

**Physical-chemistry and microbiological
characterization of honey bee of five
departments of Honduras**

David Isaías Maradiaga Pineda

Honduras
December, 2005

Caracterización físico-química y microbiológica de miel de abeja de cinco departamentos de Honduras

David Isaías Maradiaga Pineda

Honduras
Diciembre, 2005

ZAMORANO
Carrera de Agroindustria

**Caracterización físico-química y
microbiológica de miel de abeja de cinco
departamentos de Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniería Agroindustrial en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado Por:

David Isaías Maradiaga Pineda

Honduras
Diciembre, 2005

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.

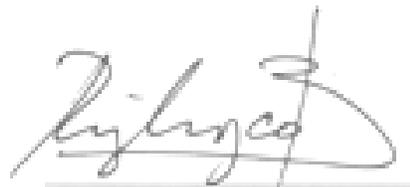
David Isaías Maradiaga Pineda

Caracterización físico-química y microbiológica de miel de abeja de cinco departamentos de Honduras

Presentado por:

David Isaias Maradiaga Pineda

Aprobado:



Bertha Ruiz, M.Sc.
Asesor Principal



Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria



Francisco J. Bueso, Ph.D.
Asesor



George Pilz, Ph.D.
Decano Académico



Wilfredo Domínguez, M.Sc.
Asesor



Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A Dios por darme su amor, bendición, fuerza, sabiduría, fe, persistencia y convicción.

A mi familia por estar siempre a mi lado, por depositar en mi la confianza y un gran espíritu de superación.

A mi madre por ser la mejor madre del mundo.

A mi país por permitirme desarrollarme profesionalmente y a través de ello contribuirle con este estudio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me ayudó a ser posible este proyecto.

A mi familia y amigos de Zamorano.

A Zamorano por sembrar en mi el espíritu luchador, carácter y disciplina.

A mis asesores Bertha Ruiz, Francisco J. Bueso, Wilfredo Domínguez por haber colaborado siempre en todo lo necesario para culminar este proyecto.

A Iván Rodríguez y Martín Lanza, personas que laboran en Swisscontact-Agropyme.

A Carlos Hernández Díaz-Ambrona por su apoyo en este proyecto.

A mis compañeros y amigos: Isaac Chavarría, Juan Ruano, Víctor Taleón, Karla Méndez, Víctor Prado, Mayra Callejas, Iván Maradiaga, Walkiria Cáceres y Margory Medina.

A los apicultores que participaron en el estudio.

A todos los que colaboraron con la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras por el financiamiento brindado para mis estudios.

Agradezco a Swisscontact-Agropyme por el financiamiento brindado para culminar mis estudios.

RESUMEN

Maradiaga, D. 2005. Caracterización físico-química y microbiológica de miel de abeja de cinco departamentos de Honduras. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería Agroindustrial. Zamorano, Honduras, 73 p.

La miel es una solución concentrada de azúcares, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera y granos de polen. La composición física y química depende de la zona de vida y su vegetación. Las mieles se pueden tipificar según sus zonas de origen; los productores que desconozcan su perfil no podrán aprovechar efectivamente los mercados. La investigación consistió en caracterizar la miel producida en algunas comunidades de Copán, El Paraíso, Intibucá, La Paz y Ocotepeque en: color, viscosidad, contenido de agua, actividad de agua, sólidos solubles totales, sólidos insolubles en agua, pH, acidez, conductividad eléctrica, cenizas, hidroximetilfurfural, azúcares, organoclorados y organofosforado, fluvalinato, amitraz, sulfas, tetraciclinas, cloranfenicol, nitrofuranos, aerobios totales, hongos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*. Se utilizaron los estándares del *Codex Alimentarius*, Directiva para Miel de la Unión Europea, USDA, IRAM y la Norma Salvadoreña Obligatoria y los métodos de análisis especificados en la AOAC, BAM y Norma IRAM. En marzo y mayo de 2005 se recolectaron 64 muestras de 32 comunidades, ubicadas en el bosque húmedo subtropical, bosque muy húmedo subtropical, bosque húmedo montano bajo, bosque húmedo tropical y bosque seco tropical. Las mieles resultaron de color ámbar extra ligero (59.4 %) y ámbar ligero (37.5 %) según el USDA. El 91% de las muestras cumplieron con los parámetros establecidos por el *Codex Alimentarius* y por la Directiva para Miel de la Unión Europea perfilándose de esta manera de carácter exportable. El 84 % de las mieles se encontraron en conformidad con la Norma Salvadoreña Obligatoria para los conteos microbiológicos, exceptuando las muestras con exceso en coliformes totales, hongos y levaduras. Se utilizó el SIG para adjuntar todos los parámetros antes mencionados al punto específico correspondiente para cada comunidad muestreada en un mapa geo-referenciado. El conocimiento de las mieles hondureñas facilitará la negociación en diferentes mercados permitiendo así un impacto económico positivo en el sub-sector apícola.

Palabras clave: estándares, calidad, zonas de vida, *Codex Alimentarius*.

