



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dirección General de Investigación



INFORME FINAL

**Determinación de insecticidas y estudio nutricional de las mieles
de las abejas nativas sin aguijón, *Melipona Beecheii* y
Tetragonisca angustula (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae).**

EQUIPO DE INVESTIGADORES:

Licda. Antonieta Rodas Retana; Coordinadora.
Licda. Eunice Enríquez C.; Investigadora.
Br. Carlos Maldonado Aguilera; Auxiliar de Investigación.

Guatemala, 9 de enero de 2008.

Resumen

Las abejas sin aguijón son nativas de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Los indígenas de la región Mesoamericana les atribuían propiedades curativas a los distintos productos de las colmenas de estas abejas, siendo algunas de estas propiedades aún reconocidas por los campesinos. Se tienen reportes del uso de miel de *Melipona beecheii* para el tratamiento de afecciones respiratorias, llagas, golpes, quemaduras y en el caso de la miel de las abejas *Tetragonisca angustula* y *Geotrigona acapulconis* es empleada para el tratamiento de pterigión y cataratas. Los insecticidas agrícolas y acaricidas de uso veterinario se han utilizado casi indiscriminadamente, al punto de crear una problemática distinta a la que supuestamente estaban combatiendo. Este trabajo tuvo como objetivos: 1. la determinación de la presencia de insecticidas en las muestras colectadas, 2. el efecto de un insecticida sobre las obreras de *M. beecheii* y de *T.angustula*, y 3. la composición nutricional y caracterización sensorial de las mieles estudiadas. Para alcanzar estos objetivos, se utilizó un cromatógrafo de gases con detectores de masas y de captura de electrones, determinándose como no detectable la presencia insecticidas en las muestras, posiblemente por la época (entre cultivo y cosecha) en la cual se colectaron las muestras; se determinó la LC₅₀ de las obreras de ambas especies ante el Folidol, siendo la LC₅₀ para *M. beecheii* 0.007 g/ml, y para *T.angustula* 0.001 g/ml. Por último, se determinó la composición nutricional en cuanto a contenido proteico, energía bruta, cenizas y carbohidratos totales presentes en las mieles, siendo los valores promedio correspondientes para, *M. beecheii* y para *T.angustula*, 0.073 y 1.19, 300kcal y 286kcal, 0.033 y 0.49, 75.08 y 70.22.

Palabras clave: abejas sin aguijón, miel de meliponinos, *Melipona beecheii*, *Tetragonisca angustula*, LC₅₀, Folidol, caracterización sensorial, propiedades nutricionales.

Introducción:

En Guatemala se tienen reportes del aprovechamiento de meliponinos en los departamentos de Chiquimula, Santa rosa, Retalhuleu, San Marcos, Petén y Jutiapa, donde comercializan la miel, a nivel local, para el tratamiento de diversas afecciones como la diarrea, hepatitis, gastritis, llagas, heridas, manchas en la cara, cataratas, úlceras, fracturas, golpes externos e internos, entre otros, basándose en el saber popular. Aunque la miel se vende localmente no se han hecho estudios para mantener el control de calidad de dicha miel, ni tampoco sobre la validación de las propiedades medicinales o nutricionales ni de la biología de las distintas especies, por lo que no se puede comercializar localmente a gran escala, y menos a nivel internacional.

Guatemala es un país agrícola que está buscando alternativas económicas más amigables con el medio ambiente. La meliponicultura es una buena alternativa económica ya que las abejas además de producir miel, son polinizadoras y garantizan una buena producción de frutos y semillas. Se han reportado para Guatemala 32 especies de meliponinos, las cuales pueden potencialmente ser explotadas pero no se conoce mucho sobre su biología, distribución, características de la miel, recursos alimenticios que prefieren, etc. Dichos aspectos que son importantes para el desarrollo de la meliponicultura como una alternativa económica en nuestro país (Enríquez, et al 2004).

A nivel internacional se reconoce la importancia de la miel de meliponinos para usos terapéuticos principalmente, lo que ha impulsado una iniciativa latinoamericana de crear un mercado internacional para la venta de este producto. Sin embargo no se conocen las características fisicoquímicas, biológicas, nutricionales ni presencia de compuestos dañinos a la salud de las distintas mieles, lo que impide la definición de los parámetros que regirán las cualidades de la miel a ofertar –el control de calidad-, situación que sí se da con la miel de la abeja melífera. En Guatemala, es necesario conocer las cualidades de la miel de los meliponinos para su comercialización tanto a nivel nacional como internacional.

Para este estudio se propusieron como objetivos la determinación de la presencia de insecticidas en las mieles, los efectos de un insecticida sobre las obreras de *M. beecheii* y *T. angustula* y la determinación de la composición nutricional de las mieles. Para lograr el primer objetivo se aplicó un análisis de cromatografía. Para determinar los efectos de un insecticida sobre las obreras, se utilizó Folidol a cuatro distintas concentraciones, aplicándolo sobre un papel filtro y colocándolo en cajas especiales de petri de vidrio. Para el último objetivo se realizaron pruebas bromatológicas y de caracterización sensorial de las mieles colectadas.

Antecedentes

ABEJAS NATIVAS SIN AGUIJÓN O MELIPONINOS

Dentro del orden Hymenoptera, superfamilia Apoidea están incluidas las abejas, las cuales son de gran importancia debido al papel que juegan en los procesos ecológicos como polinizadores de plantas, al colectar 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, R. 1998; Marroquín, A. 2000; Marroquín, A. 2004).

Se clasifican en 10 familias que incluyen más de 20,000 especies en todo el mundo. 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, R. 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, laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología -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, R. 2003; González-Acereto, J. 2005). *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 su casa, 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 es utilizada para el tratamiento de enfermedades como diarreas, gastritis, llagas, problemas respiratorios, golpes, entre otros (Enríquez, et al. 2004).

Las abejas más comúnmente utilizadas en Guatemala para la obtención de miel y otros productos se presentan en la tabla 1, se indican los nombres comunes que se le dan en el País a estas abejas (Enríquez, et al. 2004). Este listado debe ser

considerado como preliminar ya que sólo se tomaron en cuenta dos regiones para su elaboración.

Tabla 1

Abejas cuyas mieles son más comúnmente consumidas o utilizadas

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>lebeya 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

(Fuente: Enríquez, E. et al. 2004. Desarrollo de la crianza de abejas sin aguijón)

Así mismo es necesario realizar colectas sistemáticas para conocer los meliponinos que existen en cada región y que puedan ser propuestos para el cultivo tecnificado de éstas abejas, con el objetivo de la producción 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 que posee mayor capacidad de producción de miel desplazando la crianza de abejas nativas (Villanueva, R. 2003).

Actualmente en Guatemala la crianza de abejas sin aguijón está restringida a pequeños grupos, quienes 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, quienes confirman 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 causan infecciones al humano (Enríquez, et al 2004, Enríquez, et al 2001).

