

**Comparación de la composición química de la
miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*,
Tetragonisca angustula y *Melipona beecheii*) de
El Paraíso, Honduras**

José Roberto Mendieta Carrillo

Honduras
Diciembre, 2002

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Comparación de la composición química de la
miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*,
Tetragonisca angustula y *Melipona beecheii*) de
El Paraíso, Honduras**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

José Roberto Mendieta Carrillo

Honduras
Diciembre, 2002

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

José Roberto Mendieta Carrillo

Honduras
Diciembre, 2002

Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso, Honduras

presentado por:

José Roberto Mendieta Carrillo

Aprobada:

Bertha Ruiz, M.Sc.
Asesor Principal

Claudia García, Ph.D.
Coordinadora de Carrera de
Agroindustria

Gladys Fukuda, M.Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Mario Contreras, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A Dios por ser mi luz y mi guía durante todo mi camino.

A mis padres y hermanos Franco, Ruth, Jairo y Franco por todo su apoyo, amor eterno y comprensión durante toda mi vida, por sus consejos en los buenos y malos momentos.

A mi abuela materna Beatriz, por su cariño, amor, por siempre estar pendiente de mi bienestar y apoyarme en todo momento.

A mis amigos del alma.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios Todo Poderoso, por darme la vida y ayudarme a culminar esta meta.

A toda mi familia por darme la oportunidad de llegar hasta aquí y por confiar en mí.

A la Ing. Bertha Ruiz y al personal de la Planta de Mieles y Derivados por el tiempo dedicado y apoyo para que este estudio se desarrolle.

A la Lcda. Gladys Fukuda y personal del Centro de Evaluación de Alimentos por sus consejos y dedicación.

A Don Mario Aguilar y Ramiro Aguilar por su colaboración en el desarrollo del estudio

A mis amigos Roberto, Pedro, Gary, Alejandro, Javier, Francisco, Daniel, Edwin, Mauricio, Luis, Víctor, Santiago, Edwin B., Juan Francisco, César y todos mis compañeros de Agroindustria por su apoyo, amistad y todos los momentos vividos en estos cuatro años.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres por su esfuerzo y sacrificio para poder cumplir mi sueño.

Al Sr. Luis J. Bakker, por su colaboración para poder terminar mi cuarto año de estudios.

RESUMEN

Mendieta Carrillo, José Roberto. 2002. Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (*Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) de El Paraíso, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería en Agroindustria, Zamorano, Honduras. 18 p.

Existen alrededor de 20,000 diferentes especies de abejas en el mundo, con gran variedad de tamaños y formas. De ellas se obtiene la miel, la cual varía en sus características físicas y químicas, de acuerdo al néctar de la flor de donde procede y la especie que la elabora. El presente estudio, tuvo como objetivo determinar diferencias en la composición química de la miel de tres especies: *Apis mellifera* y las abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*, obtenidas de tres aldeas del departamento de El Paraíso, Honduras. En esta región existen muchos productores con explotaciones tradicionales no muy tecnificadas y con enfoque de subsistencia y no comercial. Se recolectaron seis muestras de miel por especie, entre febrero y abril 2002. Las muestras fueron analizadas por humedad, pH, acidez, minerales, proteína, azúcares reductores y sacarosa aparente. La composición de la miel de *A. mellifera* estuvo dentro del rango establecido por el Codex Alimentarius. Según la comparación de medias, la miel de *T. angustula* presentó mayor humedad (26,08%), mayor acidez (123.33 meq/kg) y menor concentración de azúcares reductores (54.83%) que la miel de las otras especies. No se encontraron diferencias significativas entre las mieles de *A. mellifera* y *T. angustula* en pH, proteína y sacarosa aparente. Entre las mieles de *A. mellifera* y *M. beecheii* no hay diferencias significativas en pH, acidez y minerales; ésta última presentó el menor contenido de sacarosa aparente (0.28%). La humedad fue el único parámetro similar entre las mieles de abejas sin aguijón, que se caracterizaron por poseer mayor humedad y menor concentración de azúcares totales que la miel de *A. mellifera*. Los componentes con coeficientes de variación más altos fueron acidez, minerales, proteína y sacarosa aparente; diferencias que reflejan el efecto de la composición floral y especie de abeja sobre las características químicas de la miel.

Palabras claves: Néctar, miel, composición química, abejas sin aguijón, *A. mellifera*

NOTA DE PRENSA

DIFERENCIAS EN LA COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE TRES ESPECIES DE ABEJAS

La miel es el producto natural que proviene de las abejas, su composición tanto física como química, así como también sus características organolépticas están relacionadas con la especie de planta que se visite para recolectar el néctar y de la especie de abeja que la elabora.

Se evaluaron muestras de miel de dos especies de abejas sin aguijón (*Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*) y de la abeja común *Apis mellifera*, con el fin de determinar diferencias o similitudes en la composición química de la miel.

Las muestras fueron recolectadas en el departamento de El Paraíso, Honduras, desde febrero hasta abril de 2002, se recolectaron 18 muestras de miel, seis muestras por especie. A cada muestra se le realizaron los análisis de humedad, pH, acidez libre, minerales, proteína, azúcares reductores y sacarosa aparente. Los análisis fueron realizados en el Centro de Evaluación de Alimentos de Zamorano.