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Contenido	viii
	Índice de cuadros.....	.xi
	Índice de figuras	xiii
	Índice de anexos	xiv
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2	ANTECEDENTES	2
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4	ALCANCE	3
1.5	OBJETIVOS.....	3
1.5.1	General	3
1.5.2	Específicos.....	3
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA MIEL	4
2.1.1	Color.....	4
2.1.2	Viscosidad	4
2.1.3	Contenido de agua	5
2.1.4	Actividad de Agua.....	5
2.1.5	Sólidos solubles	5
2.1.6	Sólidos insolubles en agua	6
2.1.7	pH.....	6
2.1.8	Acidez.....	6
2.1.9	Conductividad eléctrica.....	6
2.1.10	Cenizas	7
2.1.11	Hidroximetilfurfural	7
2.1.12	Azúcares	8
2.1.12.1	Fructosa	8
2.1.12.2	Glucosa.....	8
2.1.12.3	Sacarosa.....	8
2.1.12.4	Maltosa	8
2.1.16	Otras características físico-químicas	9

2.1.16.1	Actividad de la invertasa.....	9
2.1.16.2	Higroscopía.....	9
2.2	RESIDUOS.....	9
2.3	CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN MIEL DE ABEJA	10
2.3.1	Bacterias aerobios mesófilos.....	10
2.3.2	Hongos y levaduras.....	10
2.3.3	Coliformes totales.....	10
2.3.4	Coliformes fecales.....	11
2.3.5	<i>Escherichia coli</i>	11
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1	LOCALIZACIÓN.....	12
3.2	MUESTREO.....	12
3.3	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.....	14
3.3.1	Color.....	14
3.3.2	Viscosidad.....	15
3.3.3	Contenido de agua.....	15
3.3.4	Actividad de agua.....	15
3.3.5	Sólidos solubles totales.....	15
3.3.6	Sólidos insolubles en agua.....	15
3.3.7	pH.....	15
3.3.8	Acidez.....	15
3.3.9	Conductividad eléctrica.....	16
3.3.10	Cenizas.....	16
3.3.11	Hidroximetilfurfural.....	16
3.3.12	Azúcares.....	16
3.4	ANÁLISIS DE RESIDUOS.....	16
3.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	16
3.6	UNIDADES EXPERIMENTALES.....	17
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	17
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1	ORIGEN DE LAS MIELES EVALUADAS.....	18
4.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.....	19
4.2.1	Color.....	19
4.2.2	Viscosidad.....	20
4.2.3	Contenido de Agua.....	22
4.2.4	Actividad de agua (a_w).....	23
4.2.5	Sólidos solubles totales.....	25
4.2.6	Sólidos insolubles en agua.....	26
4.2.7	pH.....	27
4.2.8	Acidez libre.....	28
4.2.9	Conductividad eléctrica.....	29
4.2.10	Cenizas.....	30
4.2.11	Contenido de hidroximetilfurfural (HMF).....	31
4.2.12	Azúcares.....	32
4.2.12.1	Fructosa.....	32

4.2.12.2	Glucosa.....	34
4.2.12.3	Sacarosa.....	35
4.2.12.4	Maltosa.....	35
4.3	ANÁLISIS DE RESIDUOS.....	36
4.4	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	36
4.4.1	Aerobios totales.....	36
4.4.2	Hongos y levaduras.....	36
4.4.3	Coliformes totales.....	36
4.4.4	Coliformes fecales.....	37
4.4.5	<i>Escherichia coli</i>	37
5.	CONCLUSIONES.....	38
6.	RECOMENDACIONES.....	39
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	40
8.	ANEXOS.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Escala de color para miel propuesta por el Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).....	4
2.	Métodos para cada análisis realizado.....	13
3.	Estándares físico-químicos del Codex Alimentarius y Unión Europea.....	14
4.	Otros estándares físico-químicos.....	14
5.	Métodos y estándares para características microbiológicas en miel.....	17
6.	Ubicación de las comunidades muestreadas.....	18
7.	Comparación (Prueba t) entre los dos tiempos de muestreo para las características físico-químicas	19
8.	Color de las mieles evaluadas según la escala del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).....	20
9.	Viscosidad en miel por departamento.....	20
10.	Separación de medias para viscosidad de Ocotepaque.....	21
11.	Contenido de agua en miel por departamento.....	22
12.	Coefficiente de correlación para contenido de agua, actividad de agua y viscosidad.....	23
13.	Separación de medias para humedad en miel de Ocotepaque.....	23
14.	Actividad de agua en miel por departamento.....	24
15.	Contenido de sólidos solubles en miel por departamento.....	25
16.	Separación de medias para sólidos solubles en miel de Ocotepaque.....	26