MELIPONICULTURA COMO ALTERNATIVA ECONÓMICA

La meliponicultura es la crianza de abejas sin aguijón, y en Guatemala se lleva a cabo 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 utilizan todos estos productos y en algunos casos los comercializan, principalmente la miel. Existe una demanda local por este producto dada la atribución de beneficios terapéuticos, hecho que eleva su precio considerablemente en comparación con el de 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 hubiera un mercado nacional o internacional para la comercialización de la miel y otros productos de la colmena de abejas sin aguijón (González-Acereto, J. 2005).

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, G. 1997; White, W. 1971). En general las mieles de los meliponinos 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, P. 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 tienen relación 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, P. et al. 2004).

MELIPONINOS Y LA VIGILANCIA AMBIENTAL

Las abejas y sus productos han sido utilizados exitosamente como bioindicadores en ambientes expuestos a fuentes de contaminación. La utilización de las colmenas como bioindicadores tiene tres ventajas: (1) posibilidad de desplazar unidades estandarizadas que ocupan un espacio físico reducido en comparación con el área muestreada en localidades de interés; (2) bioacumulación de residuos tóxicos tanto en abejas como en sus productos y (3) la posibilidad de trabajar con alimentación artificial controlada (Vit, 1999).

Las abejas pecorean y procesan numerosos materiales donde se pueden bioconcentrar residuos tóxicos en forma primaria, secundaria o terciaria. Estos materiales son recolectados en extensas áreas y las unidades de acopio están formadas por la unidad social o colonia, la cual vive en colmenas y conforma lo que hoy se acepta como un superorganismo. Es como una unidad de muestreo compacta con seudópodos recolectores de muestras ambientales. El estudio de los productos que pueden ser recolectados por las abejas, su biotransformación y su bioacumulación permite seleccionar las variables experimentales de protocolos de trabajo a fin de evaluar las especies tóxicas que funcionen como indicadores prácticos para inferir el grado de salud ambiental (Vit, 1999).

INSECTICIDAS Y SUS USOS

En sus inicios, la clasificación de los insecticidas se basaba en su toxicidad para el insecto, determinada por su forma de entrar. Por ejemplo: insecticidas estomacales, como el arseniato de plomo, tóxicos cuando se ingieren; fumigantes, como el ácido cianhídrico, que entran como un gas a través de los espiráculos; insecticidas de contacto, por ejemplo la nicotina, que penetran por la cutícula. En la actualidad, la clasificación de los insecticidas se basa en su acción toxicológica sobre los tejidos vitales y sobre los sistemas de enzimas (Castañeda, E. 2000).

El avance de la frontera agrícola ha expuesto tanto al hombre como a especies tradicionalmente silvestres en contacto mutuo; a pesar de que últimamente se ha considerado el uso de plaguicidas de otras naturalezas –que no sean químicos sintéticos–, el uso de químicos para controlar las poblaciones de diversos organismos considerados como plagas en los cultivos. Entre estos intentos

podemos mencionar la utilización de *Bacillus thuringiensis* en cultivos de tomate con el fin de controlar las larvas de *Heliothis zea* (Turcios, E. 2001).

Se ha observado que la utilización de insecticidas no reduce significativamente la acción de algunos parasitoides, como por ejemplo los parasitoides de la mosca minadora (*Liriomyza* sp) (García, R. 2002).

Es aún común el uso de distintos insecticidas pertenecientes a diferentes grupos químicos. En la tabla 2 se muestra donde se incluyen los insecticidas de mayor utilización:

Tabla 2

Insecticidas de uso común en el agro

Grupo Químico	Nombre Comercial y Compuesto Activo (nombre genérico)
Carbamato	Lannate 90WP (metomil) NUDRIN 90SP (metomil) VYDATE 24SL (oxamil)
Organoclorado	Thiodan 35EC (endosulfan) ENDOSULFAN35 EC (endosulfan)
Organofosforado	DIAZINON 60EC (dianion) Folidol 48EC (metil parathion) METIL PARATION 48EC (metil parathion) Metasystox 25EC (oxidemeton metil) ORTHENE75SP (acefate) PROMOFEKTION 40EC (dimetoato) Tamaron 60 SL (metamidofos) Volaton 50EC (foxim) VEXTER 48EC (clorpirifos) DIBROM 58EC (naled)
Organofosforado+Piretroide	TAMBO 44EC (profenofos+cipermetrina)
Piretroide	AMBUSH 10 EC (permetrina) Baytroid 2.5EC (ciflutrina) Decis 2.5EC (deltametrina)

	KARATE 2.5EC (lambda-cihalotrina)
Microbiológico	DiPel 6.4WG (<i>Bacillus thuringiensis</i>)
Tritiano	EVISEC 50SP (tiociclam-H-oxalato)
Benzoilurea	NOMOLT 15SC (teflubenzuron)
Cloronicotinilo	Confidor 70WG (imidacloprid)
Lactona macrocíclica	ROMEECTIN 1.8EC (lactosa)

(Modificado de: Sagayama, K. 2001. Guía de aplicación de plaguicidas)

CALIDAD SANITARIA DE LA MIEL

El control de la calidad sanitaria de los alimentos permitirá proponer soluciones correctivas a problemas recurrentes en la aplicación inadecuada de plaguicidas y de fármacos veterinarios cuyos residuos deterioran la salud humana. Además, permitirá hacer seguimientos comparativos gracias a la creación de bases de datos. En cuanto al impacto económico, podría pensarse en el uso de etiquetas que diferencien los productos que cumplan con los límites máximos de residuos, como productos de excelencia (González, I. et al. 2000).

Entre los beneficios de la verificación de presencia de sustancias en la miel dentro del marco de el mejoramiento de las condiciones higiénico-sanitarias se pueden considerar el mejoramiento y valorización de los productos de la colmena análisis de ley, análisis fisicoquímicos, análisis de residuos de sustancias utilizadas para tratar enfermedades de la colmena, análisis de residuos de contaminantes ambientales y análisis microbiológicos (Mutinelli, F. 2000).

Durante el mes de febrero del 2000 se efectuó una reunión del Comité del Codex Alimentarius de la FAO-OMS para definir los estándares internacionales para la miel de abejas. Tales estándares son de gran relevancia en el mercado, a fin de constituir la base de intercambios mundiales de este producto de la colmena. Los elementos “objetivos” de la calidad de la miel de abejas pueden reducirse a dos fundamentales y válidos para todos: 1.- Genuinidad (miel no adulterada) y 2.- Higiene (que no contenga sustancias nocivas) (Persano, L. 2000).

ASPECTOS NUTRICIONALES EN LA MIEL

La miel está compuesta de varios azúcares, pero especialmente de glucosa y fructosa. Otros azúcares son: sacarosa, maltosa y melicitosa. También contiene aminoácidos, enzimas, ácidos orgánicos, minerales y polen. En la tabla No. 3 se presenta la composición nutricional de la miel de abeja. El color de la miel de abejas varía desde matices incoloros hasta un color castaño oscuro, su consistencia varía desde fluida hasta viscosa y su apariencia es parcial o

totalmente cristalizada. El sabor y aroma están determinados por el tipo de alimentación de las abejas.