El estudio reveló diferencias entre la miel de las tres especies de abejas. Las mieles de las especies de abejas sin aguijón presentaron una mayor humedad y menor cantidad de azúcares reductores que la miel de *Apis mellifera*. La miel de *Tetragonisca angustula* presentó mayor contenido de acidez y de minerales que *Apis mellifera*. La miel de *Melipona beecheii* contenía menor cantidad de proteína y sacarosa aparente que *Apis mellifera*. Las variaciones encontradas entre las mieles de las tres especies pueden estar relacionadas a sus necesidades específicas de nutrición.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimiento.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Índice de Cuadros.....	xi
	Índice de Anexos.....	xii
1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	1
1.2.1	Objetivos generales.....	1
1.2.2	Objetivos específicos.....	1
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3.1	MATERIALES.....	5
3.2	MÉTODOS.....	5
3.2.1	En el campo.....	5
3.2.2	En el laboratorio.....	5
3.2.2.1	Humedad.....	6
3.2.2.2	pH.....	6
3.2.2.3	Acidez libre.....	6
3.2.2.4	Minerales (Cenizas).....	6
3.2.2.5	Proteína cruda.....	6
3.2.2.6	Azúcares reductores.....	6
3.2.2.7	Sacarosa aparente.....	6
3.2.3	Análisis estadístico.....	6
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4.1	COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE <i>Apis mellifera</i>	7
4.2	COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE <i>Tetragonisca angustula</i>	8
4.3	COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE <i>Melipona beechei</i>	8

4.4	COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL DE LAS TRES ESPECIES DE ABEJAS EVALUADAS.....	9
4.4.1	Humedad.....	10
4.4.2	pH.....	10
4.4.3	Acidez.....	10
4.4.4	Proteínas.....	11
4.4.5	Minerales (Cenizas).....	11
4.4.6	Azúcares totales.....	11
5	CONCLUSIONES	13
6	RECOMENDACIONES	14
7	BIBLIOGRAFIA	15
8	ANEXOS	17

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Composición de la miel de <i>Apis mellifera</i> (%).....	7
2.	Composición de la miel de <i>Tetragonisca angustula</i> (%).....	8
3.	Composición de la miel de <i>Melipona beecheii</i> (%).....	9
4.	Prueba de medias para las variables evaluadas en la miel de las tres especies de abejas.....	9

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Análisis de varianza (ANDEVA) para cada variable evaluada.....	18
----	--	----

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

La Apicultura es una actividad que se practica en muchas partes del mundo. En Centroamérica está tomando importancia por los muchos beneficios que trae a los productores, ya sean éstos económicos como una fuente generadora de ingresos, así como también, aspectos relacionados a la salud por sus muchas aplicaciones. Entre los diferentes productos que se pueden obtener de esta actividad, se destaca la miel como producto principal de la colmena; otros subproductos son: la cera, el propóleo, el polen y veneno.

A nivel mundial la miel de *Apis mellifera* es la más explotada y consumida debido a sus altos rendimientos y porque el consumidor la ha identificado por sus propiedades nutritivas y medicinales, así como también edulcorante.

Actualmente en muchas regiones tropicales existe mucho interés en investigar la miel de las abejas sin aguijón. Específicamente Brasil, México y Costa Rica lideran la investigación sobre las características de estas especies y de la miel que producen. En Honduras, aún no se comercializa de una manera adecuada la miel de abeja sin aguijón por el poco conocimiento de sus propiedades y la poca investigación sobre el tema. Esta miel es reconocida empíricamente por sus propiedades medicinales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivos generales

Determinar diferencias en la composición química de la miel de tres especies de abejas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar diferencias en la composición química de la miel de *Apis mellifera*, en comparación con las especies de abejas sin aguijón (*Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*).
- Determinar diferencias en la composición de la miel entre las especies de abejas sin aguijón.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Existen alrededor de 20,000 diferentes especies de abejas en el mundo, con variedad de tamaños y formas; sin embargo, todas comparten la característica de visitar flores para coleccionar su alimento: néctar, para su demanda energética, y polen como fuente de proteína (Velthuis, 1997).

Dentro del orden Himenoptera, se ubica la familia Apidae, subfamilia Apinae, que agrupa las especies de abejas utilizadas a nivel mundial para la obtención de miel. La especie *Apis mellifera* L. es originaria de las zonas templadas, se maneja a nivel comercial en cajas de tamaño estándar denominada colmena, con una población de aproximadamente 50,000 abejas adultas, siendo la mayoría recolectora de alimentos, con capacidad de producir de 22 a 45 litros de miel por colmena al año (Arce *et al.*, 2001).

Dentro de la familia Apidae, subfamilia Meliponinae, encontramos a más de 500 especies de abejas sin aguijón, distribuidas en dos grandes grupos denominadas comúnmente Meliponas y Trigonas; ambas son originarias de las zonas tropicales, varían en tamaño, en población y en la producción de miel según la especie. Las Meliponas miden aproximadamente 20 mm de longitud, similar a la especie *A. mellifera*; con una población entre 500 a 4000 abejas pueden producir de 10 a 15 litros de miel por colmena al año. En su lugar las Trigonas, con un tamaño menor a 5 mm y una población de 300 a 80000 miembros, pueden llegar a producir 5 litros de miel por colmena al año (Ortiz, 1998).

