
<i>Plebeia parkeri</i>		X			
<i>Trigona (Geotrigona) acapulconis</i>			X		X
<i>Melipona solana</i>	X	X		X	
<i>Oxytrigona mediorufa</i>		X	X		
<i>Paratrigona guatemalensis</i>		X	X		
<i>Plebeia melanica</i>	X				X
<i>Trigona (Frieseomellita) nigra</i>	X	X	X		
<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>			X		X
<i>Plebeia moureana</i>		X			
<i>Plebeia pulcra</i>	X				
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	X	X	X		X
<i>Plebeia frontales</i>			X		X
<i>Partamona orizabaensis</i>		X			X
<i>Nannotrigona perilampoides</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigona silvestriana</i>	X		X		
<i>Trigona fuscipennis</i>	X		X		
<i>Melipona beecheii</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigona nigerrima</i>	X	X	X		X
<i>Scaptotrigona mexicana</i>		X	X		X
<i>Trigona corvina</i>	X		X		X
<i>Tetragonisca angustula</i>	X	X	X	X	X
<i>Partamona bilineata</i>	X		X		X
<i>Trigona fulviventris</i>	X	X	X	X	X
<i>Trigonsca sp.</i>			X		
<i>Plebeia sp.</i>			X		
<b>Total</b>	16	15	20	5	15

Como se observa en la tabla 4, *M. beecheii*, *T. angustula*, *N. perilampoides* y *T. fulviventris* son las especies de amplia distribución ya que se encuentran

representadas en todas las regiones biogeográficas muestreadas. A todas estas especies deben ir dirigidos los esfuerzos de investigación, en cuanto a su tecnificación, biología, caracterización de la miel, etc. ya que se encontraran en la mayoría de los meliponarios del país. *M. beecheii*, *T. angustula*, *N. perilampoides* tienen mayor potencia de ser explotadas debido a que anidan en troncos de árboles, por lo que pueden adecuarse a cajas tecnificadas. Menos explotada sería *T. fulviventris* debido a que habita bajo el suelo y no se ha desarrollado una metodología para su crianza.

*S. pectoralis* y *T. niguérrima* se encontraron en cuatro regiones biogeográficas, pero probablemente con un mayor esfuerzo de colecta encontraremos que están representadas en las cinco regiones biogeográficas muestreadas. *S. pectoralis* es una especie con mucho potencial de explotación ya que también anida en el suelo, a diferencia de *T. niguérrima* que es un nido expuesto. Además *S. pectoralis* es muy apreciada por la cantidad de miel que produce y el sabor, aunque es un poco agresiva. *M. solani*, *F. nigra*, *S. mexicana* fueron encontradas en tres regiones biogeográficas por lo que podrían ser importantes para la comercialización de su miel. Además las tres especies anidan en troncos ahuecados por lo que también se adaptarían a cajas tecnificadas.

*T. (G.) acapulconis*, *O. mediorufa*, *P. guatemalensis*, *P. melanica*, *C. zexmeniae*, *P. frontalis*, *P. Oriazaensis*, *T. silvestiana*, *T. fuscipennis* son especies que raramente encontramos en los meliponarios, como se observa en la Tabla 4, donde están pobremente representadas (solo en dos regiones biogeográficas). *C. zexmeniae* podría adaptarse a cajas tecnificadas y producir considerables cantidades de miel. El resto de especies se pueden descartar como potenciales en la meliponicultura por varias razones: *T. (G.) acapulconis* porque es subterránea; *O. mediorufa* que es muy agresiva y produce llagas en la piel; *P. guatemalensis*, *P. melanica* producen muy poca miel ya que son colmenas muy pequeñas; *T. silvestiana* y *T. fuscipennis* tienen nidos expuestos; *P. Oriazaensis* es muy molesta ya que es un poco agresiva, además de difícil manejo.

El resto de abejas que solamente fueron encontradas en una región biogeográfica podrían descartarse como potenciales para la meliponicultura, descartando como única excepción a *M. yucatanica*, ya que produce una considerable cantidad de miel y esta es muy preciada por los lugareños.

## Colecta de abejas en Ecoregión Lachuá

Tabla 5. Riqueza y abundancia de meliponinos en la ecoregión lachuá, Cobán.

No.	Especie/ Mes	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Total
1	<i>Melipona beecheii</i>	0	3	2	0	2	3	0	10
2	<i>Trigona nigerrima</i>	0	2	1	2	7	14	5	31
3	<i>Trigona fuscipennis</i>	0	2	1	7	7	46	5	68
4	<i>Trigona (Trigona) corvina</i>	0	10	1	10	14	33	5	73
5	<i>Trigona (Trigona) silvestriana</i>	2	7	14	0	34	43	24	124
6	<i>Trigona (Tetragonisca) angustula</i>	0	10	7	8	10	8	17	60
7	<i>Trigona (Trigona) fulviventris</i>	0	6	21	9	41	27	12	116
8	<i>Paratrigona guatemalensis</i>	0	1	0	0	8	3	0	12
9	<i>Nanotrigona perilampoides</i>	0	0	0	2	6	8	4	20
10	<i>Tetragona dorsalis</i>	0	0	0	2	1	3	0	6
11	<i>Partamona bilineata</i>	0	2	0	12	26	24	31	95
12	<i>Scaptotrigona mexicana</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
13	<i>Cephalotrigona zexmeniae</i>	0	3	0	5	21	0	3	32
14	<i>Melipona solanii</i>	0	3	0	1	11	29	2	46
15	<i>Trigonisca (Dolichotrigona) shultesii</i>	0	1	0	2	2	1	2	8
16	<i>Melipona sp.</i>	0	0	0	0	2	0	0	2
17	<i>Trigonisca sp.</i>	0	1	0	0	0	10	1	12
18	<i>Plebeia Pulcra</i>	0	2	2	3	0	11	0	18
19	<i>Lestrimelita nitkiib</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
20	<i>Plebeia (Scaura) latitarsis</i>	0	1	0	1	10	2	3	17
21	<i>Plebeia parkeri</i>	0	2	0	0	1	9	6	18
22	<i>Plebeia moureana</i>	0	1	0	0	0	1	0	2
	<b>Total</b>	2	57	49	64	203	277	120	<b>772</b>

En la tabla 5 podemos observar los datos obtenidos en la colecta de abejas sin aguijón, en los 12 sitios de muestreo de la ecoregión lachuá, durante los 7 meses de muestreados. Se pueden observar que en el mes de abril hubo una menor cantidad de colectas comparado con los otros meses. Así mismo podremos observar una riqueza total de 22 especies (S) en dicha ecoregión. Con los datos de riqueza y abundancia se utilizó un índice de dominancia "Índice de Simpson", el cual fue de 0.10. Este índice nos indica que hay una oportunidad del 10% de que dos individuos, tomados al azar, sean de la misma especie. Lo que quiere decir que hay muy pocas especies dominantes. La diversidad se obtiene con  $1 - \lambda = 0.90$ , lo que nos indica que es una región muy diversa con relación a este grupo.

Así mismo se utilizó un índice de equidad "Índice de Shannon Wiener", el cual fue de 2.57. Como la diversidad se expresa de 1 a 3.1 (Log S), podemos observar una equidad

elevada, ya que es muy cercana a 3.1. Esto nos indica que es un lugar diverso con relación al grupo estudiado, ya que la equidad esta relacionada con la diversidad.