Tabla 3

Composición nutricional de la miel de abeja (*Apis mellifera*) (en 100g)

Componente	Cantidad
Agua, %	25.6
Energía, Kcal.	284
Proteína, g	0.5
Grasa total, g	0.2
Carbohidratos totales, g	72.6
Fibra dietética, g	1.10
Cenizas, g	1.1
Calcio, mg	70.0
Fósforo, mg	42.0
Hierro, mg	1.2
Sodio, mg	40.0
Potasio, mg	77.0
Zinc, mg	0.06
Tiamina, mg	0.01
Riboflavina, mg	0.07
Niacina, mg	0.20
Vitamina C, mg	4.0
Equivalentes de Retinol, mcg	0..0
Ácido Fólico, mcg	33.0

(Fuente: Menchú, et al. 2000)

Justificación

El estudio del efecto de los insecticidas sobre los meliponinos y su detección en muestras de miel, así como el estudio de la composición nutricional y caracterización sensorial de este producto de los meliponinos, es de importancia tanto para científicos como para las personas que se dedican a la crianza de estas abejas, ya que genera conocimiento que permitirá viabilidad para la adecuada producción y comercialización de los productos elaborados por los meliponinos. Estos productos actualmente están cobrando auge en su uso como alimento, así como para diversos padecimientos de salud.

Otro tema que poco a poco toma relevancia es el de la vigilancia ambiental; esto como resultado de la, cada vez más generalizada, conciencia ambiental consecuencia del deterioro que las actividades antropogénicas han causado al entorno. Se ha reportado que los productos de las colmenas (miel, polen, propóleo y cera) son sensibles a los más variados contaminantes, entre los cuales se pueden incluir: minerales, metales pesados, productos químicos, compuestos orgánicos, criptorgánicos, microbianos, etc. (Becker, A. 1999). Dentro de las ventajas de utilizar estos organismos con fines de medir la contaminación química en ambientes expuestos a contaminantes presenta estas ventajas: (1) posibilidad de desplazar unidades estandarizadas que ocupan un espacio físico reducido en comparación con el área muestreada en localidades de interés; (2) bioacumulación de residuos tóxicos tanto en abejas como en sus productos y (3) la posibilidad de trabajar con alimentación artificial controlada (Vit, 1999).

Tanto la apicultura como la meliponicultura son temas de estudio muy amplios, que tienen que ver con agricultura, nutrición, medicina, productos industriales y medio ambiente. Algunos países poseen un potencial desaprovechado para la producción de miel, cera u otros productos apícolas. Cabe mencionar que la crianza de abejas es un negocio que requiere de una pequeña inversión de capitales, un reducido volumen de trabajo y asegura una gran cosecha en comparación con otras actividades destinadas a aliviar la pobreza. Como actividad económica, la crianza de abejas puede desempeñar un papel vital para el desarrollo rural (Saha, J. Ch. 2002).

Objetivos

1. Generales

- Determinar la presencia de insecticidas en las mieles de abejas sin aguijón.
- Determinar la composición nutricional de las mieles de *Melipona beecheii* y *Tetragonisca angustula*.
- Determinar la concentración letal media (LC₅₀) con los insecticidas encontrados, en *Melipona beecheii* y *Tetragonisca angustula*.

2. Específicos

- Determinar la presencia de insecticidas en las mieles de *M. beecheii* y *T. angustula*.
- Determinar la composición nutricional de las mieles de *M. beecheii* y *T. angustula*.
- Comparar la composición nutricional de las mieles de *M. beecheii* y *T. angustula*.
- Caracterizar sensorialmente las mieles de *M. beecheii* y *T. angustula*.
- Realizar bioensayos para determinar la concentración letal media (LC₅₀) con los insecticidas encontrados, en *M. beecheii* y *T. angustula*.
- Generar información que podrá ser utilizada tanto por investigadores como por meliponicultores del área rural para valorizar los productos de sus colmenas.

Metodología

DISEÑO EXPERIMENTAL

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

Unidad Muestral: treinta y tres muestras de miel de cuatro especies de abejas nativas sin aguijón de departamentos representativos de cuatro distintas zonas biogeográficas del país.

Variable Independiente: dos especies de abejas nativas sin aguijón; seis departamentos de Guatemala.

Variable de Respuesta: insecticidas encontrados. Microgramos de insecticida por ml de solvente ($\mu\text{g/ml}$). Cantidades de agua, grasa, proteína, fibra cruda, ceniza, carbohidratos y energía en las mieles. Color, viscosidad, olor, sabor de las mieles.

Distribución Temporal: Colecta de mieles de febrero a abril 2007.

Distribución Espacial: cuatro zonas biogeográficas del país (Quekchí, Petén, Escuintleca y Chimalteca).

PROCEDIMIENTO

Técnicas a utilizar en el proceso de la investigación

Colecta de las muestras de miel: Se visitaron varios meliponarios de cada uno de los departamentos seleccionados, para la colecta de muestras de miel de las especies de meliponinos. Las visitas y colectas de miel se realizaron en la época seca, en los meses de Febrero, Marzo y Abril; época en que los meliponicultores castran sus colmenas. Durante la colecta de miel, se abrieron los potes, donde las abejas almacenan su miel, haciendo un agujero en la parte superior. Con una jeringa estéril se colectaron 150 ml de miel que fueron colocados en un envase de vidrio ámbar y transportados en hielera a 4 ° C. Estos fueron almacenados en refrigeración hasta la realización de las pruebas propuestas. Por cada muestra de miel, en el campo se llenó una boleta que incluye datos de: tipo de caja, lugar, cultivos aledaños a los meliponarios, nombre del meliponicultor, etc.

Determinación de presencia de insecticidas en la miel: se trataron las mieles extraídas de las colmenas con solventes aplicando procedimientos estándares; se colocaron los insecticidas extraídos en un cromatógrafo de gases con detector de masas, con una librería especial para plaguicidas, con lo que no se requerirán estándares debido a que estos aparatos identifican las sustancias por los iones presentes en las muestras (Arreola, M.C., 2006). Las mieles colectadas se analizaron en los laboratorios de INLASA para la determinación de presencia de

insecticidas. Las muestras se enviaron a un laboratorio privado debido a que el equipo de los laboratorios de la facultad planificados para el análisis sufrieron desperfectos.