Cuadro		
17.	Contenido de sólidos insolubles en agua presentes en miel por departamento.....	26
18.	pH para miel por departamento.....	27
19.	Separación de medias para pH en miel de Intibucá.....	27
20.	Medias de acidez por departamento.....	28
21.	Separación de medias para acidez libre en miel de Intibucá.....	29
22.	Conductividad eléctrica en miel por departamento.....	29
23.	Contenido de cenizas en miel por departamento.....	30
24.	Separación de medias para cenizas en miel de Intibucá.....	31
25.	Contenido de hidroximetilfurfural por departamento.....	32
26.	Contenido de fructosa en miel por departamento.....	33
27.	Separación de medias para fructosa en miel de Ocotepeque.....	34
28.	Separación de medias para fructosa en miel de La Paz.....	34
29.	Contenido de glucosa en miel por departamento.....	34
30.	Relación fructosa/glucosa.....	35
31.	Contenido de sacarosa en miel por departamento.....	35
32.	Contenido de maltosa en miel por departamento.....	35
33.	Media del conteo microbiológico (UFC/g) en miel por departamento...	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		
1.	Comportamiento higroscópico de la miel con 18.8 % de humedad a 25 °C	9
2.	Relación entre viscosidad y sólidos solubles en miel	21
3.	Relación entre contenido de agua y viscosidad en miel	22
4.	Relación entre contenido de agua y actividad de agua en miel	24
5.	Relación entre cenizas y conductividad eléctrica en miel	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	
1 a.	Análisis físico-químico de miel en el departamento de Copán muestreada en dos tiempos..... 45
1 b.	Análisis físico-químico de miel en el departamento de La Paz muestreada en dos tiempos. 46
1 c.	Análisis físico-químico de miel en el departamento de Ocotepeque muestreada en dos tiempos. 47
1 d.	Análisis físico-químico de miel en el departamento de Intibucá muestreada en dos tiempos. 48
1 e.	Análisis físico-químico de miel en el departamento de El Paraíso muestreada en dos tiempos. 49
2 a.	Conteos microbiológicos de Copán (UFC/g). 50
2 b.	Conteos microbiológicos de La Paz (UFC/g). 50
2 c.	Conteos microbiológicos de Ocotepeque (UFC/g). 51
2 d.	Conteos microbiológicos de Intibucá (UFC/g). 51
2 e.	Conteos microbiológicos de El Paraíso (UFC/g). 52
3 a.	Comparación de colores de Copán con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)..... 53
3 b.	Comparación de colores de La Paz con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)..... 53
3 c.	Comparación de colores de Ocotepeque con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)..... 54
3 d.	Comparación de colores de Intibucá con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)..... 54
3 e.	Comparación de colores de El Paraíso con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA)..... 55
4.	Índice de Refracción..... 56
5.	Mapa geo-referenciado de los cinco departamentos evaluados..... 57

1. INTRODUCCIÓN

El sub-sector apícola en Honduras ha experimentado por varios años una larga etapa de estancamiento debido a diversos problemas con conocimientos técnicos, falta de apoyo y pocas fuentes de financiamiento. Esto no ha permitido el desarrollo de las explotaciones y la calidad deseada en los productos. Para estos últimos años el sub-sector ha mostrado un desarrollo significativo impulsado por diferentes instituciones colaboradoras. Este apoyo ha sido dirigido principalmente a los productores para el fortalecimiento organizativo y técnico (Red Mesoamericana de Apicultura 2000).

Swisscontact como organismo suizo no gubernamental a través del programa Agropyme ha emprendido, gestionado y ejecutado diversos proyectos en el área apícola. Actualmente este trabaja unificadamente con la Escuela Agrícola Panamericana en proyectos de investigación con el objetivo de reforzar los pilares del rubro y beneficiar al sector agroalimentario preparándolo frente a normativas, regulaciones, legislaciones y a grandes retos económicos como la apertura de mercados.

La miel es una solución concentrada de azúcares con predominancia de glucosa y fructosa, contiene además enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, minerales, sustancias aromáticas, pigmentos, cera y granos de polen (*Codex Alimentarius* 1999). El mantenimiento de la composición original de este preciado alimento, depende de muchos factores, llámense estos: almacenamiento, recolección, tiempo etc., (Ruiz *et al.* 2001). La estabilidad física, química y microbiológica del producto también está en función de las condiciones de extracción y beneficio del mismo.

El principal objetivo que alcanzó el estudio fue caracterizar la miel producida en los cinco departamentos antes mencionados, evaluadas de acuerdo a las propiedades físico-químicas y microbiológicas, cuyos parámetros están definidos por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para Miel de la Unión Europea (2002). En el caso de los parámetros microbiológicos se utilizó como referencia, La Norma Salvadoreña Obligatoria para miel de abeja NSO 67.19.00, (CONACYT 2004). Con esto se establece una estadística inferencial y descriptiva de la miel de las 32 comunidades evaluadas, tipificando la miel por cada departamento para beneficio tanto de productores como de comerciantes.

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se desconoce la composición química de la miel por departamentos lo que crea incertidumbre en los comercializadores en el momento de ofrecer un producto de perfil conocido al consumidor que además cumpla con los parámetros de calidad establecidos por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para Miel de la Unión Europea (2002). Esto dificulta el acceso de muchos productores y comercializadores de mieles a mercados externos, aunque la miel tenga potencial exportable.

1.2 ANTECEDENTES

Lino (2002) evaluó la calidad de mieles comercializadas en Tegucigalpa de las cuales el 50 % no cumplió con los parámetros establecidos por el *Codex Alimentarius* (2001) por encontrarse altos contenidos de hidroximetilfurfural y acidez. Ambas variables comprometen la calidad del producto terminado y su aceptación por el consumidor. Sin embargo, este autor asevera que debido a la naturaleza de su estudio estos resultados no son representativos de la calidad de la miel producida en Honduras. Su estudio constó solamente del análisis de 16 muestras comercializadas en diferentes puntos de venta en Tegucigalpa, las cuales no todas especificaban su origen. Por lo tanto Lino sugiere un estudio aumentando el número de muestras y el espectro de muestreo para obtener mayor representatividad.