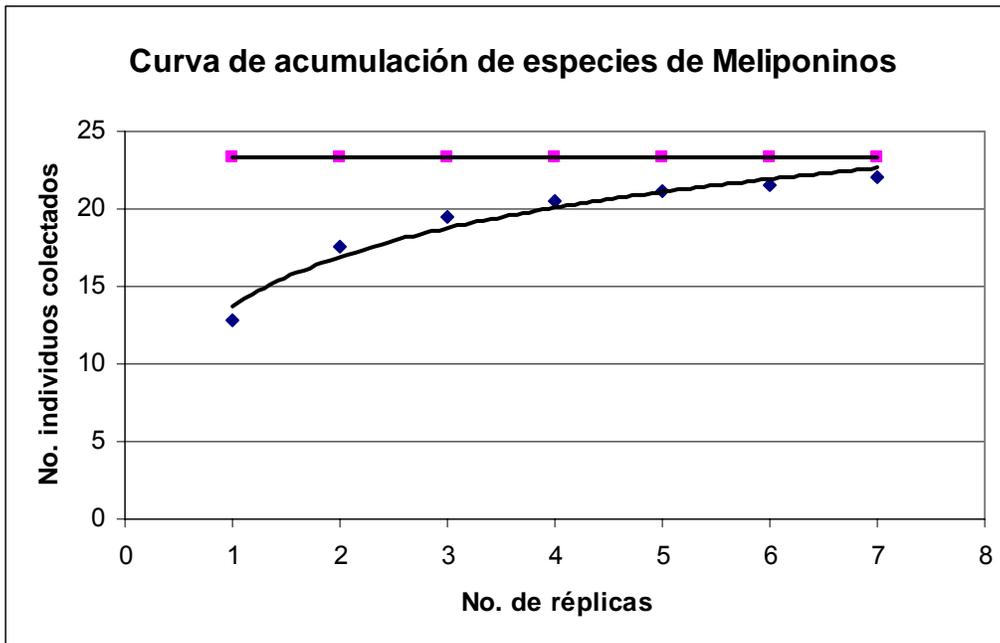


Fig. 1 Curva de acumulación de especies colectadas en la ecoregión lachúa

Como se puede observar en la Fig. 1, con el esfuerzo de colecta realizado durante los 7 meses de colecta, la cantidad de especies colectadas (observadas) está muy cerca del total de especies presentes en la región de estudio (esperadas). Se ha colectado el 94% de las especies del total que podrían estar presentes en la región. Esto quiere decir que según estos datos existe la oportunidad del 6% de encontrar 1 o 2 especies nuevas si se sigue con el muestreo. Así mismo este 96% alcanzado refleja que se ha hecho un buen muestreo y valida los índices de diversidad obtenidos.

## Análisis Físicoquímicos

Tabla 6. Parámetros físicoquímicos de todas muestras de miel de meliponinos colectadas en las diferentes regiones biogeográficas.

Como se puede observar en la Tabla 6 De las 64 muestras de miel colectadas, se trabajo con un total de 18 muestras, por dos razones: la primera porque algunas

No.	Región Biogeográfica	Especie	Azuc. Reduct	Azuc. Total	Saca.	pH	Acidez (Meq/100g)	Humedad (g/100 g)	Cenizas (g/100g)	Diastasa (DN)	HMF (mg/Kg)	
1	Petenera	<i>M. beecheii</i>	72.32	83.87	10.98	3.85	76.77	17.16	0.11	8.26	0.01	
2		<i>M. solanii</i>	75.97	76.19	1.7	3.81	4.95	19.66	0.06	8.31	0.00	
3		<i>T. (T) angustula</i>	-	-	-	5.64	14.35	15.36	0.46	3.6	0.02	
4	Quechí	<i>M. beecheii</i>	-	-	-	3.64	11.06	21.87	0.12	2.7	0.00	
5	Trifinio-El Portillo	<i>M. beecheii</i>	66.04	66.68	0.61	3.65	11.23	16.12	0.04	1.29	0.01	
6		<i>T. (T) angustula</i>	-	-	-	4.21	27.63	19.33	0.04	3.66	0.02	
7		<i>T. (G) acapulconis</i>	-	-	-	3.06	85.53	32.09	0.09	2.56	0.01	
8	Escuintleca	<i>S. mexicana</i>	57.22	57.28	0.06	3.76	14.8	18.58	0.12	9.63	0.02	
9		<i>M. beecheii</i>	70.13	72.98	2.7	3.52	11.22	16.29	0.02	14.95	0.01	
10		<i>T. (T) angustula</i>	65.78	70.86	4.83	3.99	23.31	14.75	0.24	17.82	0.01	
11	Chimalteca	<i>M. beecheii</i>	62.38	68.08	5.48		-	-	-	-	-	
12		<i>M. beecheii</i>	70.04	70.71	0.6		-	-	-	-	-	
13		<i>M. beecheii</i>	71.73	72.39	0.63	3.71	5.86	15.18	0.04	79.25	0.00	
14		<i>T. (T) angustula</i>	-	-	-	6.88	4.26	20.35	0.65	24	0.02	
15		<i>S. mexicana</i>	-	-	-	4.33	10.56	18.89	0.07	27.62	0.01	
16		<i>Plebeia sp.</i>	-	-	-	3.8	15.31	30.26	1.25	7.61	0.01	
17		<i>M. yucatanica</i>	-	-	-	3.79	10.59	20.37	0.06	10.04	0.01	
18		<i>N. perilampoides</i>	-	-	-	3.8	9.93	16.54	0.33	6.82	0.01	
		<b>Promedio</b>		67.96	71.00	3.07	4.09	21.09	19.55	0.23	14.26	0.01
		<b>Desv. Stand</b>		5.72	7.19	3.55	0.92	24.27	5.01	0.32	18.95	0.01
	<b>Min</b>		57.22	57.28	0.06	3.06	4.26	14.75	0.02	1.29	0.0039	
	<b>Max</b>		75.97	83.87	10.98	6.88	85.53	32.09	1.25	79.25	0.0217	

muestras consistían en pequeñas cantidades de miel y segundo porque el financiamiento no alcanzó. En la tabla 6 se presentan los resultados de nueve análisis físicoquímicos realizados a todas las muestras de abejas que se lograron analizar. Así como los promedios, desviación estándar, máximo y mínimo de la miel de meliponinos de forma general.