Velthuis (1997), menciona que la abeja *A. mellifera* y las abejas sin aguijón tienen el más alto nivel de evolución social de todas las abejas en general. Estas viven en colonias permanentes y se multiplican a través de la división de la población, es decir enjambrazón. Hay un constante traslape de generaciones debido a la diaria oviposición de la abeja reina, asegurando el nacimiento continuo de abejas. Los individuos que conforman la colonia realizan, de acuerdo a su edad fisiológica, diferentes actividades dentro y fuera del nido. En el curso de la evolución, los miembros de la colonia se han especializado tanto que son incapaces de llevar una vida autónoma, hasta el punto que lo mismo que una célula de nuestro cuerpo, una abeja muere al cabo de pocas horas si se la separa de sus semejantes (Benedetti y Pieralli, 1990). La organización dentro de la colmena les permite ser selectivas en su alimentación y por ello resultan extraordinariamente dependientes del medio natural (Robles y Salvachúa, 1999).

Según Pérez y Ordéx (1984), en la América tropical existen numerosas especies nectaríferas y poliníferas debido a que los climas cálidos y húmedos favorecen el crecimiento, la reproducción y diversificación de las especies vegetales. Las especies nectaríferas se caracterizan por su abundancia en una determinada región con floración

profusa y de larga duración; el néctar es fácilmente accesible a las abejas, con una elevada concentración de azúcares.

Pérez y Ordetx (1984), mencionan que tanto *A. mellifera* como las abejas sin aguijón recogen el néctar de las flores y lo transforman en miel en forma similar. En *A. mellifera*, las abejas pasan la sustancia recolectada a sus compañeras en el interior de la colmena. Estas, inmediatamente dan inicio a un proceso de transformación en miel, deslizando la gota por la lengua estirada, de modo que la superficie de evaporación aumenta y una parte del agua se elimina. Cada gotita de néctar pasa por muchas abejas durante varios minutos, enriqueciéndolo con enzimas segregadas por ellas mismas (Benedetti y Pieralli, 1990). Son muchas las enzimas que enriquecen el néctar en el paso de abeja en abeja; la principal es la invertasa que actúa sobre los azúcares, realizando una transformación muy importante de los mismos. Gracias a esta enzima, la sacarosa (disacárido) se divide en glucosa y fructosa, dos azúcares simples (monosacáridos) que pueden ser absorbidos directamente por el organismo sin necesidad de digestión. El mecanismo de transformación del néctar en la miel es similar en las abejas sin aguijón.

El néctar varía en su composición y cantidad de acuerdo a la especie de planta del cual provenga, brindando características físico químicas y organolépticas específicas a la miel (Robles y Salvachúa, 1999). En términos generales el néctar está compuesto de mono y disacáridos, aminoácidos, enzimas, lípidos, proteínas, aminoácidos no proteicos, glucósidos, alcaloides, fenoles, saponinas, varios ácidos orgánicos e inorgánicos y antioxidantes como la vitamina C (Roubik, 1989).

Cada especie de abejas visita determinado tipo de plantas de acuerdo al tamaño del cuerpo y largo de la probóscide o lengua, lo cual condiciona el tamaño y forma de la flor a explotar (Roubik, 1989). Las abejas más pequeñas buscan su alimento en las flores a menudo menores de 5 milímetros de diámetro, dispuestas en inflorescencias grandes. También pueden arrastrarse en las flores tubulares grandes (Velthuis, 1997). Roubik (1989), menciona que hay cierta tendencia de las abejas con probóscides largas como *Apis mellifera*, a preferir el néctar rico en sacarosa; mientras que las abejas con probóscides pequeñas, como las Trigonas, prefieren néctar rico en fructosa y glucosa. Sin embargo, Apaña en 1982 (citado por Roubik, 1989) indicó que estas abejas también visitan las flores con néctar rico en sacarosa.

El néctar ya transformado en miel es almacenado por *Apis mellifera* en las celdas hexagonales de los panales, construidos con cera por ellas mismas y dispuestos en posición vertical, iguales a los que contienen la cría. Las abejas sin aguijón construyen estructuras como ánforas o potes, que pueden ser del tamaño de una avellana hasta el tamaño de un huevo de gallina, dependiendo de la especie de las mismas (Escareño, 1997). Estos potes son elaborados con una mezcla de cera y resina y están ubicados a los alrededores de los panales de cría con el objetivo de protegerla y mantener una temperatura adecuada en el centro del nido (Sakagami, 1982).

Muchos son los beneficios que se le atribuyen a la miel en general, como son sus propiedades antisépticas, dietéticas, edulcorantes, tonificantes, calmantes y laxantes. Diversas culturas a lo largo del tiempo han utilizado la miel como edulcorante y por sus propiedades terapéuticas (Grajales *et al.*, 2001). Las culturas situadas en las regiones tropicales emplearon la miel de las abejas sin aguijón; en el caso particular de México, los Mayas la utilizaron como uno de los productos importantes dentro de su farmacopea, para el tratamiento ocular, ótico, de vías respiratorias, intestinal y en la piel. Según Velthuis (1997), la miel de las abejas sin aguijón cuesta de 5 a 15 veces más que la comúnmente cultivada abeja *Apis mellifera*, por las aplicaciones medicinales y curativas que se le atribuyen, más que por su poder edulcorante.