Para crear un mercado regulado de alta competencia en la comercialización de productos apícolas es necesario el establecimiento de las normas que uniformen estos productos (Laguardia 2004). Este mismo fue el autor de la norma técnica hondureña para miel (N-CIN 67.270.00:04) cuya aplicación establecerá una cultura de calidad, garantizando uniformidad de producto y facilitará procesos de comercialización a nivel de mercado interno y externo. Dicha norma fue elaborada tomando como referencia los parámetros que establece el *Codex Alimentarius* (2001). El autor asevera que es necesario hacer un estudio para evaluar la calidad de las mieles del país y establecer qué lugares son los idóneos para obtener mieles de mejor composición.

Para el cumplimiento de los estándares de calidad de miel tanto nacionales como internacionales, Quezada (2004), diseñó un plan de mejora de la calidad con estrategias de acción a corto, mediano y largo plazo en la producción, procesamiento y comercialización de la miel en la Cooperativa Apícola Pionera Limitada de Honduras (COAPIHL). La efectividad de estas estrategias depende en gran medida de su ejecución y seguimiento por los diferentes eslabones de la cadena apícola para lograr competitividad con mieles nacionales e importadas. El punto de intersección interesante que hay entre el presente estudio y el realizado por Quezada (2004) es la evaluación del impacto que han generado las estrategias implementadas a corto plazo.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En Honduras no existían estudios que caracterizaran las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de la miel por zonas. Estas varían según su origen floral, altitud, tipo de suelo, clima y zona de vida, entre las diferentes regiones del país. Es de mucha

importancia tanto para los productores como para los comercializadores de miel conocer la composición de la miel producida por zonas y su cumplimiento de los parámetros establecidos por el *Codex Alimentarius* (2001).

Cuando las barreras arancelarias caen para enfrentar y abrirse a un bloque tan grande, poderoso y con una economía sólida como la de Estados Unidos de América (EUA); cuando se crea un mercado de libre acceso y sin protección a los productos internos donde la única alternativa para competir es ofrecer productos de alta calidad que cumplan con normas, reglamentos, regulaciones, certificaciones, etc., se vuelve de inmediata necesidad y obligación para el país, invertir en la especialización de los llamados motores de crecimiento económico y trabajar arduamente para fortalecer los rubros como la apicultura en los que se tiene potencial de desarrollo.

La gran necesidad de fortalecer y ampliar las oportunidades para el sub-sector apícola generó la justificación para ejecutar este nuevo proyecto de investigación solicitado y financiado por Swisscontact dentro del proyecto apícola.

1.4 ALCANCE

El estudio caracterizó las mieles de cinco departamentos de Honduras de acuerdo a sus características físico-químicas y microbiológicas, ubicándolas en un mapa georeferenciado, lo que permitirá tener una carta de presentación del perfil de las mieles maximizando nuestras oportunidades en el marco de la competitividad en el mercado.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 General

Caracterizar la miel producida en Honduras en los departamentos de: Copán, El Paraíso, Intibucá, La Paz y Ocotepeque, de acuerdo a las propiedades físicas, químicas y microbiológicas.

1.5.2 Específicos

- Definir el muestreo para los cinco departamentos a evaluar.
- Analizar la composición físico-química producida en cada departamento según estándares del *Codex Alimentarius* (2001) y de la Directiva para Miel de la Unión Europea (EU) (2002).
- Evaluar la flora microbiana de las mieles frescas.
- Evaluar el efecto del origen geográfico sobre la composición de la miel.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LA MIEL

2.1.1 Color

El color es uno de los atributos sensoriales de calidad que puede determinar el rechazo o aceptación de la miel. La naturaleza del color como parámetro discriminante del origen botánico y geográfico de las mieles permite complementar con otras propiedades y factores de calidad como el contenido de minerales, polifenoles, actividad diastásica, aminoácidos libres e hidroximetilfurfural (Salamanca y Serra 2002).

Con respecto a los componentes responsables del color no se conoce mucho, pero se cree que el mismo podría estar determinado por la presencia de sustancias coloreadas como pigmentos obtenidos de las plantas, tales como carotenos, xantofilas, taninos, flavonoides, fenoles, y de otros factores como el pH y minerales (Acquarone 2004). De acuerdo con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por sus siglas en Inglés) el color de las mieles, varía desde los tonos blancos hasta los pardos oscuros; existiendo mieles rojizas, amarillentas, verdosas, aunque predominan los tonos castaño-claros o ambarinos (USDA 1985) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Escala de color para miel propuesta por el Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Color	mm Pfund
Blanco agua	0-8
Extra blanco	8-16
Blanco	16-34
Ámbar extra ligero	35-50
Ámbar ligero	51-84
Ámbar	85-114
Oscuro	115-150

Fuente: (USDA 1985).

2.1.2 Viscosidad

La miel presenta una viscosidad media del orden de los 4.8 Pa.s a una temperatura de 25 °C y humedad de 18.2 g / 100 g miel, lo que se manifiesta en la resistencia que ofrece al drenado y bombeo durante su recolección y procesamiento. Además, la viscosidad está inversamente relacionada al contenido de agua (Acquarone 2004). Este preciado alimento presenta comportamiento newtoniano, es decir que es independiente

de la velocidad de deformación. La viscosidad está en función de la temperatura, disminuyendo notablemente al incrementarse la temperatura (Sopade *et al.* 2002).