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos de la miel por especie de meliponinos

Especie		Azuc. Reduct	Azuc. Total	Saca.	pH	Acidez (Meq/100g)	Humedad (g/100 g)	Cenizas (g/100g)	Diastasa (DN)	HMF (mg/Kg)
<i>M. beecheii</i>	Prom	68.77	72.45	3.5	3.67	23.23	17.32	0.07	21.29	0.01
	Desv St No.	3.82	6.10	4.14	0.12	30.02	2.64	0.05	32.84	0.00
	Muestras	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7	n=7
<i>T. (T) angustula</i>	Prom	65.78	70.86	4.83	5.18	17.39	17.45	0.35	12.27	0.02
	Desv St No.	--	--	--	1.35	10.35	2.8	0.26	10.29	0.00
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4	n=4
<i>S. mexicana</i>	Prom	57.22	57.28	0.06	4.04	12.68	18.74	0.10	18.62	0.02
	Desv St No.	--	--	--	0.4	3	0.22	0.04	12.72	0.01
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2	n=2
<i>M. solanii</i>	Prom	75.97	76.19	1.7	3.81	4.95	19.66	0.06	8.31	0.00
	Desv St No.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
<i>T. (G) acapulconis</i>	Prom	--	--	--	3.06	85.53	32.09	0.09	2.56	0.01
	Desv St No.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
<i>Plebeia sp.</i>	Prom	--	--	--	3.8	15.31	30.26	1.25	7.61	0.01
	Desv St No.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
<i>M. yucatanica</i>	Prom	--	--	--	3.79	10.59	20.37	0.06	10.04	0.01
	Desv St No.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1
<i>N. perilampoides</i>	Prom	--	--	--	3.8	9.93	16.54	0.33	6.82	0.01
	Desv St No.	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Muestras	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1	n=1

Tabla 8. Valores promedio obtenidos en los análisis fisicoquímicos en tres géneros de meliponinos de Guatemala

Composición de la miel	<i>Melipona</i> (n=7)	<i>Scaptotrigona</i> (n=2)	<i>Trigona</i> (n=4)
Humedad (g/100 g)	18.09	18.73	17.45
Acidez (meq/100g)	18.81	12.68	17.39
pH	3.71	4.045	5.18
Cenizas (g/100 g)	0.06	0.095	0.35
Diastasa (DN)	17.83	18.62	12.27
Hidroximetilfurfural (mg/Kg)	0.0076	0.0162	0.018
Azúcares Reductores (g/100 g)	69.80	57.22	65.78
Azúcares Totales (g/100 g)	72.98	57.28	70.86
Sacarosa (g/100 g)	3.24	0.06	4.83

Azúcares reductores: Como se observa en la tabla 6, 7 y 8 la miel de los meliponinos se encuentra dentro de los parámetros permitidos propuestos por Vit et al (2004), de un mínimo de 50 g/100g. Así mismo se encuentra dentro de los parámetros fisicoquímicos reportados Souza et al (2006) para abejas sin aguijón, en un estudio con información compilada desde 1964, de 58.0-75.7g/100g.

A modo de comparación *Apis mellífera* presenta valores de 52.2 - 80.3%. Los principales azúcares encontrados en la miel son glucosa y fructuosa, en proporciones casi iguales. Siendo importantes para el establecimiento de las características de este producto. Normalmente la fructuosa es dominante siendo uno de los dos factores responsables de la dulzura e higroscopicidad de la miel. Miel con altas tasas de fructuosa pueden permanecer líquidas por largos períodos y nunca cristalizar. (Alves et al, 2005)

Sacarosa: Como se observa en la Tabla 6, 7 y 8, el promedio de sacarosa para la miel de meliponinos, se encuentra dentro de los parámetros permitidos por el "Codex alimentarius", que permite un máximo de 5 g/100g. Además coincide con los valores reportados por Souza et al (2006), de 1.1-4.8 g/ 100g. Sin embargo hay dos muestras de *M. beecheii*, una de Peten y otra de Escuintla, que exceden este máximo permitido. Según Alves, et al (2005) estos valores altos están relacionados con la colecta prematura de la miel, donde no dio tiempo a que la sacarosa fuera convertida en glucosa y fructuosa por la acción de la invertasa. Así mismo se observa que los valores de sacarosa para *Scaptotrigona* están por debajo de los de *Melipona* y *Trigona*, como lo propone Vit et al (2004) de un máximo de 2g/100g.

PH: Los valores de PH reportados por Souza et al (2006) para los meliponinos varía de 3.15-4.66) y no se encuentra normalizado por ninguna legislación nacional ni internacional (Alves et al, 2005). Según los parámetros reportados en las tablas 6, 7 y 8 la mayoría de las mieles de los meliponinos se encuentra dentro de esos rangos. Sin embargo *T. angustula* se caracteriza por presentar valores de hasta 5.18. Sin embargo las mieles del género *Melipona*, y *Scaptotrigona* presenta valores más bajos. Según Alves et al (2005) el PH puede ser influenciado por el PH del néctar, sumado a las sustancias mandibulares de las abejas al transportar el néctar a la colmena. El PH de la miel es importante para influenciar la velocidad de formación del HMF.

Acidez: En las tablas 6, 7 y 8 se observa que los valores de acidez para la mayoría de meliponinos es menor a 20 meq/100g. Excepto para *T. (G) acapulconis* con valores de acidez mayores a 85 meq/100g. Vit et al (2004) propone valores de 70-85 meq/100g para los géneros *Melipona*, *Scaptotrigona* y *Trigona*; Souza et al (2006) reporta que lo más común para meliponinos es encontrar valores de 5.9-109.0 meq/100g. En nuestros datos se observó que la acidez es mayor en mieles del género *Melipona*, siendo un valor extremo el presentado por la miel de la región Petenera, el cual la hace muy diferente a las demás muestras de mieles. Según Alves et al (2005) la acidez en las mieles es

provocada por la acción de la enzima glucosa-oxidasa sobre la glucosa que produce ácido glucónico y esta enzima actúa aún después del almacenamiento de la miel. Así mismo la acidez es importante para impedir el crecimiento de microorganismos.

**Humedad:** Como se puede observar en las tablas 6, 7 y 8, la miel de meliponinos en promedio se mantiene menor a 20g/100g. A excepción de las mieles de *T. (G) acapulconis* y *Plebeia sp.* que adquieren valores mayores a 30 g/100g. Este es el máximo propuesto por Vit et al (2004). Sin embargo Suoza et al (2006) reporta que lo más común de encontrar en los meliponinos está en el rango de 19.9-41.9g/100g. El contenido de humedad de la miel de meliponinos de los tres géneros propuestos fueron muy cercanos entre sí, siendo todos menores a 19 g/100 gramos de miel. No superando los valores de humedad de mieles de *Apis mellifera* (14.9 a 19 g/100 g de miel).

**Cenizas:** Como se puede observar en las tablas 6, 7 y 8, la miel de meliponinos en promedio se mantiene en 0.23g/100g de cenizas. A excepción de las mieles de *T. angustula* y *Plebeia sp.* que adquieren valores mayores a 1.25 g/100g. Vit et al (2004) propone un máximo de 0.5g/100g de cenizas para los meliponinos. En la mayoría de trabajos no se reporta las cenizas sino que la conductividad eléctrica, que está relacionada con la cantidad de cenizas.

**Diastasa:** Como se puede observar en las tablas 6, 7 y 8, la miel de meliponinos en promedio se mantiene en 14.26 DN. Sin embargo se observaron valores de 1.29-79.25. Vit et al (2004) propone un mínimo de 5-7 DN de diastasa para los meliponinos. Sin embargo Suoza et al (2006) reporta que lo más común de encontrar en los meliponinos está en el rango de 0.9-23.0 DN.

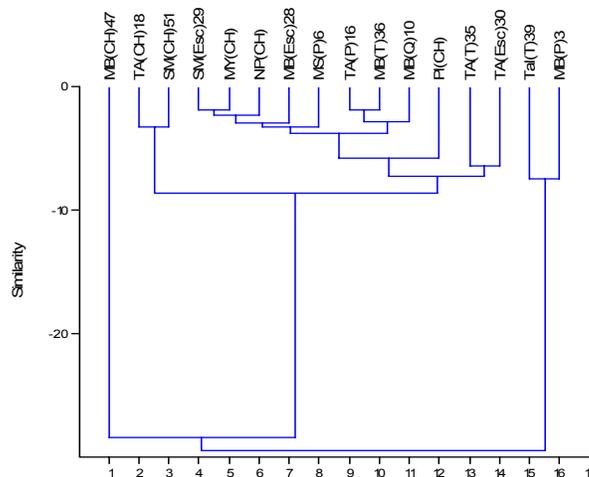


Fig. 2 Cluster utilizando distancias euclidianas para agrupar mieles de abejas sin aguijón por sus valores de pH, acidez, HMF, Diastasa, Cenizas y Humedad.