La crianza de las abejas sin aguijón se denomina meliponicultura y se practica principalmente en los trópicos como una actividad secundaria; el decaimiento de esta actividad comenzó prácticamente desde la introducción de la abeja *Apis mellifera*, cuya producción masiva de miel desplazó en gran parte el sistema tradicional de abejas sin aguijón. Paralelamente, la introducción de la caña de azúcar y su consumo generalizado contribuyeron aún más al abandono de esta actividad (Ramírez, 2002). A su vez, la crianza y manejo de las abejas africanizadas (*A. mellifera*) se denomina apicultura, actividad que cada día cobra mayor importancia como fuente generadora de recursos y como promotora de la diversidad biológica, debido al papel que desempeña en la polinización además de la miel que proporciona (Manrique, 2002).

En el caso de Honduras, existen muchas regiones aptas para la Meliponicultura y la Apicultura. Actualmente el departamento de El Paraíso es una de las zonas de mayor producción de miel, cuenta con una gran biodiversidad y un alto potencial para ambas actividades. En esta zona muchos de los productores de *A. mellifera* tienen varias colmenas de abejas sin aguijón, a las cuales no se les da una explotación racional y al contrario, continua siendo una actividad rústica. El desconocimiento de la biología de estas abejas, de los beneficios de la miel y de los beneficios económicos, son factores que impiden el desarrollo de la producción comercial de éstas.

Las especies más importantes para este estudio son *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii*, son las especies de mayor abundancia en el sector y de las que se tiene más información. A nivel de Honduras no se ha realizado un estudio de este tipo, lo que ayudaría a los productores y al consumidor a obtener más información sobre las características de la miel que producen.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

- Miel de abejas sin aguijón (*T. angustula* y *M. beecheii*) y de abeja *Apis mellifera*.
- Frascos de vidrio esterilizados para la recolección de la miel.
- Equipo de laboratorio.

3.2 METODOS

3.2.1. En el campo

El estudio fue realizado con 18 muestras de miel tomadas al azar provenientes de tres aldeas (Las manos, municipio de Alanca, Portillo del Cedro, municipio de El Paraíso y aldea Bañaderos, municipio de Danlí) del departamento de El Paraíso. Se recolectaron seis muestras de miel fresca por especie de 250 ml cada una, en el período de febrero a abril del 2002. La recolección de la miel se hizo directamente de las colmenas seleccionadas, tomando solamente miel madura. Para obtener la miel de *A. mellifera* se desopercularon manualmente los panales y posteriormente se filtró la miel para eliminar impurezas, como cera que se hubiera mezclado en la extracción. Para el caso de *Tetragonisca angustula*, se removieron cuidadosamente con navaja los potes completamente sellados y posteriormente se exprimieron para extraer la miel. La miel de *Melipona beecheii* se extrajo utilizando jeringas esterilizadas, para succionarla de los potes completamente sellados. Cada muestra fue almacenada en recipientes de vidrio debidamente esterilizados y etiquetados. Ninguna de las muestras de miel fue pasteurizada.

3.2.2 En el laboratorio

Los análisis fueron realizados en el laboratorio de la Planta de Procesamiento de Mieles y Derivados y en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana. Se realizaron análisis químicos bajo los procedimientos establecidos por la “Official Methods of Analysis” (AOAC, 1997) y por la “Harmonised Methods of the European Honey Commission” (1997). Se realizaron los siguientes análisis tomando en consideración las normas de miel establecidas por el Codex Alimentarius (1995).

3.2.2.1 Humedad. Se evaluó por el método de refractometría, colocando una gota de miel en el refractómetro (Honey refractometer 300004) y determinando la humedad.

3.2.2.2 pH. Se pesaron 10 gramos de muestra de miel en un beaker de 250 ml, se le añadieron 75 ml de agua destilada libre de dióxido de carbono. Se agitó el contenido con un agitador magnético, hasta que la miel se disolviera en el agua, se sumergió el electrodo del potenciómetro en la solución y se anotó el pH obtenido.

3.2.2.3 Acidez libre. La muestra se disolvió en agua y se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) hasta llegar a un pH de 8.3, según el método descrito por Bianchi (1990). El resultado se expresó en miliequivalente de ácido/kg de miel (meq/kg).

3.2.2.4 Minerales (Cenizas). Las muestras de miel fueron calcinadas a 550°C y se pesó el residuo hasta obtener un peso constante, siguiendo el procedimiento descrito por Bogdanov *et al.* (1997).

3.2.2.5 Proteína cruda. Se determinó el Nitrógeno Total por el método de Kjeldahl y se multiplicó por el factor 6.25 para expresarlo como Proteína Cruda.

3.2.2.6 Azúcares reductores. Se usó el método modificado de Lane-Eynon, que consiste en la reducción del reactivo de Fehling modificado por Soxhlet, titulando bajo ebullición y usando azul de metileno como indicador, tal como descrito por Bogdanov *et al.* 1997.

3.2.2.7 Sacarosa aparente. El contenido de sacarosa aparente viene dado por la diferencia del poder reductor de los azúcares después y antes de la inversión. Basado en el mismo principio de los azúcares reductores, con el método modificado de Lane-Eynon y la modificación de Soxhlet de la solución de Fehling, descrito en la norma por Bogdanov *et al.* (1997).