2.1.3 Contenido de agua

La humedad en miel suele oscilar entre 14 % a 22 % dependiendo de muchos factores entre ellos: condiciones climáticas, periodo del año, humedad inicial del néctar, grado de maduración alcanzado en la colmena y su origen biogeográfico. La variación de la humedad interviene en los fenómenos de granulación y marca la estabilidad del producto desde el punto de vista microbiológico (Bogdanov 2003).

El contenido de agua es un parámetro de composición de la miel, que debe ser cumplido como parte de los estándares para la comercialización mundial. La Comisión Internacional de Miel (IHC por sus siglas en Inglés) sugiere un valor máximo de humedad de 21 g H₂O / 100 g miel (Bogdanov *et al.* 1997). Esto debido a que las mieles con mayores contenidos de humedad podrían fermentarse (*Codex Alimentarius* 1999).

2.1.4 Actividad de Agua

En las últimas tres décadas, la actividad de agua (a_w) se ha utilizado como indicador de estabilidad en el control de calidad de los alimentos frente a los procesos de deterioro, entre los cuales la microbiológica es la más rápida y frecuente. El agua es responsable de los factores que deterioran las mieles, causando cambios en el color y en las propiedades sensoriales: aroma y sabor, que resulta en pérdidas comerciales (Alcalá 1990).

El aseguramiento de la calidad del producto extraído comienza con la selección de los cuadros, estos deben estar completamente operculados garantizando con ello la madurez y el nivel óptimo de humedad en el producto final. El incremento de la actividad de agua por encima del 0.60 en condiciones de almacenamiento prolongado puede generar fermentaciones indeseables como resultado de la posible elevación del contenido en levaduras, hongos y mohos y como consecuencia la posible formación de hidroximetilfurfural. Por ello los cuadros que no cumplan esta condición deberán ser retornados a la colmena hasta lograr la maduración de la miel (Salamanca y Serra 2002).

2.1.5 Sólidos solubles

En la miel existe un alto contenido de azúcares medidos en grados brix, que representan del 95 % al 99 % de los sólidos solubles totales, lo que constituyen del 78 % al 82 % de la composición total de la miel. El índice de refracción nos da la relación de la luz refractada por la presencia de sólidos solubles expresado en porcentaje y también el porcentaje de humedad en miel de abeja (AOAC, 1990) (Anexo 4).

2.1.6 Sólidos insolubles en agua

Es toda la sustancia ajena al contenido natural de los compuestos de la miel. La medición de los sólidos insolubles en agua permite detectar el contenido de impurezas. Esto se estableció cuando una considerable proporción de la miel producida era se ha descontinuado. Sin embargo, este análisis mantiene su vigencia como un importante medio de control higiénico. El máximo permitido es de 0.1 g / 100 g miel en los estándares del *Codex Alimentarius* (2001) y la Directiva para Miel de la Unión Europea (EU) (2002); este valor es muy elevado si lo comparamos con los valores que se obtienen en la actualidad de 0.005 % - 0.05 %. La cera de abejas no se determina con los métodos del *Codex*, pero es una fuente mayoritaria de contaminación de insolubles en agua. A tal fin se podría utilizar otra técnica de filtración (e.g. con papel de filtro), lo cual aún no ha sido propuesto oficialmente (Bogdanov 2003).

2.1.7 pH

El pH medio de la miel es 3.91, con un rango de 3.5 - 4.5 para mieles provenientes de néctares y 4.5- 5.5 para las de mielada (IRAM 1996).

El descenso del pH en las mieles, se debe considerablemente a factores como la acidez natural elevada, debido al origen botánico del néctar y al efecto de la *Apis mellifera* que suele opercular las celdas con un mayor contenido de humedad (Salamanca y Serra 2002).

La elevada acidez de la miel contribuye en gran medida a su sabor característico y puede ser responsable de sus propiedades antisépticas y de estabilidad contra el desarrollo microbiano (Acquarone 2004).

2.1.8 Acidez

La acidez es un importante parámetro de calidad. La fermentación de la miel causa un incremento de acidez, por ello, es necesario saber que existe una considerable variación natural por lo que el *Codex Alimentarius* (2001) establece un límite máximo de acidez de 50 mili equivalentes /kg (Horn y Lüllmann 1992).

Uno de los principales ácidos es el ácido glucónico. Este se forma por acción de la enzima glucosa oxidasa sobre la glucosa por acción de las abejas, durante el proceso de transformación del néctar a miel. Otros ácidos orgánicos (algunos volátiles), que contribuyen a la acidez de la miel y que han sido identificados son: málico, butírico, cítrico, tartárico, succínico, fórmico y oxálico (Stinson *et al.* 1960).

2.1.9 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica (American Society for testing and Materials 1994). En la miel los electrolitos están constituidos por las sales minerales, los ácidos orgánicos, aminoácidos, etc. (Avallone *et al.* 2004).