Al realizar un análisis de agrupamiento, como se observa en la Fig. 2, para determinar si existe alguna asociación entre mieles de determinada especie de abeja y la región biogeográfica determinada por las 6 cualidades fisicoquímicas anteriores, vemos que las mieles no se asocian según la región biogeográfica de la cual provienen y que estas no se encuentran alejadas entre sí significativamente. Además se observa que la miel de *Melipona beecheii* de la región Petenera y la Chimalteca presentan cualidades distintas a las mieles de otras regiones confiriéndoles particularidad. Sin embargo la miel de *Geotrigona acapulconis* se asocia con la miel de *Melipona beecheii* de la Petenera, esto debido a que comparten valores altos de acidez.

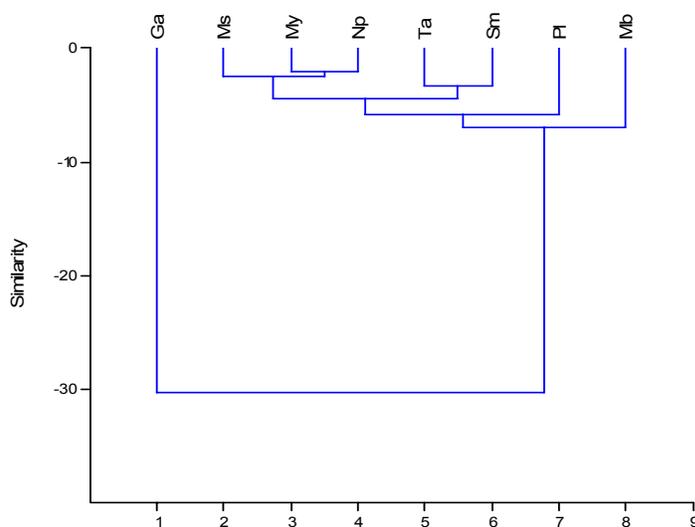


Fig. 3 Cluster con distancias euclidianas en donde se agrupan las ocho especies de meliponinos según seis características fisicoquímicas (pH, acidez, HMF, Diastasa, Cenizas y Humedad).

Un análisis de agrupamiento, como se observa en la fig. 3, con valores promedios para las ocho especies de abejas nativas sin aguijón nos indican que la miel de *Geotrigona acapulconis* es muy diferente a las mieles de las otras siete especies de abejas. Las mieles de *Melipona solani*, *Melipona yucatanica* y *Nannotrigona perilampoides* presentan una alta similitud, sin embargo la miel de *Melipona beecheii* se aleja de las mieles de las otras dos especies del género *Melipona*, esto influenciado enormemente por la miel proveniente de la región Petenera. Esto indica que para establecer parámetros de control es necesario determina las cualidades de las mieles de las abejas nativas sin aguijón con un mayor número de muestras, para conocer si llegan a variar por la región biogeográfica.

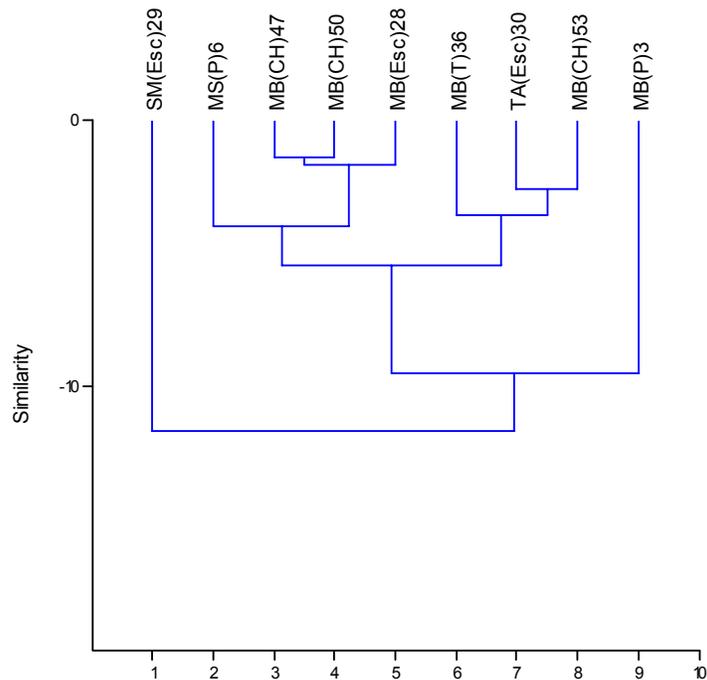


Fig. 4 Cluster de azúcares en mieles de abejas nativas sin aguijón

Empleando un análisis de agrupamiento de datos, como se observa en la fig. 4, con los análisis de azúcares, se observa que no existe una relación entre la cantidad de azúcar presente en las muestras de miel, la especie de abeja y la región biogeográfica de la cual proviene. Para este análisis se empleó un total de 6 muestras de miel de *Melipona beecheii* provenientes de 3 regiones geográficas distintas y se observó que para el caso de la miel proveniente de la región petenera esta presenta un valor muy alto de Sacarosa en comparación con las mieles provenientes de otras regiones. Esto parece indicar que la sacarosa puede llegar a definir a la miel de la región Petenera, sin embargo, esto debe corroborarse con un mayor número de muestras. La miel de la región del Trifinio presenta valores similares a las mieles de la región Chimalteca.

En los análisis fisicoquímicos realizados a 16 muestras de mieles de ocho especies de abejas nativas sin aguijón, se observó que las mieles de los tres géneros propuestos en este trabajo de investigación, se encuentran dentro de los parámetros propuestos para la comercialización. Así mismo, se analizaron mieles de abejas nativas que no han sido reportadas en la literatura por lo que representan los primeros datos con rigor científico.

Para el caso de la miel de *Geotrigona acapulconis* (Tal(T)39) debe de considerarse que la muestra no fue obtenida directamente de la colmena. Esta fue proporcionada por un meliponicultor de confianza y de alta experiencia por lo que los datos acá presentados, deben manejarse cautelosamente y se recomienda trabajar con nuevas muestras obtenidas por el equipo de investigación directamente de la colmena.

Comparando la miel de meliponinos con la miel de *Apis mellifera*, la mayoría de diferencias se encuentran en los siguientes parámetros: altos valores de contenido de agua y de elevada acidez.

### Análisis Melisopalinológicos

Tabla 9. Listado de especies vegetales identificadas en tres géneros de abejas nativas sin aguijón

Familia Vegetal	<i>Melipona</i>					<i>Scaptotrigona</i>		<i>Trigona</i>		
	CH	T	P	Esc	Q	CH	Esc	CH	P	Esc
Acanthaceae									X	
Asclepiadaceae									X	
Asteraceae	X	X	X	X	X			X	X	X
Begoniaceae					X					
Bignoniaceae									X	X
Conchlospermaceae									X	
Convolvulaceae	X								X	
Fabaceae	X	X	X		X		X		X	X
Fagaceae			X			X		X		
Lamiaceae									X	
Leguminosae						X	X			
Melastomataceae	X	X	X	X		X	X	X	X	
Myrsinaceae						X				
Myrtaceae	X	X	X					X		X
Onagraceae										X
Piperaceae				X						
Rutaceae								X		
Solanaceae	X	X	X	X	X					
Tiliaceae		X	X		X	X		X	X	X
Total	6	6	7	4	5	5	3	6	10	6

Zonas Biogeográficas: CH = Chimalteca, T = Trifinio, P = Petenera, Esc = Escuintleca, Q = Queqchí

Tabla 10. Abundancia polínica en muestras de miel de tres géneros de abejas nativas sin aguijón.