Estudio nutricional y sensorial de las mieles

a) Para determinar la composición de macronutrientes, se utilizó el método de Análisis químico proximal para determinar agua, grasa, proteína, fibra cruda, ceniza, carbohidratos y energía, según los métodos oficiales de AOAC, Nos. 928.08, 960.39 y 962.09. Los carbohidratos y energía se calcularon por diferencia, con base a los resultados de determinaciones. Para determinar los minerales, se utilizó espectrofotometría de absorción atómica, según métodos AOAC No. 975.03. El análisis de nutrientes se realizó en “muestras compuestas” según lugar de procedencia (ACTIA, 2001.; García, A. 1985; Menchú, et al., 2000). Estos análisis se realizaron en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la USAC.

b) Para la caracterización sensorial: Las mieles se caracterizarán en cuanto a color, viscosidad, olor, sabor (ACTIA, 2001.; García, A 1985; Menchú, et al., 2000). El color se determinó por comparación con una escala de colores (Pantone® o similar) y la viscosidad se determinó por medio de refractómetro y se expresó como grados Brix. El olor y sabor se determinaron por medio de un panel de jueces sensoriales semientrenados; quienes aplicaron un análisis descriptivo cuantitativo para caracterizar el olor y sabor (ACTIA, 2001.; García, A 1985; Menchú, et al, 2000). La caracterización sensorial se realizó en cooperación con la Escuela de Nutrición de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC.

Realización de los bioensayos: se utilizaron las abejas obreras de las especies *Melipona beecheii* y *Tetragonisca angustula*. Se diluyó el insecticida en diluciones crecientes previo a la aplicación sobre papel filtro, se aplicó 1 ml con micropipeta calibrada. Se colocaron de 12 a 19 abejas de cada especie en una caja de petri especial para bioensayos, previamente, se sometió las abejas a una temperatura de 4-5 C°, entre 1 y 2 minutos, para adormecerlas; a las abejas se les proporcionó agua azucarada para alimentarse; se mantuvieron en una incubadora de 27 °C y a 70 % de humedad relativa por 24 horas para contar el número de abejas muertas por lote. Se tomó nota de las abejas muertas cada hora por un total de 12 horas y luego a las 24 horas (lo que se conoce como *knock down time*). Los resultados de este experimento fueron evaluados por medio de una regresión logística para el cálculo de las probabilidades de animales muertos (Valdovinos-Núñez, 2003). Los bioensayos se llevaron a cabo en el bioterio del Laboratorio de Entomología Aplicada y Parasitología –LENAP- de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC.

Resultados

Tabla 1. Muestras de miel colectadas en las distintas regiones biogeográficas de Guatemala.

Código	Especie	Región biogeográfica
MB(Q)87	<i>Melipona beecheii</i>	Quekchí
MB(Q)88	<i>Melipona beecheii</i>	Quekchí
TA(Q)86	<i>Tetragonisca angustula</i>	Quekchí
MS(Q)84	<i>Melipona solana</i>	Quekchí
NP(Q)85	<i>Nannotrigona perilampiodes</i>	Quekchí
MB(P)62	<i>Melipona beecheii</i>	Petén
TA(P)66	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
TA(P)64	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
TA(P)61	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
MB(P)63	<i>Melipona beecheii</i>	Petén
MB(P)65	<i>Melipona beecheii</i>	Petén
TA(P)67	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
TA(P)68	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
SM -E-74	<i>Scaptotrigona mexicana</i>	Escuintleca
TA-E-73	<i>Tetragonisca angustula</i>	Escuintleca
TA-E-71	<i>Tetragonisca angustula</i>	Escuintleca
TA-E-70	<i>Tetragonisca angustula</i>	Escuintleca
TA-E-76	<i>Tetragonisca angustula</i>	Escuintleca
SP-E-75	<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	Escuintleca
MB(CH)88	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
TA-E-77	<i>Tetragonisca angustula</i>	Escuintleca
MB(CH)79	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
MB(CH)80	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
MB(CH)81	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
MS-E-72	<i>Melipona solana</i>	Escuintleca
MB(CH)82	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
TA(CH)83	<i>Tetragonisca angustula</i>	chimalteca
TA(P)69	<i>Tetragonisca angustula</i>	Petén
TGA(CH)91	<i>T. geotrigona acapulconis</i>	chimalteca
MB(CH)90	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
MB(Q)89	<i>Melipona beecheii</i>	Quekchí
MB(CH)92	<i>Melipona beecheii</i>	chimalteca
TGA(CH)93	<i>T. geotrigona acapulconis</i>	chimalteca

Tabla 2. Plaguicidas reportados por los meliponicultores

GRUPO DE PESTICIDA	PESTICIDA REPORTADO, grupo químico
Órganoclorados	Malatión (ditiofosfato de O,O-dimetilo)
Órganofosforados	Tamarón (Metamidofos), Volatón (Foxim) Folidol (Paratión, Etil-paratión, Metil-paratión)
Piretroides	Karate (Lambda-cihalotrina)
Bipiridales (bipiridilos)	Gramoxón (Paraquat), Edonal (Paraquat) Gramurón (Paraquat+Diurón)
Glifosfato	Ranger (Glifosfato)
Atrazinas	Gesaprim (Atrazina)

Tabla 3. Abejas *Melipona beechii* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1x10⁻¹ g/ml)	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2 (1x10⁻² g/ml)	0	0	0	0	5	10	12	12	12	12	12	12	12	12
3 (1x10⁻³ g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
4 (5x10⁻⁴ g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12

*Réplica: 1; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 4. Abejas *Melipona beechii* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1x10⁻¹ g/ml)	0	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2 (1x10⁻² g/ml)	0	0	0	0	0	8	12	12	12	12	12	12	12	12
3 (1x10⁻³ g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	12
4 (5x10⁻⁴ g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12

*Réplica: 2; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 5. Abejas *Melipona beechii* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1×10^{-1} g/ml)	0	1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2 (1×10^{-2} g/ml)	0	0	0	1	8	11	12	12	12	12	12	12	12	12
3 (1×10^{-3} g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	12
4 (5×10^{-4} g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12

*Réplica: 3; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 6. Abejas *Tetragonisca angustula* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1×10^{-1} g/ml)	0	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
2 (1×10^{-2} g/ml)	0	13	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
3 (1×10^{-3} g/ml)	0	0	1	5	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
4 (5×10^{-4} g/ml)	0	0	0	0	0	1	1	4	5	8	10	12	12	12
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14

*Réplica: 1; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 7. Abejas *Tetragonisca angustula* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1×10^{-1} g/ml)	0	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
2 (1×10^{-2} g/ml)	0	3	10	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
3 (1×10^{-3} g/ml)	0	0	0	0	8	12	12	12	12	12	12	12	12	12
4 (5×10^{-4} g/ml)	0	0	0	0	6	14	16	16	16	16	16	16	16	16
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14

*Réplica: 2; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 8. Abejas *Tetragonisca angustula* muertas a distintos tiempos, a distintas concentraciones de folidol*.

Tratamiento (concentración)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	Kd (24)	N
1 (1×10^{-1} g/ml)	0	0	10	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
2 (1×10^{-2} g/ml)	0	0	2	8	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3 (1×10^{-3} g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	1	3	8	10	13	14	14
4 (5×10^{-4} g/ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5	14	14
5 (control)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13

*Réplica: 3; Alimento: agua con azúcar 50/50

Tabla 9. Concentraciones letales de las dos especies estudiadas.