3.2.3. Análisis estadístico

Con el programa estadístico SAS, se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) (Anexo 1) a cada parámetro evaluado con una probabilidad del 5% ($P < 0.05$), un análisis univariado y una comparación múltiple de medias (SNK), para determinar si hay diferencia entre la miel de las tres especies.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La miel varía en sus características físicas y químicas, de acuerdo con la flor de donde procede; si a esto le agregamos que en los trópicos son muy raros los casos en que predomina una sola flor, tenemos que las variaciones pueden ser incalculables (Pérez y Ordex, 1984).

4.1 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE *Apis mellifera*

La composición química de las muestras de la miel de *A. mellifera* se presentan en el Cuadro 1, junto con los promedios e indicadores de variación para cada variable estudiada.

Los componentes en los que más variación existió dentro de la miel de *A. mellifera* son la sacarosa aparente (72.63%), proteína (37.66%) y minerales (20.90%). Piccirillo *et al.* (1998) encontró también en su estudio una alta variación en la sacarosa aparente (63.38%). Sin embargo, en promedio, todos los datos se encuentran dentro de las normas establecidas por el Codex Alimentarius (1995) para la miel (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición de la miel de *Apis mellifera* (%).

Muestra	Humedad	pH	Acidez (meq/kg)	Minerales	Proteína	Azúcares Reductores	Sacarosa Aparente
A1	17.00	3.39	44.00	0.09	0.57	68.89	0.92
A2	20.20	3.75	34.00	0.14	0.34	68.42	1.32
A3	18.10	3.48	40.00	0.09	0.38	69.10	3.95
A4	18.18	3.53	39.00	0.11	0.60	69.10	4.09
A5	19.50	3.91	32.00	0.11	0.20	70.57	1.24
A6	21.00	3.58	36.00	0.08	0.34	71.39	0.96
\bar{x}	19.00	3.61	37.50	0.10	0.41	69.58	2.08
DE ¹	1.49	0.19	4.37	0.02	0.15	1.14	1.51
CV ²	7.87	5.29	11.65	20.90	37.66	1.64	72.63
Norma ³	≤21		≤40	≤0.6		≥65	≤5

¹ Desviación estándar

² Coeficiente de variación

³ Codex Alimentarius (1995)

4.2 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE *Tetragonisca angustula*

Los valores individuales, promedios y medidas de dispersión para las variables estudiadas, en la miel de *T. Angustula*, se presentan en el Cuadro 2. Se encontraron valores altos de humedad y bajos de azúcares reductores, pero lo más notorio fueron los datos extremadamente altos en la acidez de estas mieles.

Los componentes en los que más variación existió en esta miel son acidez (64.98 meq/kg), sacarosa aparente (54.34%), proteína (33.14%) y minerales (31.50%). Sin embargo, Cortopassi-Laurino y Gelli (1990) en su estudio encontraron también una alta variación en la acidez de estas mieles (67.3%).

Cuadro 2. Composición de la miel de *Tetragonisca angustula* (%).

Muestra	Humedad	pH	Acidez (meq/kg)	Minerales	Proteína	Azúcares Reductores	Sacarosa Aparente
B1	26.00	3.71	46.00	0.41	0.68	60.31	2.06
B2	27.00	3.54	58.00	0.40	0.53	57.82	2.98
B3	27.10	3.58	188.00	0.40	0.82	50.62	1.07
B4	26.10	4.82	56.00	0.63	0.52	56.63	4.47
B5	24.80	4.77	232.00	0.76	0.36	48.82	1.12
B6	25.50	3.75	160.00	0.75	0.36	54.79	3.77
\bar{x}	26.08	4.03	123.33	0.56	0.55	54.83	2.58
DE ¹	0.87	0.59	80.14	0.18	0.18	4.38	1.40
CV ²	3.37	14.87	64.98	31.50	33.14	7.99	54.34

¹ Desviación estándar

² Coeficiente de variación

4.3 COMPOSICIÓN DE LA MIEL DE *Melipona beecheii*

La composición individual de las muestras de miel de *M. Beecheii*, juntamente con los promedios e indicadores de variación, se observan en el Cuadro 3. Nuevamente encontramos valores altos para humedad, pero sumamente bajos para sacarosa aparente y minerales.

Los componentes en los que más variación existió en esta miel son minerales (125.86%), proteína (93.15%), sacarosa aparente (73.26%) y acidez (32.53 meq/kg). Tales variaciones de sacarosa aparente y acidez también fueron encontradas por Bruijn y Sommeijer (1997), en un estudio cuyos coeficientes de variación fueron 119.75% y 29.20%, respectivamente.

Cuadro 3. Composición de la miel de *Melipona beecheii* (%).

Muestra	Humedad	pH	Acidez (meq/kg)	Minerales	Proteína	Azúcares Reductores	Sacarosa Aparente
C1	24.50	3.44	38.00	0.06	0.50	64.05	0.14
C2	24.10	3.86	23.00	0.01	0.14	67.88	0.13
C3	26.00	3.36	18.00	0.00	0.11	60.08	0.49
C4	27.00	2.84	39.00	0.00	0.08	61.53	0.15
C5	25.70	3.31	24.00	0.00	0.09	64.04	0.60
C6	25.30	3.38	22.00	0.08	0.12	63.85	0.18
\bar{x}	25.43	3.37	27.33	0.03	0.17	63.57	0.28
DE ¹	1.05	0.33	8.89	0.03	0.16	2.66	0.21
CV ²	4.13	9.67	32.53	125.86	93.15	4.19	73.26

¹ Desviación estándar

² Coeficiente de variación

4.4 COMPARACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MIEL DE LAS TRES ESPECIES DE ABEJAS EVALUADAS

Roubik (1989) encontró que la composición química de la miel está influenciada por el recipiente en el cual la abeja almacena la miel, el cual puede estar elaborado por cera, cera-resina o cera-polen. La miel de las abejas sin aguijón tiene muchas sustancias que no han sido descritas aún, originadas por reacción de componentes químicos de la miel con las resinas de los contenedores donde se almacena.