Región Biogeográfica	<i>Melipona</i>	<i>Scaptotrigona</i>	<i>Trigona</i>
Chimalteca	123	71	92
Trifinio-Portillo	72	-----	122
Petenera	88	-----	27
Escuintleca	12	2	14
Queqchí	2	-----	28

En la tabla 9 se presenta el listado de las familias vegetales identificadas en las muestras de mieles de los tres géneros de meliponinos objeto de este estudio. La "X" indica la presencia de polen en la miel de cada abeja, desglosando los datos por región biogeográfica. Se identificaron un total de 19 familias vegetales, siendo la abeja del género *Trigona* la que presentó una mayor riqueza de tipos polínicos, en especial la miel de la región Petenera alcanzando una representatividad de aproximadamente el 50 % del polen identificado. Seguido del género *Melipona* y *Scaptotrigona* con poca diversidad de polen identificado.

Además se realizó un conteo para determinar la abundancia de granos de polen en las láminas fijas y con esto obtener un estimado de la cantidad de polen en las muestras de miel, como se muestra en la Tabla 10. Se determinó que las mieles con mayor abundancia de polen fueron las correspondientes a la región Chimalteca y Trifinio-Portillo, las regiones con menor abundancia de granos de polen fueron la Escuintleca y la Queqchí en las cuales muchas muestras no presentaban un número mayor de 2 granos de polen.

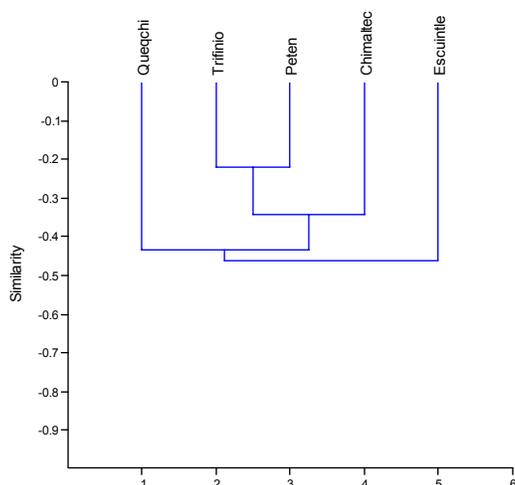


Fig. 5 Cluster del género *Melipona* empleando datos de ausencia presencia de tipos polínicos

Se realizó un cluster (fig. 5) con los datos de ausencia-presencia de los tipos polínicos, obtenidos para el género *Melipona*, género del cual se contaba con datos de todas las regiones propuestas, con el objetivo de determinar si existía una diferencia respecto a la presencia de polen en las muestras de miel según la región biogeográfica de la cual provenían. Se observó que las mieles de las regiones El Trifinio-Portillo y Petenera comparten una alta similitud respecto a la presencia y el número de familias vegetales (similitud del 80 %). Esto quiere decir que las abejas del género *Melipona* visitan recursos vegetales muy parecidos en estas dos regiones. Las mieles de la región Chimalteca comparten una similitud del 55 % con las dos regiones anteriores respecto al polen identificado en las muestras. Podemos decir que estas regiones fueron las que presentaron mayor diversidad de familias vegetales.

Se presenta el listado de polen identificado en las distintas especies de abejas nativas sin aguijón (Ver Anexos Tabla 1).

### **Actividad antibacteriana**

Análisis bacteriológico: Del total de 53 muestras de mieles de las cuales era posible realizar bioensayos para conocer su actividad antibacteriana, solo se analizaron un total de 28 muestras. El resto de muestras no permitió elaborar medios agar-miel, ya que 24 horas después de preparados, presentaban contaminación. Dado el alto número de muestras que presentaban este problema, se tomó la decisión de realizar un análisis bacteriológico a 32 muestras de miel, las cuales fueron llevadas al Laboratorio LAMIR de la Facultad de Farmacia. De este número nueve muestras sí permitieron elaborar medios para las pruebas de bioensayo. Se determinó que todas las muestras presentan bacterias y hongos, y que las mieles de las cuales no fue posible elaborar medios presentaron valores elevados de Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Esto nos señala que es indispensable determinar la cantidad de bacterias y hongos presentes en las mieles de abejas nativas sin aguijón ya que al buscar la comercialización del producto se busca ofrecer una miel inocua.

Cabe señalar que la mayoría de mieles que no fue posible trabajar, corresponden a la región Escuintleca y en este análisis se determinó que estas mieles son las que presentan un número mayor de Unidades Formadoras de Colonias de Bacterias. Por lo que es necesario determinar a que corresponde el alto valor de bacterias y hongos en las mieles. (Ver Anexos Tabla 1)

Bioensayos Actividad Antibacteriana: Se analizaron 28 muestras de miel al 10 %, siendo efectivas todas a excepción de la miel de *Melipona solani*, la cual no inhibió a ninguno de los ocho microorganismos empleados en esta investigación. Sin embargo es necesario realizar un bioensayo con la miel de esta abeja con un mayor número de muestras para concluir que su miel no inhibe el crecimiento bacteriano. La miel de

Talnete (*Geotrigona acapulconis*) resulto ser una de las menos efectivas inhibiendo a diluciones del 10 % a *S. aureus*, *S. typhi* y para el caso de *C. albicans* no resulto ser efectiva al 10 %.

Con las mieles efectivas al 10% se procedió a determinar la concentración mínima inhibitoria, realizando diluciones del 10 al 1.25%. La miel de *Melipona beecheii* fue efectiva al 5 % para la mayoría de microorganismos empleados en este estudio, a excepción de *C. albicans* que resulto más resistente. Esta resistencia se manifestó con las mieles de *Trigona (Tetragonisca) angustula* y *Plebeia* sp., y para el caso de *Geotrigona acapulconis* que no logro inhibir el crecimiento con la dilución inicial. La miel de *Melipona yucatanica* inhibió a todos los microorganismos con la dilución inicial y resulto menos efectiva contra *Salmonella Typhi*. La miel de *Trigona (Tetragonisca) angustula* resultó menos efectiva en la inhibición de los microorganismos, los cuales se mostraron mas resistentes a esta miel, como lo evidencia *S. aureus*, *S. typhi*, *P. aeuroginosa* y *C. albicans*. La miel de *Plebeia* sp. fue efectiva al 5 % al igual que la miel de *Scaptotrigona mexicana*.

La miel con mayor efectividad para la inhibición del crecimiento bacteriano resultó ser de *Nannotrigona perilampoides* inhibiendo a *M. smegamtis*, *B. subtilis* y *C. neoformans* al 2. 5%. Lo que señala la importancia de impulsar la crianza de estas abejas que pueden presentarse como mieles con cualidades terapéuticas mayores, en comparación con otras abejas sin aguijón.