Especie	LC₅₀	LC₉₀
<i>M. beecheii</i>	0.007 g/ml	0.176 g/ml
<i>T. angustula</i>	0.001 g/ml	0.002 g/ml

Tabla 10. Promedio de abejas muertas a varios tiempos y porcentaje de Kd (efectividad de un insecticida a las 24 horas de aplicación).

Especie	2 horas	6 horas	12 horas	Kd (t 24)
<i>M. beecheii</i>	2.08	5.42	7.08	50%
<i>T. angustula</i>	4.58	10.92	12.33	100%

Tabla 11. Resumen de las propiedades nutricionales de las mieles colectadas.

Especie	Muestra	Agua (%)	Carbohidratos (%)	proteína (%)	Cenizas (%)	kcal/100gr
<i>Scaptotrigona pectoralis</i>	N=2	29.78	70.22	0.41	0.35	283
<i>Melipona beecheii</i>	N=3	24.92	75.08	0.073	0.033	300
<i>Tetragonisca angustula</i>	N=3	29.78	70.22	1.19	0.49	286
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	N=1	28.27	71.73	0.47	0.24	289

Tabla 12. Análisis sensorial de las mieles colectadas.

Especie	Muestra	Color	Olor	Sabor (aroma)	Viscosidad
<i>Melipona beecheii</i>	N=5	Amarillo pálido (5 tonos distintos)	Azúcar, levemente a grasa, floral, panal, levemente ácida, levemente frutal.	Dulce, frutal, floral, caña natural, delicado	78.8
<i>Scaptotrigona mexicana</i>	N=3	Amarillo pálido (2 tonos distintos)	Levemente alcohólico, floral.	Dulce delicado, frutal, formaldehído	72
<i>Melipona solani</i>	N=3	Blanco transparente (2 tonos) y Amarillo pálido (1 tono).	Levemente ácida, levemente a formaldehído.	Dulce, azúcar, formaldehído, nance	76
<i>Tetragonisca angustula</i>	N=2	amarillo (2 tonos) y anaranjado (1 tono)	Fermentado, dulce de panela, acético acentuado	Dulce, nace, levemente ácido, acético fuerte	81

Tabla 13. Usos de los productos de la colmena de *M. beecheii*

Generales	Usos de los productos de la colmena de <i>M. beecheii</i>			
	Miel	Polen	Propóleo	Cera
Principalmente en corchos (troncos).	Para la tos. Complemento nutricional. Para dolores de oído. Aplicada sobre heridas (antibiótico). Aplicada sobre quemaduras. Aplicada sobre ronchas. Para los cólicos de los niños. Como Medicina en general. En casos de diabetes. Para la gastritis. En casos de úlcera. En casos de anemia.	Para desórdenes digestivos (purgante). Para manchas en la cara (mezclado con miel). Como energizante. Reconstituyente (para enfermos convalecientes). Alimento para las mismas abejas.	Para fortalecer los huesos. Como antibiótico (desinfectante). Cicatrizante.	Sellador de tecomates de marimba Para tapar agujeros en las láminas. Lubricante para clavar. Para elaborar distintos utensilios (tapaderas de envases, tipachas, etc.) Para boquillas de tecomates de marimba.

Tabla 14. Usos de los productos de la colmena de *T. angustula*

Generales	Usos de los productos de la colmena de <i>T. angustula</i>			
Estado de crianza	Miel	Polen	Propóleo	Cera
Principalmente tecnificado (cajas).	Para la vista. Infecciones de los ojos. Conjuntivitis. Aplicada en los ojos en casos de cataratas. Como Medicina en general.	Purgante. Como energizante. Reconstituyente (para enfermos convalecientes). Alimento para las mismas abejas.	Cicatrizante.	Sellador. Lubricante.

Discusión

Presencia de insecticidas

Se analizaron 12 muestras, tres de cada una de las cuatro diferentes regiones en las cuales se realizaron las colectas (tabal 1). Las colectas se llevaron a cabo entre los meses de marzo y junio del año 2007. En todas las muestras se determinó que la presencia de insecticidas era menor a los límites de sensibilidad del instrumental utilizado. Esto implica que podría haber trazas muy pequeñas de pesticidas presentes en las muestras.

Se presume que son dos los factores que influyeron en este resultado: las fechas de las colectas y la ubicación de las colmenas en los meliponarios. El primero de los factores antes mencionados tuvo su efecto sobre la determinación ya que, según lo que indicaban los meliponicultores, aplican los insecticidas luego de las siembras y en el tiempo de cosecha; esto nos da un período intermedio que coincide con las fechas en las que se colectaron las muestras. El segundo de los factores indicados refleja el cuidado que tienen los meliponicultores con el manejo de las colmenas; según lo que los mismos meliponicultores indican, ellos colocan las colmenas lejos de los sembradíos de cultivos o en la periferia de las viviendas (en los pórticos). Los meliponicultores manifestaron que no utilizaban a los meliponinos como polinizadores en sus cultivos, como sucede con *A. mellifera*, a pesar de estar conscientes de la capacidad de estos para la polinización.

Por otra parte, cuando se indagó sobre los hábitos en cuanto a la utilización de pesticidas en general, se observó una serie de irregularidades, desde la obtención de los pesticidas hasta las aplicaciones y las medidas de bioseguridad. Los meliponicultores indicaron que los pesticidas que utilizan normalmente en sus cultivos, los compran en las tiendas de productos agrícolas (o en las tiendas de

abarrotes); pueden pedir que se les venda cantidades pequeñas (una botella o un galón) e incluso ellos mismos llevan los recipientes para que se les expendan en ellos (de esta forma se les vende un poco más barato). Utilizan indiscriminadamente los recipientes para uno u otro pesticida (independientemente de la naturaleza del mismo). No en todos los casos, los recipientes que contienen pesticidas que son ofrecidos en las tiendas, se indica de cuál pesticida se trata, la concentración a la cual se encuentra ni las medidas de seguridad que se deben tener al momento de manejar el producto. Tampoco se especifica nombre comercial, compuesto activo, naturaleza química, concentración ni fecha de vencimiento del producto.

Otro mal hábito que se detectó durante el estudio es la práctica común de mezclar los distintos productos (insecticidas y herbicidas) a manera de cóctel y rociar los cultivos con ellos. Además de lo anterior, los campesinos indican que utilizan la misma bomba, los que la tienen, para rociar los distintos pesticidas. Hay casos en los que los utilizan indiscriminadamente (rocían las malezas o los hormigueros, e.g., con el pesticida que tengan).

En cuanto a las medidas de bioseguridad, se observó que las personas que manipulan y aplican los pesticidas están expuestas de forma directa a ellos, ya que los manipulan con las manos, sin utilizar guantes; utilizan las mismas ropas que usan a diario y lavan las bombas en arroyos o en la pila de la casa; además, no utilizan mascarillas apropiadas, con los filtros recomendados para este tipo de compuestos.