Mediante una apreciación física a simple vista, se pudo observar que las mieles varían en su color y viscosidad. La miel de *Apis mellifera* presentó un color ámbar, mientras que la de *Tetragonisca angustula* era de un color ámbar oscuro y la miel de *Melipona beecheii* era incolora. La mieles de las abejas sin aguijón se observaron como de menor viscosidad que la de *Apis mellifera*.

En el Cuadro 4 se presenta la comparación de medias de las mieles de las tres especies de abejas en cada variable estudiada; las cuales se discuten a continuación.

Cuadro 4. Prueba de medias para las variables evaluadas en la miel de las tres especies de abejas.

Especie	Humedad	pH	Acidez (meq/kg)	Minerales	Proteína	Azúcares Reductores	Sacarosa Aparente
<i>A. mellifera</i>	19.00 ^b	3.61 ^{ab}	37.50 ^b	0.10 ^b	0.41 ^a	69.58 ^a	2.08 ^a
<i>T. angustula</i>	26.08 ^a	4.03 ^a	123.33 ^a	0.56 ^a	0.55 ^a	54.83 ^c	2.58 ^a
<i>M. beecheii</i>	25.43 ^a	3.37 ^b	27.33 ^b	0.03 ^b	0.17 ^b	63.57 ^b	0.28 ^b

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa entre medias (P<0.05)

4.4.1 Humedad

La humedad es una de las características más importantes porque influye en el peso específico, en la viscosidad, en el sabor y condiciona por ello la conservación, la palatabilidad y la solubilidad de la miel.

Los valores de humedad obtenidos muestran que hay diferencia significativa entre la miel de *Apis mellifera* y las mieles de las abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* (19%, 26.08 % y 25.43%, respectivamente). No se encontró diferencias entre las mieles de las abejas sin aguijón. Resultados similares obtuvieron Cortopassi-Laurino (1997), Bruijn y Sommeijer (1997) y Grajales *et al.* (2001), quienes encontraron que la miel de las abejas sin aguijón tienen una mayor humedad que *A. mellifera*.

4.4.2 pH

El pH de la miel está comprendido generalmente entre 3.3 y 4.9 (Pérez y Ordetx, 1984); las 18 muestras analizadas arrojaron valores de pH dentro de este rango.

La separación de medias de los valores de pH obtenidos muestran que no hay diferencia significativa entre las mieles de *Apis mellifera* y las de abejas sin aguijón *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* (3.61, 4.03 y 3.37, respectivamente); pero, se encontró diferencia significativa entre las mieles de las dos especies de abejas sin aguijón, siendo mayor en *Tetragonisca angustula*.

4.4.3 Acidez

En general la miel de las abejas sin aguijón es de gusto ligeramente ácido (Perez y Ordetx, 1984), ya que los ácidos de la miel tienen un efecto pronunciado en el sabor. El bajo pH y la alta acidez pueden ser también la causa de la excelente resistencia de la miel hacia los microorganismos (Bruijn y Sommeijer, 1997).

El ácido principal de la miel es el ácido glucónico, que proviene de la oxidación de la glucosa mediante la enzima glucosaoxidasa. La cantidad de ácido glucónico depende principalmente del tiempo transcurrido entre la toma del néctar por las abejas y la consecución de la densidad final de la miel en el panal. En pequeñas cantidades están presentes otros ácidos como el ácido acético, láctico, cítrico, succínico, fórmico, málico, maléico y oxálico (Belitz y Grosch, 1988). No todas las mieles poseen los mismos ácidos; ya que esto depende de la naturaleza del néctar que la abeja tome para elaborar la miel (Piccirillo *et al.*, 1998).

Los valores de acidez obtenidos en el estudio muestran una diferencia significativa entre las mieles de *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* (37.50 y 123.33 meq/kg, respectivamente); pero no entre las mieles de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* (37.50 y 27.33 meq/kg, respectivamente). Se encontró diferencia entre las mieles de las abejas sin

aguijón; la de *Tetragonisca angustula* presentó algunos valores elevados de acidez, los cuales podrían estar asociados a las altas tasas de humedad o a una posible fermentación. Resultados similares fueron obtenidos también por Cortopassi-Laurino y Gelli (1990).

4.4.4 Proteínas

Son componentes escasamente representados, proceden en parte del material vegetal y en parte de las abejas, su presencia está ligada a los granos de polen que se encuentran en la miel (Belitz y Grosch, 1988).

No hay diferencia significativa en contenido de proteína entre las mieles de *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* (0.41% y 0.55%, respectivamente). Entre la miel de *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* se encontraron diferencias (0.41% y 0.17%, respectivamente), así como también entre las mieles de las abejas sin aguijón, lo que está directamente relacionado al tipo de planta de la cual la abeja recolecta el polen.