La Comisión Internacional de la Miel (IHC por sus siglas en Inglés) indica que la conductividad eléctrica es un parámetro muy apropiado para corroborar el origen botánico. Actualmente este parámetro sustituye la determinación de cenizas en análisis de rutina. Esta medición es directamente proporcional al contenido de cenizas y la acidez de la miel. El *Codex Alimentarius* (2001) y la Directiva para Miel de la Unión Europea (EU) (2002) han establecido que las mieles florales, las mezclas de mieles florales y de mielada tengan valores de conductividad eléctrica menores de 0.8 mS/cm y que las mieles de mielada y de castaña posean valores mayores de 0.8 mS/cm. Las excepciones son las mieles de *Arbutus*, *Banksia*, *Erica*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Eucalyptus* y *Tilia* así como sus mezclas, las cuales tienen una elevada variación en su conductividad eléctrica.

2.1.10 Cenizas

En miel el contenido de cenizas que incluye minerales es un parámetro de calidad para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielada. Actualmente, esta determinación suele reemplazarse por la medición de conductividad eléctrica. El contenido de cenizas puede mantenerse como un factor de calidad durante un período de transición hasta que la conductividad sea aceptada como un estándar a nivel mundial (Vorwohl 1964).

2.1.11 Hidroximetilfurfural

El hidroximetilfurfural (HMF) es un aldehído que se forma por la degradación de los productos azucarados en particular por deshidratación de la fructosa. Este compuesto aparece en forma espontánea y natural en la miel debido al pH ácido, agua y a la composición rica en monosacáridos (fructosa y glucosa). El contenido de hidroximetilfurfural también está relacionado con alteraciones de color y el desarrollo de olores y sabores extraños cuando aumenta su concentración en el tiempo. Este enlace de factores hace que el contenido de dicho compuesto sea considerado uno de los parámetros de calidad de mayor importancia para la evaluación de calidad de mieles (Subovsky *et al.* 2000).

La acción del calor produce la deshidratación de los azúcares con lo que induce a la formación del HMF que es perjudicial para la salud pudiendo ocasionar trastornos gástricos en especial a los niños (Avallone *et al.* 2004).

La diastasa es una enzima también llamada amilasa. La actividad de la diastasa en miel de abejas es un factor de calidad que puede ser alterado durante el procesamiento y el almacenamiento, por ello se utiliza como indicador de sobrecalentamiento y de frescura. La actividad diastásica varía según el origen botánico de la miel, para lo que se ha establecido el mínimo de 8 unidades de diastasa como estándar de calidad luego de procesar y mezclar (Horn y Lüllmann 1992).

El índice de diastasa no puede ser evaluado, por sí sólo, como parámetro de calidad, por ello conviene analizarlo con el HMF, como parámetro de calidad complementario (Silva y Ortiz 1991). Existe una relación inversa que, cuanto mayor sea el valor de

HMF, menor será el correspondiente al índice de diastasa dependiendo de la temperatura y del pH (Avallone *et al.* 2004).

Estudios han demostrado que si la secreción floral es abundante, el proceso de maduración del néctar transcurre rápidamente y, consecuentemente, la manipulación del mismo es menor que cuando la secreción es escasa. Entonces evidentemente se tiene mieles con bajo contenido de diastasa (primavera); las mieles de mielada tienen una actividad diastásica superior a las mieles florales por el aporte enzimático de la abeja en la manipulación (Persano *et al.* 1995).

2.1.12 Azúcares

Los azúcares son responsables de las propiedades físicas y químicas de la miel tales como viscosidad, higroscopicidad, propiedades térmicas, etc. y también de las propiedades antibacterianas.

2.1.12.1 Fructosa: es un monosacárido ($C_6H_{12}O_6$), que se denomina “azúcar de la fruta” ya que se produce naturalmente en las frutas, verduras y en la miel. Este es el resultado de la hidrólisis de la sacarosa del néctar por acción de la enzima invertasa producida por las abejas. Representa el 38 % de los azúcares presentes en la miel, además la proporción fructosa / glucosa siempre debe ser mayor a uno para prevenir la rápida cristalización en condiciones de bajas temperaturas (Acquarone 2004).

2.1.12.2 Glucosa: es un monosacárido ($C_6H_{12}O_6$), que representa el 32 % de la cantidad de azúcares presentes en la miel (Sancho *et al.* 1991), también producido como resultado de la hidrólisis de la sacarosa del néctar por acción de la enzima invertasa producida por las abejas.

2.1.12.3 Sacarosa: es el principal disacárido no reductor ($C_{12}H_{22}O_{11}$) formado por glucosa y fructosa. En el acto de la succión del néctar o de la mielada, la abeja pecoreadora añade secreciones glandulares ricas en enzimas, que inician la transformación de la sacarosa en sus componentes antes mencionados. Tal proceso continúa en el buche de la abeja en el vuelo de regreso. El alto contenido de sacarosa está también muy relacionada al contenido inicial en el néctar (Sancho *et al.* 1991). El porcentaje de sacarosa en miel no debe ser superior al 5 % (Codex Alimentarius 1999).