LC₅₀, LC₉₀ y Kd

Se determinó la Concentración Letal media (LC₅₀), la Concentración Letal del 90 % (LC₉₀) y el “knock down” (kd) para ambas especies, siendo *M. beecheii* la más resistente

Se escogió el insecticida folidol puro en polvo, debido a que éste es utilizado comúnmente por los campesinos en sus plantaciones y en sus hogares (tabla 2); también se usa en los ambientes urbanos en la jardinería y para el control de plagas domésticas (cucarachas, hormigas y zompopos); fue de reporte recurrente en nuestras encuestas. Las personas en el campo indican que lo utilizan para “rociar” las paredes de sus casas para evitar la infestación de insectos.

Este insecticida se vende libremente en los mercados, tiendas de jardinería y otros expendios en los que se ofrecen productos agrícolas, como polvo “para insectos”. Los sobres en los que se venden las cantidades más pequeñas, no indican el producto que contienen, naturaleza química, compuesto activo ni las medidas de precaución que se deben tener al manipularlo. Otra razón por la que se escogió el Folidol, es que este es un insecticida de amplio espectro que actúa como veneno por contacto, ingesta o inhalación. Su uso contra los insectos picadores y succionadores está muy difundido en la agricultura y en el cultivo de frutas, verduras y uvas. También se aplica en la lucha contra ácaros, coleópteros y

orugas. Normalmente se aplica en forma de spray (emulsión: 500 g/l; aceite: 10%). Otras aplicaciones del folidol van de soluciones de 2-4%, como emulsionante concentrado a 50-80% o esparcido puro. En *Apis mellifera* se reporta la DL_{50} 0,28 μ g/abeja, en aplicación oral del insecticida (<http://144.16.93.203/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol340.htm#Parati3n>). No se reportan datos de concentraciones letales medias para *A. mellifera*, ni para meliponinos en general. Se debe considerar que la dosis letal media se basa en la aplicación directa a los sujetos de experimento, por lo que los resultados serán aparentemente más bajos que los que se podrían reportar en una prueba de concentración letal media, que es lo que se debería aplicar al sustrato para que afecte a los individuos de la prueba. Esta última condición sería la más parecida a las condiciones de aplicación en el campo, ya que los rociamientos de insecticida se realizan sobre los sustratos que las abejas visitan.

En las pruebas realizadas sobre *M. beecheii*, se encontró diferencia significativa para los análisis dentro del grupo ($P < 0.05$). Esto se debe a que las dos concentraciones más altas fueron las únicas que afectaron a esta especie (tablas 3 a 5), y las otras dos concentraciones se comportaron de manera muy similar al tratamiento control (agua destilada). De las otras concentraciones, solamente en el tercer tratamiento (concentración) se observó un efecto a las 24 horas. Aislando las dos concentraciones más altas, se observa que sí hay diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ellas, al compararla con el tratamiento control.

Al analizar los resultados entre los dos grupos (especies), se observó diferencia significativa entre las respuestas observadas en las dos especies ($P < 0.05$), resultando *M. beecheii* la más resistente y *T. angustula* la más susceptible. Esto es respaldado también con los resultados del Kd, ya que a las 24 horas sólo el 50% de los tratamientos de *M. beecheii* mostró un Kd efectivo, mientras que *T. angustula* respondió en un 100%. La diferencia se debe a que *M. beecheii* presenta una mayor biomasa que *T. angustula* (midiendo de 9.9-10.7mm y 4.4-4.7mm, respectivamente), y los efectos de los químicos, sean pesticidas o medicamentos, están sujetos a la masa (peso) de quien recibe la dosis.

En las pruebas realizadas dentro del grupo de *T. angustula* (tablas 6-8), se observa diferencia significativa entre los distintos tratamientos (concentraciones) ($P < 0.05$).

La LC_{50} para *M. beecheii* se determinó como 0.007 g/ml, mientras que para *T. angustula* se determinó como 0.001 g/ml.

La LC_{90} para *M. beecheii* se determinó como 0.176 g/ml, mientras que para *T. angustula* se determinó como 0.002 g/ml.

Propiedades nutricionales

Los porcentajes de agua en las mieles de *M. beecheii* y de *T. angustula* son muy similares, oscilando entre los 24 hasta los 26 %. Así mismo la cantidad de carbohidratos presentes en ambas especies también son muy similares, oscilando de 67 a 75%. Sin embargo, en cuanto a la proteína presente en la miel de *S. pectoralis* observamos un mayor porcentaje (0.42%) que la miel de *M. beecheii* (0.04-0.1%), lo que se puede deber a los hábitos de colecta y las preferencias alimenticias de cada especie; la proteína encontrada en las mieles proviene principalmente del polen de las flores. Lo mismo ocurre con las cenizas, donde *S. mexicana* presenta un mayor porcentaje (0.36%) que la miel de *M. beecheii* (0.03-0.04%). Así mismo se puede observar que la producción de energía por la miel es similar en las dos especies estudiadas (tabla 11).

En base a los datos obtenidos en este trabajo podemos realizar una comparación en cuanto a los parámetros analizados en otros productos alimenticios. La cantidad de carbohidratos determinados para estas mieles se pueden comparar con la que se encuentra en productos como maíz (73%), pasta de huevo (73.4%), centeno (75-76%). Estos datos son promedio para los cereales y derivados ([http://www. Sabormediterraneo.com/salud/tablas-caloricas_cereales.htm](http://www.Sabormediterraneo.com/salud/tablas-caloricas_cereales.htm)).

No se encontraron diferencias significativas entre las distintas mieles de abejas sin aguijón, ni tampoco al compararla con la miel de *A. mellifera* ($P > 0.05$), en cuanto al contenido calórico. Se determinó que la cantidad de calorías presentes en estas mieles es mayor que el que se observa en alimentos como leche y yogur, carnes (excepto la carne de cerdo grasa y el lacón), mariscos, huevos y frutas en general, pero menor al contenido determinado en el maní, avellana, castaña, nuez, almendra, uva pasa y pistacho ([http://www. Sabormediterraneo .com/salud/tablas-caloricas_carnes y pecado/frutas y frutos secos.htm](http://www.Sabormediterraneo.com/salud/tablas-caloricas_carnes_y_pecado/frutas_y_frutos_secos.htm)).

El valor intrínseco de la miel es objeto de amplio reconocimiento y explotación comercial por parte de la industria alimenticia, donde su popularidad ha crecido tanto como alimento de consumo directo o como edulcorante natural e ingrediente endulzante de alimentos y bebidas. Sus atributos de alimento "natural y sano" son mucho más que un mero argumento de marketing, ya que ilustran la funcionalidad de la miel como producto nutritivo per se y como edulcorante de alimentos a la vez.

En todo el mundo, la industria alimenticia utiliza mezclas de mieles industrializadas como endulzantes naturales, ya sea con aroma neutral o con un simple poder edulcorante o con plenas facultades aromáticas que armonizan con los respectivos aromas de alimentos o bebidas.