4.4.5 Minerales (Cenizas)

El contenido de cenizas es un criterio para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Su contenido varía notablemente con relación al origen botánico y a las condiciones edáfico-climáticas. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielada (miel no floral proveniente de secreciones de plantas). Las mieles florales tienen en promedio cerca de 0.17% de cenizas, las mieles no florales (de mielada o mielato) son más ricas en minerales (Memoria del V-VI Congreso Nacional de Apicultura, 1999). El elemento dominante es potasio seguido del cloro, sodio, calcio, fósforo, magnesio, manganeso, silicio, hierro y cobre (Robles y Salvachúa, 1999).

Los valores obtenidos muestran diferencias significativas entre las mieles de *Apis mellifera* (0.10%) y *Tetragonisca angustula* (0.56%), así como también entre *Apis mellifera* y *Melipona beecheii* (0.03%) y entre las mieles de las abejas sin aguijón; resultados que son similares a los obtenidos por Cortopassi-Laurino (1997).

4.4.6 Azúcares totales

Los azúcares representan del 95% al 99% de la materia seca de la miel (80-82% del total), los cuales están relacionados con el origen botánico de ésta (Robles y Salvachúa, 1999). Los dos monosacáridos glucosa y fructosa constituyen el 85-90 % de los azúcares totales; en la mayor parte de las mieles, la fructosa predomina sobre la glucosa. El contenido de la sacarosa es generalmente inferior al 3%. La miel de las abejas sin aguijón es menos concentrada, conteniendo alrededor del 69% de azúcares (Roubik, 1989).

Los valores obtenidos, en este estudio, para azúcares reductores (glucosa + fructosa) indican que hay diferencia significativa entre las mieles de *Apis mellifera*, *Tetragonisca angustula* y *Melipona beecheii* (69.58%, 54.83% y 63.57%, respectivamente). Estos valores

son similares a los resultados obtenidos por Piccirillo *et al.* (1998) para la miel de *Apis mellifera* y por Bruijn y Sommeijer (1997), quienes reportaron que el contenido de azúcares totales es menor en las mieles de las abejas sin aguijón que en mieles de *Apis mellifera*.

El contenido de sacarosa puede oscilar mucho de acuerdo al grado de maduración de la miel (Belitz y Grosch, 1988). En el caso de sacarosa aparente, los valores obtenidos muestran que no hay diferencia significativa entre las mieles de *Apis mellifera* y *Tetragonisca angustula* (2.08% y 2.58%, respectivamente), pero sí difieren con la miel de *Melipona beecheii* (0.28%). igualmente, entre las mieles de las abejas sin aguijón se encontró diferencia significativa en sacarosa aparente; estos valores están muy por debajo de los obtenidos por Piccirillo *et al.* (1998) y por Bruijn y Sommeijer (1997).

5. CONCLUSIONES

- El contenido de humedad de la miel de *A. mellifera* fue menor al de las abejas sin aguijón (*T. Angustula* y *M. Beecheii*).
- El pH, la acidez y el contenido de minerales de la miel de *T. Angustula* fueron mayores que los de las otras dos especies estudiadas.
- El contenido proteico y de sacarosa aparente fueron menores en la miel de *M. beecheii* que en la miel de las otras dos especies.
- Las tres mieles difieren en el contenido de azúcares reductores.
- Los componentes más variables en las mieles son sacarosa aparente, proteína, minerales y acidez.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis melisopalinológico a las mieles con el fin de determinar su origen botánico.
- Hacer un análisis físico-químico más específico sobre monosacáridos y ácidos orgánicos presentes en este tipo de mieles, para establecer mayores parámetros de comparación.
- Evaluar el efecto de la zona y la época del año sobre la composición de la miel.
- Realizar el experimento con un mayor número de muestras por miel para disminuir la variación.
- Evaluar la importancia de la composición química de las mieles de abejas sin aguijón en su uso terapéutico.

7. BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1997. Official Methods of Analysis (15th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA

Arce, H.; Sánchez, L.; Slaa, J.; Sánchez, P.; Ortiz, A.; Van Veen, J.; Sommeijer, M. 2001. Árboles melíferos nativos de mesoamérica. Heredia, Costa Rica. 208 p.

Belitz, H.; Grosch, W. 1988. Química de alimentos. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza, España.

Benedetti, L.; Pieralli, L. 1990. Apicultura. Trad. Juan Vivanco. Barcelona, España. Ed. Omega. 434 p.

Bianchi, E. 1990. Control de calidad de la miel y cera. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. 68/3. Roma, Italia. 69 p.

Bogdanov, S.; Martín, P.; Lullmann, C. 1997. Harmonised methods of the European honey commission. Apidologie. 59 p.

Bruijn, L.; Sommeijer, M. 1997. The composition and properties of honeys of stingless bees (Melipona). Utrecht. 22 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES APICOLAS TROPICALES. 1999. Memoria del V-VI Congreso nacional de Apicultura. San José, Costa Rica. 62 p.

Cortopassi-Laurino, M. 1997. Comparing some physico-chemical parameters between stingless bee and africanized *Apis mellifera* honeys from Brazil. Summaries. 35th Inter. Apic. Cong. Apimondia, Antwerp. 351 p.