Es necesario señalar que los resultados acá presentados corresponden a bioensayos *in vitro* y que es recomendable realizar pruebas en afecciones en animales para conocer el comportamiento de las mieles y las bacterias en otras condiciones

Tabla 11. Valores promedio de concentración mínima inhibitoria de miel de abejas nativas sin aguijón

Microorganismo	M. b	M. s	M. y	T. a	P. l	N. p	S. m	S. p	G. a
N=	12	1	1	5	1	1	1	1	1
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	10	5	10	5	5	5	2.5	10
<i>Salmonella typhi</i>	5	10	10	10	5	5	5	2.5	10
<i>Mycobacterium smegmatis</i>	5	10	5	5	5	2.5	5	2.5	5
<i>Bacillus subtilis</i>	5	10	5	5	5	2.5	5	2.5	5
<i>Pseudomona aeuroginosa</i>	5	10	5	10	5	5	5	2.5	5
<i>Candida albicans</i>	10	10	5	10	10	5	5	5	Neg.
<i>Criptococcus neoformans</i>	5	10	5	5	5	2.5	5	2.5	5
<i>Escherichia coli</i>	5	10	5	5	5	5	5	5	5

## **ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

### **II Taller Sobre Crianza de Abejas sin Aguijón -Meliponicultura-**

Se participó en la organización del II Taller de Meliponicultura impartido por el Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología, LENAP, realizado el 22 y 23 de febrero, del año en curso. Este taller fue dirigido a meliponicultores, asistiendo un promedio de 40 personas de distintos lugares de Guatemala. Además de trabajar en la organización del taller, se participó con dos exposiciones con los temas de Conocimientos tradicionales vinculados con la crianza de abejas sin aguijón y comercialización de los productos de la colmena de abejas sin aguijón.

### **Estudiante de Practicas de la Escuela de Biología**

En la Escuela de Biología de la Facultad de Farmacia, los estudiantes desarrollan prácticas en las que ejecutan actividades de docencias, servicio e investigación con el objetivo de complementar su formación profesional. Dentro del proyecto de "Caracterización de la Miel de Meliponinos de Distintas Regiones Biogeográficas de Guatemala", se orienta y enseña la metodología de investigación a un estudiante que realiza estas prácticas durante el año 2006, quien participa en las actividades de identificación de abejas sin aguijón, acetólisis e identificación de granos de polen.

### **Visita de Experto en Taxonomía de Abejas**

Se esta coordinando la visita del Doctor Ricardo Ayala de la Universidad Autónoma de México, al Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología LENAP, quien capacitará al personal en la identificación de abejas. Además nos acompañará a la gira programada a la Ecoregión Lachuá en el mes de junio para la colecta de abejas sin aguijón, lo cual forma parte de las actividades programadas en este proyecto. Así mismo, se organiza el curso Introducción a la Sistemática y Biogeografía de Apoidea.

### **II Taller Sobre Crianza de Abejas sin Aguijón -Meliponicultura-**

En el desarrollo de este taller se comunicó a los participantes la importancia de caracterizar antibacteriana y fisicoquímicamente los productos de la colmena de abejas sin aguijón, con el objetivo de llegar a comercializarlos. Se les comunicó a los participantes acerca del proyecto "Caracterización de la miel de meliponinos de distintas regiones biogeográficas de Guatemala", incentivándolos a participar en este

proyecto, permitiéndonos visitar sus meliponarios para la toma directa de muestras de miel.

### **Actividades de gestión y vinculación realizadas**

Escuela de Química: Se está trabajando con la Escuela de Química de la Facultad de Farmacia, para el préstamo de instalaciones, equipo y reactivos para la realización de la técnica de acetólisis.

Área de Biología Molecular, LENAP: Además se gestionó el préstamo de equipo al área de Biología Molecular del LENAP para agilizar el proceso de esta misma técnica, en lo que se incluye una microcentrifugadora, micropipetas, tips para pipetas, eppendorfs y tubos herméticos de 15 y 50 ml.

Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales: Así mismo se estableció contacto con el Ing. Luis Sánchez e Ing. agrónoma Vilma Landaverde del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales de Costa Rica, quienes brindaran asesoría para la identificación de los granos de polen.

Herbario BIGU: Se ha trabajado con el Ing. Mario Véliz para la identificación de plantas colectadas en donde se han observado abejas sin aguijón, durante las giras de campo a la Ecoregión Lachuá.

### **CONCLUSIONES**

Según las visitas realizadas a los meliponarios de Guatemala, las 2 especies de abejas sin aguijón más distribuidas en todo el país y preferidas por los meliponicultores son: *Melipona beecheii*, *Trigona (Tetragonisca) angustula*. Sin embargo las especies *Scaptotrigona* sp. y *Nannotrigona perilampoides* son muy comunes y su miel también es apreciada por los meliponicultores.

Los meliponicultores de toda Guatemala reconocen un total de 15 especies de abejas sin aguijón, las cuales reconocen por su nombre común, además conocen aspectos de su biología, crianza y utilidad de los productos de la colmena.

11 son los meliponarios importantes en Guatemala, que cuentan con varias especies de abejas sin aguijón y un representativo número de colmenas. Los más grandes y antiguos están localizados en Retalhuleu, San Marcos, Izabal, Peten y Santa Rosa.

Según las colectas realizadas en los distintos meliponarios y sus alrededores, las especies con potencial para ser utilizadas en la meliponicultura son, en orden de

prioridad: *M. beecheii*, *T. angustula*, *N. perilampoides*, *S. pectoralis*, *M. solani*, *F. nigra*, *S. mexicana*, *C. zexmeniae* y *M. yucatanica*.

En la Ecoregión Lachuá se obtuvo una riqueza de 22 especies de meliponinos y una abundancia de 772 especímenes, con los cuales se alcanzó el 94% de las especies esperadas. Podemos concluir que es un lugar diverso con relación al grupo estudiado (I. Simpson 0.90 e I. Shannon Weiner 2.57).

Las mieles de meliponinos de Guatemala presentan los siguientes parámetros fisicoquímicos (promedios): Azúcares reductores 67.96, Azúcares totales 71.00, Sacarosa 3.07, PH 4.09, Acidez 21.09, humedad 19.55, cenizas 0.23, Diastasa 14.26 e hidroximetilfurfural 0.01

No se observó ninguna relación entre las características fisicoquímicas de las mieles de los meliponinos y la región biogeográfica a la cual pertenecía, por lo que se necesita realizar estos mismos análisis con un mayor número de muestras de miel e incluyendo más variables.

En los análisis fisicoquímicos realizados a 16 muestras de mieles de ocho especies de abejas nativas sin aguijón, se observó que las mieles de los géneros *Melipona*, *Scaptotrigona* y *Trigona*, se encuentran dentro de los parámetros permisibles.

Comparando la miel de meliponinos con la miel de *Apis mellifera*, la mayoría de diferencias se encuentran en los siguientes parámetros: altos valores de contenido de agua y de elevada acidez.

Se identificaron 19 familias vegetales en las mieles de meliponinos evaluadas, siendo el género *Trigona* el que presentó una mayor riqueza de tipos polínicos. Los géneros *Melipona* y *Scaptotrigona* presentaron baja riqueza.

Se determinó que las mieles con mayor abundancia de polen fueron las correspondientes a la región Chimalteca y Trifinio-Portillo, las regiones con menor abundancia de granos de polen fueron la Escuintleca y la Queqchí en las cuales muchas muestras no presentaban un número mayor de 2 granos de polen.