Los carbohidratos son los componentes principales de la miel, oscilan entre un 95-99% del total de los sólidos de la miel de *Apis mellifera*. Estos son los encargados

de dar el sabor dulce a la miel y el aporte energético. Sin embargo los azúcares reductores (glucosa y fructosa) representan el 85-95% de los carbohidratos presentes en la miel. La miel es rica en azúcares como: glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, isomaltotralosa, maltulosa, isomaltulosa, nigerosa, turanosa, cojibiosa, neotrehalosa, gentobiosa, laminaribiosa, leucrosa, melesitosa, rafinosa, isopanosa, isomaltrtralosa, G- α -glicosilsacarosa, arabogalactomanosa, erlosa, dextrantriosa, maltotriosa, isomaltopentosa, centosa, 1-censtosa, panosa, isomaltotriosa, y 3- α -isomaltosilglicosa (Carvalho et al., 2005).

Una ingesta normal o controlada de azúcares es elemento esencial de la dieta diaria; y la miel es una forma de consumo y una fuente valiosa de azúcares naturales. Se conoce muy poco sobre el contenido proteínico en la miel, pero se sabe que la miel de *Apis mellifera* contiene un máximo de 0.1% (Carvalho et al., 2005). En la miel se han identificado hasta 7 proteínas, de las cuales 5 proceden de las abejas y 2 de las plantas, de las cuales las principales son las enzimas, que juegan un papel muy importante en la conservación de la miel. Entre los aminoácidos encontrados en la miel, componentes de las proteínas, la prolina es el que se encuentra en mayor cantidad (Carvalho et al., 2007). La miel contiene la mayoría de los elementos químicos esenciales para el organismo, en una forma asimilable, tales como: K, Na, Ca, Mg, Mn, Ti, Co, Mo, Fe, Cu, Li, Ni, Pb, Sn, Zn, Os, Ba, Ga, Bi, Ag, Au, Ge, Sr, Be y Ba (Fonseca et al 2006).

La miel es un alimento natural y una fuente segura de energía. El valor calórico de cien gramos de miel de *Apis mellifera* es de 300 a 320 kcal. Los seres humanos requieren un promedio diario de energía cercano a 2000 kcal en el caso de las mujeres, y a 2500 kcal para los hombres.

La miel también contiene otros compuestos como: Ácidos orgánicos, vitaminas, sustancias aromáticas. Aunque aparecen en menor cantidad también cumplen un papel importante dentro de la nutrición.

En las mieles de abejas nativas de Guatemala, la cantidad de carbohidratos oscila entre 70-75%. Sin embargo en cuanto a la proteína, la miel de *T. angustula* presenta cantidades mayores (1.19%); la miel *S. pectoralis* y *S. mexicana* observamos cantidades intermedias (0.42% y 0.47% respectivamente); mientras que en la miel de *M. beecheii* observamos cantidades mínimas (0.073%). Esto probablemente se debe a los hábitos de colecta y las preferencias alimenticias de cada especie. En cuanto a las cenizas, la miel de *S. mexicana*, *S. pectoralis* y *T. angustula* presentan valores más altos, que oscilan de 0.24-0.49%; mientras que la miel de *M. beecheii* presenta valores muy bajos (0.033%). Así mismo se puede observar que la producción de energía es similar en las cuatro especies estudiadas, que varía de 283 - 300 kcal/100 gr (Enríquez et al., 2007).

Este estudio es el primero en su categoría con respecto a las mieles de meliponinos de Guatemala, por lo que es un importante aporte para el conocimiento y la comercialización de las mismas en esta región.

Caracterización sensorial

Los principales descriptores obtenidos en el análisis sensorial de las mieles fueron: 4 para color (amarillo pálido, amarillo, blanco transparente y anaranjado); 10 para olor (floral, frutal, ácido, grasa, panal, alcohólico, formaldehído, fermentado, panela, acético); 8 Para sabor (frutal, floral, caña, delicado, formaldehído, azucarado, nance, acético). Según Anupama et al (2003) el olor-sabor floral y frutal son considerados más deseables de encontrar en las mieles. (tabla 12). El color que predomina en las mieles analizadas es el amarillo pálido, el cual en nuestro medio se asocia con “miel especial” o “miel fina”, ya que la miel de la abeja melífera es ámbar oscuro. La mayoría de mieles del presente estudio presentan olores y sabores dulces levemente ácidos producto de la fermentación, debido a la cantidad de agua que regularmente contienen las mieles de meliponinos (Kira, et al, 2002).

Como se puede observar en la tabla 12, la miel de *M. beecheii* presenta una coloración amarillo pálido y predominan los olores y sabores frutal, floral y levemente ácidos, lo que hace de la miel blanca (como se le conoce en Guatemala, por su pálido color) una miel muy preciada. Además que se le atribuyen innumerables propiedades terapéuticas.

La miel de *S. mexicana* presenta características similares a la miel de *M. beecheii* en cuanto a coloración, olor y sabor; sin embargo es menos viscosa.

La miel de *M. solanii* presenta una coloración blanco transparente (solo una amarillo pálido) y bastante líquida, lo que la distingue de las demás especies. Lo anterior se relaciona con la especificidad de recursos utilizados por el género Melipona. Además la acidez que caracteriza a las mieles de los meliponinos es muy leve, aunque siempre presente.

La miel de *T. angustula* es más oscura que todas las demás especies analizadas y con olor y sabor ácido. En la misma tabla se puede observar que la miel de *G. acapulconis* es una miel clara, muy líquida y con un fuertísimo olor y sabor ácido, lo que la diferencia de todas las demás especies. Esto es muy conocido en toda Guatemala: los campesinos comentan que tomar más de un sorbo de miel de “Talnete”, como se le conoce comúnmente, puede provocar inconsciencia y hasta la muerte, debido a su fuerte sabor ácido. Además, que no se puede tomar agua luego de consumir esta miel.

G. acapulconis anida varios metros bajo tierra, por lo que es una miel muy difícil de conseguir, pero es muy preciada para curar varias dolencias. Algunos comerciantes venden una miel muy ácida de color negro a un precio elevado. Sin embargo como se comprueba en este estudio la miel de esta especie es amarilla y no negra, por lo que estudios como este contribuyen a informar al consumidor y evitar la adulteración de la miel

Conclusiones

1. Se obtuvieron 4 descriptores para color (amarillo pálido, amarillo, blanco transparente y anaranjado), 10 descriptores para olor (floral, frutal, ácido, grasa, panal, alcohólico, formaldehído, fermentado, panela, acético) y 8 descriptores para sabor (frutal, floral, caña, delicado, formaldehído, azucarado, nance, acético), para las mieles analizadas.
2. *M. beecheii* presenta una coloración amarillo pálido y predominan los olores y sabores frutal, floral y levemente ácidos; mientras que la miel de *T. angustula* es más oscura que todas las demás especies analizadas y con olor y sabor ácido.
3. Los porcentajes de agua en las mieles de *M. beecheii* y de *T. angustula* son muy similares (24.92 y 29.78, respectivamente).
4. La cantidad de carbohidratos determinados para las mieles se pueden comparar con la que se encuentra en productos como maíz, pasta de huevo y centeno. La cantidad de calorías presentes en las mieles analizadas es mayor que el que se observa en alimentos como leche y yogur, carnes (excepto la carne de cerdo grasa y el lacón), mariscos, huevos y frutas en general, pero menor la cantidad de calorías presentes en el maní, avellana, castaña, nuez, almendra, uva pasa y pistacho.
5. En todas las muestras de miel, se encontró que la presencia de insecticidas era menor a los límites de sensibilidad del instrumental utilizado.
6. La LC_{50} para *M. beecheii* se determinó como 0.007 g/ml. La LC_{50} para *T. angustula* se determinó como 0.001 g/ml.
7. La LC_{90} para *M. beecheii* se determinó como 0.176 g/ml. La LC_{90} para *T. angustula* se determinó como 0.002 g/ml.