2.1.12.4 Maltosa: Es un disacárido reductor ($C_{12}H_{22}O_{11}$), *a-D-glucopiranosil-(1,4)-D-glucopiranososa*, que se forma por la acción de la enzima amilasa sobre el almidón. Además de la maltosa entre los disacáridos reductores se encuentran: isomaltosa, maltulosa, turanosa, nigerosa, kojibiosa, melibiosa, b- gentibiosa, trehalosa etc., entre los trisacáridos se pueden mencionar: rafinosa, erlosa, melesitosa, maltotriosa, etc. (Acquarone 2004).

2.1.16 Otras características físico-químicas

2.1.16.1 Actividad de la invertasa: parámetro introducido como característica adicional a evaluar. Esta, puesto que es una enzima, cuya cuantificación ayuda a la determinación de calidad es exclusivamente sensible al sobrecalentamiento y almacenamiento prolongado. Al igual que la actividad de la diastasa se utiliza como indicador de procesamiento y de frescura de la miel, siendo el parámetro ≥ 8 . La utilidad de esta característica para el control de calidad de las mieles ha sido comprobada y ahora ha tomado importancia (Persano *et al.* 1999).

2.1.16.2 Higroscopía: las mieles exhiben un marcado efecto higroscópico (Figura 1); cuando se mantienen muestras de este producto a una temperatura de 30 °C, la miel comienza a perder humedad y a deshidratarse, con un acentuado efecto superficial, la fase superior recién deshidratada, lentamente va actuando como una película, evitando que el interior el producto pierda más humedad, cuando la temperatura se hace menor, se genera entonces un gradiente de absorción de agua, efecto que se hace notorio en ambientes de humedad relativa superiores al 60% (Molan 1992).

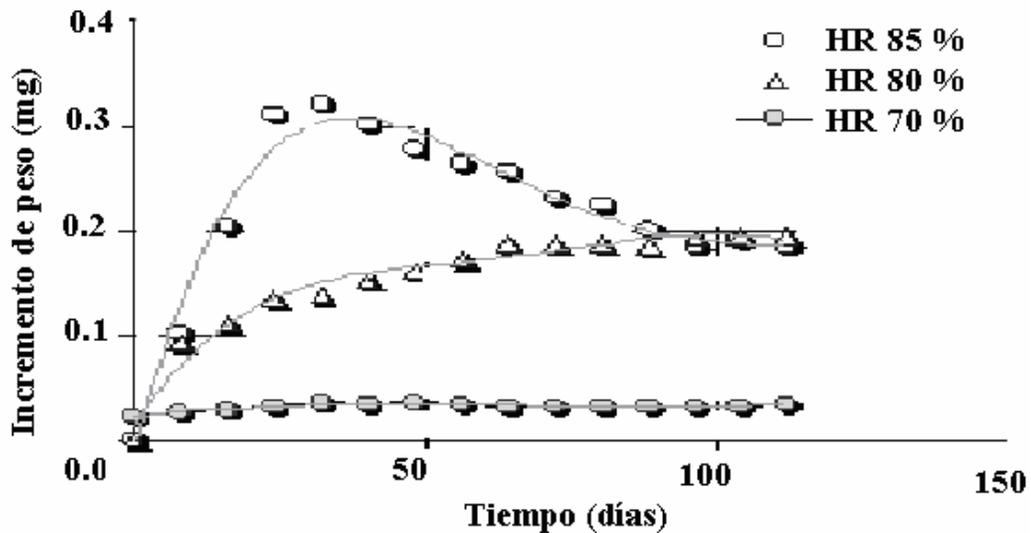


Figura 1. Comportamiento higroscópico de la miel con 18.8 % de humedad a 25 °C.

Fuente: Molan, 1992

2.2 RESIDUOS

El Límite Máximo para Residuos Totales de plaguicidas no debe ser mayor de 1 mg/kg, recomendado por la Comisión del *Codex Alimentarius* (1997) y se han basado en datos obtenidos con Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que tienen por objeto lograr niveles toxicológicamente aceptables en alimentos derivados de productos básicos.

2.3 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS EN MIEL DE ABEJA

Se han detectado mieles italianas con presencia de microorganismos patógenos para el humano como: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e inclusive *Clostridium botulinum* tipo G, identificándose a la miel como posible fuente de contaminación en casos de botulismo infantil (Censi 1990).

La normalización de este producto exige la ausencia total de gérmenes patógenos o toxinas patógenas al igual que la ausencia de *Enterobacteriaceae* y *Escherichia coli*, *Salmonella-Shigella* ausencia / 25 g. Alteraciones más frecuentes son producidas en mieles durante su almacenamiento debido al crecimiento de mohos y levaduras (Arnon *et al.* 1981).

2.3.1 Bacterias aerobios mesófilos

Los mesófilos aerobios son microorganismos que crecen de 10°C a 50°C con óptimo de crecimiento entre 20°C a 40°C. Las mieles cosechadas en ambientes tropicales exhiben en algunos casos bacterias del género *Bacillus* que se presentan en estado esporulado (Molan 1992).

2.3.2 Hongos y levaduras

Son organismos heterotróficos carecen de clorofila y por lo tanto son incapaces de obtener energía solar y sintetizar sus propios alimentos.