Todas las muestras de miel a las cuales se les evaluó la bioactividad contra microorganismos presentaron actividad antibacteriana al 10%. Sin embargo solo *S. pectoralis* y *N. perilampoides* presentaron inhibición de bacterias al 2.5%.

## RECOMENDACIÓN

Dirigir los esfuerzos de investigación, en cuanto a su tecnificación, biología, caracterización de la miel, etc. hacia *M. beecheii*, *T. angustula*, *N. perilampoides*, ya que son las especies más distribuidas e importantes de Guatemala.

Es necesario hacer pruebas de campo en afecciones animales para conocer el efecto y formas de aplicación, dosis, etc. de las mieles de meliponinos.

Es necesario analizar un mayor número de muestras de los géneros *Scaptotrigona*, *Nannotrigona*, *Plebeia* y otros para establecer parámetros de calidad de las mismas con mayor certeza.

Es necesario continuar con las colectas de meliponinos a nivel nacional para conocer la diversidad real de nuestro país y enriquecer las colecciones de referencia para continuar con los estudios de distribución y filogenia de las especies.

Es necesario crear el expertaje necesario para el estudio del origen floral de las mieles de abejas sin aguijón ya que de esto dependen las características de la miel de los meliponinos.

## BIBLIOGRAFIA

- Alves R., Carvalho C., Souza B., Sodré G. & Marchini L. 2005. Características fisicoquímicas de amostras de mel de *Melipona mandacaia* Smith (Hymenoptera: Apidae). Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas 25(4): 644-650 pp.
- Amador, M. 1991. Abejas Nativas y Producción de Miel. Aportes. No. 74. Costa Rica. 10-12 p.
- Arce, H; Sánchez, L; Slaa, *et al.* 2001. Arboles melíferos nativos de mesoamérica. UNA – CINAT – PRAM - UU. 1a. ed. Herbario Juvenal. Heredia, Costa Rica. 207 p.
- Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera; Apidae: Meliponini) Folia Entomológica. México. 106:1-123 p.
- Biesmeijer, J.C. 1997. Abejas sin Aguijón: su biología y la organización de la colmena. Elinkwijk BV. Utrecht, Holanda. 77 p.

- Campbell JA y Vannini JP. 1989. Distribution of Amphibians and Reptiles in Guatemala and Belize. USA.
- Colección Entomológica. 2005. Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP-. Facultad de CC. QQ. y Farmacia. USAC. Guatemala.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Demera, J. & Angert, E. 2004. Comparison of the Antimicrobial Activity of Honey Produced by *Tetragonisca angustula* (Meliponinae) and *Apis mellifera* L. from Different Phytogeographic Regions of Costa Rica. III Seminario Mesoamericano sobre Abejas sin Aguijón. Tapachula, Chiapas, México
- E Enríquez C Monroy & A. Solís. 2001. Estado actual de la meliponicultura en Pueblo Nuevo Viñas, Santa Rosa, Guatemala. Memorias del II Seminario Mexicano de Abejas sin Aguijón. Mérida, Yucatán, México.
- E Enríquez, C Yurrita, C Aldana, J Ochenta, R Jáuregui & P. Chau. 2004. Desarrollo de la crianza de abejas sin aguijón –Meliponicultura- para el aprovechamiento y comercialización de sus productos, como una alternativa económica sustentable en el área de El Trifinio, Chiquimula. Informe Final Proyecto SENACYT. Guatemala.
- E. Enríquez. 2005. Comunicación personal.
- Grajales-Conesa, J., Rincón-Rabanales, M., Guzmán-Díaz, M. & Vandame, R. 2003. Propiedades físicas, químicas y antibacterianas de mieles de *Scaptotrigona mexicana* de la región Soconusco, Chiapas, México. III Seminario Mesoamericano sobre Abejas sin Aguijón. Tapachula, Chiapas, México.
- López, G. 1997. Cómo cura la miel? Equipo revista Integral. Manuales Integral 7. Barcelona. 96p.
- Marroquín, A. 2002. Importancia de las abejas sin aguijón en la polinización de los bosques tropicales. Curso: Diversidad, Biología y Crianza de abejas sin aguijón. Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT- Guatemala. 42 p.
- 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)  
. 122p.

- Molan, P. 1992. The Antibacterial Activity of Honey. *Bee World*. Vol. 73. Pág. 59-76.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T Manuales y Tesis SEA. Vol1. Zaragoza, 84 pp.
- Roubik W, D. 1992. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge Tropical biology series. Cambridge University press. Unides States. 514 p.
- Sánchez C, L. 2001. Métodos Palinológicos, curso de capacitación al personal de PROMABOS. -CINAT-PARAM-UNA-UU. San Salvador, El Salvador. 15 p.
- Souza B., Roubik D., Barth O., Heard T., Enríquez E., Carvalho C., Villas-Boas J., Marchini L., Locatelli J., Persano-Oddo L., Almeida-Muradian L., Bogdanov S. & Vit. P. 2006. *Interciencia* Vol 31 No.2. 867-875 pp.
- Stuart LC. Una descripción preliminar de las provincias bióticas de Guatemala, fundada sobre la distribución del género salamandrino (sic). USA: *Anals. Soc. Geog.. Hist. Guatemala*. 18 (1): 29-38pp.
- Villanueva, R. Et, al.. 2003 La Meliponicultura, una Tradición Maya que se Pierde. III Seminario Mesoamericano sobre Abejas sin Aguijón. Tapachula, Chiapas, México, 6-8 de Noviembre del 2003.
- Vit, P (Ed.). 2005. Denominaciones de origen de la miel de abejas de Venezuela. APIBA-CDCHT, Universidad de los Andes. Editorial Venezolana. Mérida, Venezuela. 60 pp.
- Vit, P., S. Bogdanov., V. Kilchenmann. 1994. Composition of Venezuelan honeys from stingless bees (Apidae: Meliponinae) and *Apis mellifera* L. *Apidologie*. Vol. 25. Pág. 278-288.
- Vit, P., M. Medina & E. Enríquez. 2004. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, México and Venezuela. *Bee World* 85 (1).
- White. W. 1971. Honey, Its Composition and Properties. *Beekeeping in the United States*. Agricultural Research service. United States Departament of Agriculture. Washington. D.C. 147 pp.