Cortopassi-Laurino, M.; Gelli, D. 1990. Analyze pollinique, propriétés physico-chimiques et actino antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de Méliponines du Brésil. Instituto Adolfo Lutz. Sao Paulo, Brasil. 13 p.

Escareño, F. 1997 Las abejas nativas. Consultado 18 enero 2002. Disponible en: <http://www.informador.com.mx/Lastest/dic97/09dic97/Univ1.htm>

FAO. 1995. Codex Alimentarius. Volumen 11. Roma, FAO / OMS. 216 p.

Grajales, J.; Rincón, M.; Vandame, R.; Santiesteban, A.; Guzmán, M. 2001. Características físicas, químicas y efecto microbiológico de mieles de meliponinos y *Apis mellifera* de la región Soconusco, Chiapas. Universidad Autónoma de Chiapas, México. 6 p.

Manrique, A. 2002. Las abejas sin aguijón o melipónidos. Consultado 20 enero 2002. Disponible en: <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/abejas.htm>

Ortiz, R. 1998. Biodiversidad de las abejas sin aguijón (Apinae: Meliponinae) de Costa Rica. Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. Heredia, Costa Rica. 24 p.

Pérez, D.; Ordetx, G. 1984. Apicultura Tropical. 4 ed. Costa Rica. 502 p.

Piccirillo, G.; Rodríguez, B.; Rodríguez, G. 1998. Estudio de algunos parámetros físicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. Consultado 5 Junio 2002. Disponible en: http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v15_5/v155z010.html

Ramírez, J. 2002. Las abejas, prodigio de la naturaleza. Consultado 5 febrero 2002. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/abejas.html

Robles, E.; Salvachua, J. 1999. Alimentación de las abejas. Centro apícola regional de Castilla-La Mancha. 195 p.

Roubik, D. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge Univ. Press, New York, 514 p.

Sakagami, S. 1982. Stingless bees. *In* Social insects. Vol 3. ed. Hermann, H. R., Academic Press, New York, USA, 361-376 p.

Velthuis, H. 1997. The biology of stingless bees. Department of Ethology and Socioecology. Utrecht University, The Netherlands. 33 p.

8. ANEXOS

ANEXO 1. ANALISIS DE VARIANZA (ANDEVA) PARA CADA PARÁMETRO EVALUADO

THE SAS SYSTEM
THE GLM PROCEDURE

DEPENDENT VARIABLE: **HUM**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	184.1480444	92.0740222	67.19	<.0001
ERROR	15	20.5540000	1.3702667		
CORRECTED TOTAL	17	204.7020444			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	HUM MEAN
0.899591	4.980266	1.170584	23.50444

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	184.1480444	92.0740222	67.19	<.0001

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	184.1480444	92.0740222	67.19	<.0001

DEPENDENT VARIABLE: **PH**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	1.35243333	0.67621667	4.05	0.0393
ERROR	15	2.50676667	0.16711778		
CORRECTED TOTAL	17	3.85920000			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	PH MEAN
0.350444	11.14910	0.408800	3.666667

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	1.35243333	0.67621667	4.05	0.0393

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	1.35243333	0.67621667	4.05	0.0393

DEPENDENT VARIABLE: **AC**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	33373.44444	16686.72222	7.68	0.0051
ERROR	15	32608.16667	2173.87778		
CORRECTED TOTAL	17	65981.61111			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	AC MEAN
0.505799	74.33548	46.62486	62.72222

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	33373.44444	16686.72222	7.68	0.0051

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	33373.44444	16686.72222	7.68	0.0051

DEPENDENT VARIABLE: **Cz**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	0.99033378	0.49516689	45.63	<.0001
ERROR	15	0.16279067	0.01085271		
CORRECTED TOTAL	17	1.15312444			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	Cz MEAN
0.858826	45.38176	0.104176	0.229556

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	0.99033378	0.49516689	45.63	<.0001

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	0.99033378	0.49516689	45.63	<.0001

DEPENDENT VARIABLE: **PC**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	0.42281111	0.21140556	7.74	0.0049
ERROR	15	0.40983333	0.02732222		
CORRECTED TOTAL	17	0.83264444			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	PC MEAN
0.507793	44.14389	0.165294	0.374444

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	0.42281111	0.21140556	7.74	0.0049

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	0.42281111	0.21140556	7.74	0.0049

DEPENDENT VARIABLE: **AR**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	659.9142643	329.9571322	35.84	<.0001
ERROR	15	138.0865042	9.2057669		
CORRECTED TOTAL	17	798.0007685			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	AR MEAN
0.826959	4.842152	3.034101	62.66017

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	659.9142643	329.9571322	35.84	<.0001

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	659.9142643	329.9571322	35.84	<.0001

DEPENDENT VARIABLE: **SA**

SOURCE	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MODEL	2	17.50556500	8.75278250	6.12	0.0114
ERROR	15	21.46617066	1.43107804		
CORRECTED TOTAL	17	38.97173566			

R-SQUARE	COEFF VAR	ROOT MSE	SA MEAN
0.449186	72.59671	1.196277	1.647839

SOURCE	DF	TYPE I SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	17.50556500	8.75278250	6.12	0.0114

SOURCE	DF	TYPE III SS	MEAN SQUARE	F VALUE	PR > F
MIEL	2	17.50556500	8.75278250	6.12	0.0114