Recomendaciones

1. Determinar las cantidades de vitaminas, minerales y otros oligonutrientes en las mieles para tener una idea más completa del valor nutricional de las mieles de las distintas especies de abejas nativas que se encuentran en Guatemala, y conocer su aporte potencial en cuanto a la seguridad alimentaria del País.
2. Realizar monitoreos para la determinación de pesticidas, durante y entre las épocas de aplicación de los mismos.
3. Realizar pruebas de concentración letal media en otras especies de abejas nativas utilizando los diferentes pesticidas que se utilizan ordinariamente en el campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arreola, M.C. 2006. comunicación personal.
2. Anupama D, Bhat KK, Sapna VK. 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of Honey Food research International 36 (2003) 183-191.
3. Asociación técnica para la coordinación agroalimentaria –ACTIA-. 2001. Sensory evaluation. Guide of good practice. París, Francia.
4. Ayala, R. 1999. Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera; Apidae: Meliponini). Folia Entomológica.
5. Becker, A. 1999. Las abejas, Centinelas del entorno ambiental. Revista L'a Abeille de France. Francia.
6. Castañeda, E. Evaluación de cuatro secuencias de insecticidas con diferente grupo toxicológico en el control del picudo (*Anthonomus eugenii* C.) del chile (*Capsicum annuum* L.), en la aldea El Guayabal, Estancuela, Zacapa (Tesis de Graduación, Facultad de Agronomía) 2000.
7. Campbell JA y Vannini JP. 1989. Distribution of Amphibians and Reptiles in Guatemala and Belize. USA.
8. Carvalho CA., Souza B., Sodré G., Marchini L., Alves R. 2005. Mel de abelhas sem ferrão: contribuição para a caracterização físico-química. Serie meliponicultura No.04. Insecta-Núcleo de estudo dos insetos, Centro de Ciências agrárias, ambientais e biológicas. Brasil. 32 pp.

9. Enríquez, E. 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.
10. Enríquez, E. 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.
11. EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES. Version 1.5.
12. Fonseca A., Sodré G., Carvalho C., Alvez R., Souza B., Silva S., Oliveira G., Machado C., Clarton L. 2006. Qualidade do mel de abelhas sem ferrão: uma proposta para boas práticas de fabricação. Serie meliponicultura No.5. Insecta-Núcleo de estudo dos insetos, Centro de Ciências agrárias, ambientais e biológicas. Brasil. 70 pp.
13. García, A.; Soto, D. y Romo, C. 1985. La miel de abejas: Composición química, propiedades y usos industriales. Rev.Chil.Nutr. Vol. 14, No. 3, pp 183-190.
14. García, R. determinación de parasitoidismo en mosca minadora (*Liriomyza* sp.) (Diptera: Agromyzidae) en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller) en la aldea Chiac, Rabinal, Baja Verapaz. (Tesis de Graduación, Facultad de Agronomía) 2002.
15. González, I. et al. 2000. Propuesta de un centro regional para control de la calidad sanitaria de alimentos. Memorias del Simposio “Control de calidad 2000”, VII Congreso nacional de ciencias farmacéuticas. Mérida, Venezuela.
16. González –Acereto, J. De Araujo, C. 2005. Manual de Meliponicultura Mexicana. Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Fundación Produce Guerrero A.C. México.
17. Kira RS, Sawyer R, Egan H. 2002. Composición y análisis de alimentos de Pearson. 2 ed. Compañía Editorial Continental; México. 777pp.
18. López, G. 1997. ¿Cómo cura la miel? Equipo revista Integral. Manuales Integral 7. Barcelona, España.
19. Marroquín, A. 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) 2000.

20. 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.
21. Menchú, M.T, et al. 2000. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Segunda lección. Guatemala. 40 p.
22. Molan, P. 1992. The Antibacterial Activity of Honey. Bee World. Vol. 73. Pág. 59-76.
23. Mutinelli, F. et al. 2000. Organización y funciones de un centro regional de control de calidad: el centro regional para la apicultura. Memorias del Simposio “Control de calidad 2000”, VII Congreso nacional de ciencias farmacéuticas. Mérida, Venezuela.
24. Persano, L. 2000. La miel de abejas: Valorización y criterios internacionales de calidad. Memorias del Simposio “Control de calidad 2000”, VII Congreso nacional de ciencias farmacéuticas. Mérida, Venezuela.
25. Sagayama, K Dardón, D. 2001. Guía de aplicación de insecticidas. ICTA-JICA. Chimaltenango, Guatemala.
26. Saha, J. Ch. 2002. Apicultura para el desarrollo rural –su potencial y apicultura contra la pobreza- desde la perspectiva de Bangladesh. Comisión permanente de Apicultura para el desarrollo rural. Bangladesh.
27. 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
28. Turcios, E. Evaluación de cinco prácticas basadas en insecticidas para el control del gusano *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) en tomate, en Salamá, Baja Verapaz. (Tesis de Graduación, Facultad de Agronomía) 2001.
29. Valdovinos-Núñez, G. 2003. Resultados preliminares del efecto del malatión, diazinón y metomilo en abejas nativas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) de la Península de Yucatán, México. Memorias del III Seminario Mesoamericano sobre abejas sin aguijón. Tapachula, Chiapas, México.
30. Villanueva, R. Et, al. 2003 La Meliponicultura, una Tradición Maya que se Pierde. III Seminario Mesoamericano sobre Abejas sin Aguijón. Tapachula, Chiapas, México.

31. Vit, P. 1999. Uso de meliponinos en apiterapia y vigilancia ambiental. Memorias del Primer Seminario Nacional Sobre Abejas Sin Aguijón. Veracruz, México.
32. Vit, P., M. Medina & E. Enríquez. 2004. Quality standards for medicinal uses of Meliponinae honey in Guatemala, México and Venezuela. Bee World 85 (1).
33. White. W. Honey, Its Composition and Properties. 1971. Beekeeping in the United States. Agricultural Research service. United States Department of Agriculture. Washington. D.C., EEUU.
34. http://www.sabormediterraneo.com/salud/tablascaloricas_cereales.htm consultado el 20 de diciembre de 2007.
35. [http://144.16.93.203/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol340.htm#Paratión](http://144.16.93.203/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol340.htm#Parati%u00f3n). consultado el 20 de diciembre de 2007