## ANEXOS

Fig. 1 Mapa de los puntos en los que se colecto la muestra de miel

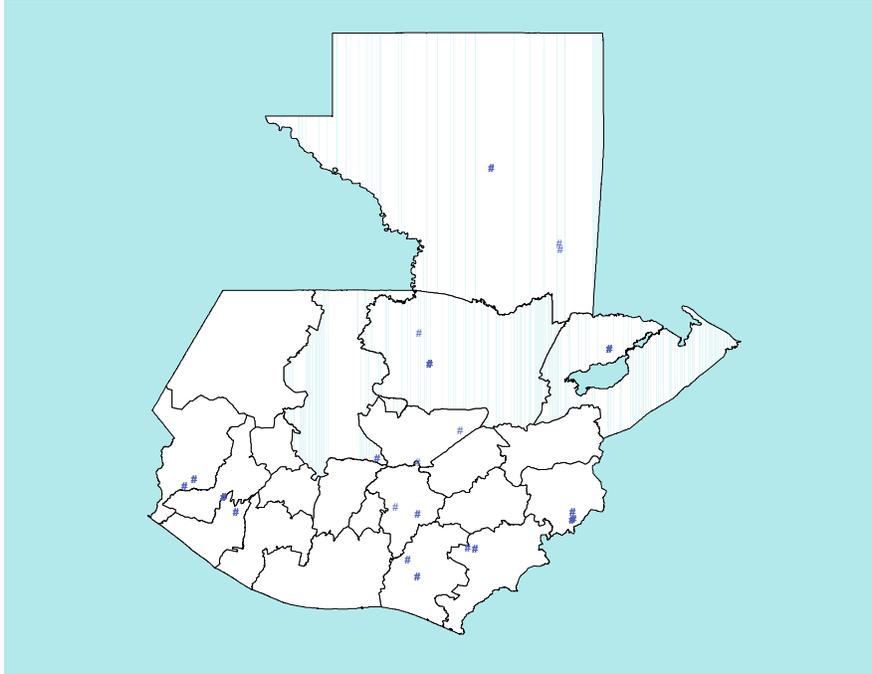


Fig. 2 Extracción de miel en caja tecnicada



Fig. 3 Protección de la luz de las muestras de miel



Fig. 4 Tronco de *Melipona solani* en la que se extrae miel.



Fig. 5 Procedimiento de técnica de acetólisis para mieles



Fig. 6 Granos de polen encontrados en la miel de meliponinos



Fig. 7 Colecta de meliponinos en la ecoregión lachuá



Fig. 8 Entrevistando a los meliponicultores



Tabla 1. Tipos polínicos presentes en mieles de abejas nativas sin aguijón

Familia Vegetal	M. b	M. s	M. y	T. a	P. l	N. p	S. m	S. p	G. a
Acanthaceae				X	X				
Amarantaceae				X					
Asclepiadaceae				X					
Asteraceae	X	X	X	X	X	X			X
Begoniaceae	X			X					
Bignoniaceae				X					
Conchlospermaceae				X					
Convolvulaceae				X	X				
Fabaceae	X	X		X	X		X		
Fagaceae	X	X		X			X	X	X
Lamiaceae				X					
Leguminosae							X		
Malvaceae						X			
Melastomataceae	X	X	X	X	X		X	X	
Myrsinaceae							X		
Myrtaceae	X	X		X		X			
Onagraceae				X					
Piperaceae		X		X					
Rutaceae				X					
Solanaceae	X	X		X		X			
Tiliaceae	X	X		X		X		X	X

*Melipona beecheii* (M.b); *Melipona solani* (M.s); *Melipona yucatanica* (M.y); *Trigona (T.) angustula* (T.a); *Nannotrigona perilampoides* (N.p); *Plebeia sp.* (Pl); *Geotrigona acapulconis* (G.a); *Scaptotrigona mexicana* (S.m); *Scaptotrigona pectoralis* (S.p)

Tabla 2. Análisis Bacteriológicos de Mieles de Abejas Nativas sin Aguijón

Muestras	Recuento Bacteriano	Recuento Hongos
<b>Chimalteca</b>		
SM (CH) 51	40 UFC	20 UFC
TA (CH) 18	270 UFC	40 UFC
TA (CH) 46	350 UFC	360 UFC
TA (CH) 49	100 UFC	100 UFC
MB (CH) 50	130 UFC	Menor a 10 UFC

<i>MB (CH) 43</i>	Menor a 10 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MB (CH) 52</i>	130 UFC	20 UFC
<i>MB (CH) 47</i>	370 UFC	30 UFC
<i>MY (CH)</i>	50 UFC	Menor a 10 UFC
<b>Trifinio</b>		
<i>TA (T) 38</i>	320 UFC	Menor a 10 UFC
<i>TA (T) 35</i>	280 UFC	10 UFC
<i>TA (T) 41</i>	2700 UFC	200 UFC
<i>MB (T) 37</i>	20 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MB (T) 40</i>	20 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MB (T) 36</i>	20 UFC	10 UFC
<b>Escuintleca</b>		
<i>MB (Esc) 27</i>	40 UFC	300 UFC
<i>MB (Esc) 28</i>	840 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MS (Esc) 26</i>	50 UFC	160 UFC
<i>TA (Esc) 24</i>	190 UFC	250 UFC
<i>SM (Esc) 22</i>	5500 UFC	Menor a 10 UFC
<i>SM (Esc) 29</i>	2200 UFC	Menor a 10 UFC
<b>Queqchí</b>		
<i>TA (Q) 12</i>	90 UFC	100 UFC
<i>TA (Q) 9</i>	400 UFC	30 UFC
<i>MS (Q) 14</i>	12000 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MB (Q) 10</i>	50 UFC	30 UFC
<b>Petenera</b>		
<i>TA (Q) 16</i>	3000 UFC	60 UFC
<i>TA (P) 1</i>	130 UFC	250 UFC
<i>TA (P) 4</i>	70 UFC	Menor a 10 UFC
<i>TA (P) 17</i>	54000 UFC	30 UFC
<i>MS (P) 6</i>	19000 UFC	1400 UFC
<i>MS (P) 5</i>	30 UFC	Menor a 10 UFC
<i>MB (P) 3</i>	20 UFC	Menor a 10 UFC

UFC= Unidades Formadores de Colonias

Tabla 3. Resultados de actividad antibacteriana de la miel de meliponinos

	<i>S. aureus</i>	<i>S. tiphy</i>	<i>M. smegmatis</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>P. aeuroginosa</i>	<i>C. albicans</i>	<i>C. neoformans</i>	<i>E. coli</i>
<b>Chimalteca</b>	CMI	CMI	CMI	CMI	CMI	CMI	CMI	CMI
SP (CH) 45	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	2.5%	5%
SM (CH) 51	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
TA (CH) 48	10%	10%	5%	5%	10%	10%	5%	5%
MB (CH) 50	5%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	5%
MB (CH) 43	5%	5%	5%	5%	10%	10%	5%	5%
MB (CH) 47	10%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	5%
PL (CH)	5%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	5%
MY (CH)	5%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
NP (CH)	5%	5%	2.5%	5%	2.5%	5%	2.5%	5%
NP (CH) BC	5%	5%	2.5%	5%	5%	5%	2.5%	5%
<b>Trifinio</b>								
TA (T) 38	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
TA (T) 35	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
MB (T) 37	5%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	5%
MB (T) 42	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
MB (T) 40	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
MB (T) 36	5%	5%	5%	5%	5%	10%	5%	5%
TAL (T) 39	10%	10%	5%	5%	5%	Mayor a 10 %	5%	5%
<b>Escuintleca</b>								
MB (Esc) 27	Mayor a 10 %	Mayor a 10 %	10%	10%	10%	10%	10%	10%
MB (Esc) 20	2.5%	2.5%	2.5%	2.50%	5%	5%	2.5%	2.5%
MB (Esc) 28	10%	Mayor a 10 %	5%	10%	10%	10%	5%	10%
<b>Queqchí</b>								
NP (Q) 13	2.50%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	5%	2.5%	2.5%
TA (Q) 12	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	5%
MS (Q) 14	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
MS (Q) Rab	Mayor a 10 %							
MS (Q) Canoas	Mayor a 10 %							
MB (Q) 10	2.50%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
<b>Petenera</b>								
TA (P) 4	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
NP (P) 8	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
NP (P) 2	5%	5%	1.25%	2.5%	5%	5%	5%	5%
MB (P) 3	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
NP (P) Golf	10%	10%	5%	2.5%	5%	Mayor a 10 %	5%	5%