Los hongos y las levaduras osmófilas son responsables del fenómeno de fermentación en mieles. En general la acción de hongos y levaduras (*Candida albicans* y *Cryptococcus neoformans*) sobre alimentos edulcorados es sencillamente inefectiva, pero es a nivel de mohos donde se deben tomar precauciones y controles en virtud a la formación de mico-toxinas de *Aspergillus spp* y *Fusarium spp*, y esporas del moho del polen *Bettsya alvei*. Ya que estos pueden generar intoxicaciones en niños o adultos con problemas digestivos (Molan 1992).

2.3.3 Coliformes totales

Son bacilos gram negativos no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tenso-activos con similares propiedades de inhibición de crecimiento. Son anaeróbios facultativos que se multiplican a mayor rapidez a temperatura entre 30 °C y 37 °C, no tienen citocromo oxidasa y fermentan la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído en un período de 24 a 48 horas y crecen a grandes conteos en medios corrientes, como caldo y agar (Ministerio de Salud de Costa Rica 1995).

2.3.4 Coliformes fecales

Son microorganismos que tienen las mismas propiedades de los coliformes totales, pero con la diferencia que los coliformes fecales crecen a temperaturas de 44.5 °C. También se les designa como coliformes termorresistentes o termotolerantes. Estas bacterias indican la presencia de desperdicios humanos (excreta) o de animales en los alimentos. Los microbios pueden causar síntomas agudos, por ejemplo diarrea, calambres estomacales, náuseas, dolor de cabeza. Esta situación presenta un peligro de salud para bebés, niños, jóvenes, algunas de las personas mayores y todo individuo que tenga problemas con el sistema inmune (Collins y Lyne 1989).

2.3.5 *Escherichia coli*

Es un microorganismo que fermentan la lactosa y otros sustratos adecuados como el manitol a 44.5 °C con producción de gas, y que también producen indol a partir del triptófano. La *Escherichia Coli* es el indicador más preciso de contaminación fecal (Ministerio de Salud de Costa Rica 1995).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

Las 64 muestras analizadas en el presente estudio fueron colectadas en los departamentos de: Copán, El Paraíso, Intibucá, La Paz y Ocotepeque de Honduras. Dentro de estos se muestrearon 32 comunidades en dos tiempos (Anexo 1). La evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se desarrollaron en cinco laboratorios (Cuadro 2).

3.2 MUESTREO

La preselección de las comunidades a muestrear por cada departamento, se realizó con base en el área de influencia del proyecto apícola ejecutado por Swisscontact. Luego para la selección definitiva se seleccionaron comunidades de referencia en cada municipio y adyacentes en un radio de cinco Km. (Anexo 5). Esto se logró con base a la información digital brindada por la unidad de SIG (Sistemas de Información Geográfica, Zamorano), la que se introdujo utilizando el programa de mapeo ArcView GIS 3.2 ®. Para obtener la información cartográfica departamental necesaria para la elección.

Posteriormente la recolección de las 64 muestras se llevó a cabo desde 11-23 de marzo de 2005 para el primer muestreo y desde 20 abril-17 de mayo del 2005 para el segundo muestreo en los cinco departamentos.

Cuadro 2. Métodos para cada análisis realizado.

Parámetro	Método / Equipo	Laboratorio
Color	Escala del Lovibond mm Pfund	Planta de Miel y Derivados, EAP
Sólidos solubles	AOAC 969.38B humedad por refractometría	
Viscosidad	AOAC 18va edición (1998), viscosímetro Brookfield	Centro de Evaluación de Alimentos (CEA), EAP
Contenido de agua	AOAC 969.38B humedad por refractometría	
Actividad de Agua	AOAC 978.18C Aqualab	
Sólidos insolubles	IRAM 15936 (1995-1996)	
pH	AOAC 945.27 pH potenciómetro	
Cenizas	AOAC 920.181A cenizas de miel	
Acidez	AOAC 978.18c AOAC 962.19 Método Titrimétrico	Centro de Investigación Apícola Tropical CINAT, UNA, CR
Conductividad eléctrica	Honey Quality Methods of Analysis	
HMF	AOAC 980.23 HMF con método espectrofotométrico	
Fructosa	AOAC 959.11 (HPLC)	
Glucosa	AOAC 959.12 (HPLC)	
Maltosa	AOAC 920.183 (HPLC)	
Sacarosa	AOAC 920.184 (HPLC)	
Órgano clorados	Manual de Entrenamiento de Laboratorio Centroamericano de Pesticidas	
Órgano fosforados		
Amitraz	Wrinkler O (1923) J. Soc. Chem. Inf. 42, 32 t	Laboratorio Nacional de Residuos Biológicos MAG-FOR, Nicaragua
Sulfas	Guía de laboratorio de química analítica en alimentos y servicio de inspección en métodos de sulfas	
Fluvalinato		
Tetraciclinas		
Cloranfenicol	R Biopharm AG, Darmstadt, Germany RIDASCREEN	
Nitrofuranos AMOZ Nitrofuranos AOZ		
Metales pesados	Métodos analíticos Parking Elmer AY-6	Laboratorio de Microbiología E.A.P.
Aerobios Totales	BAM (1995)	
Hongos y levaduras		
Coliformes totales	AOAC método oficial 991.14 : para coliformes, incubar 24h ± 2h a 35°C	
Coliformes fecales <i>Escherichia coli</i>	± 1°C (Petrifilm)	

3.3 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Para la preparación de las muestras y el análisis de las 15 características físico-químicas se utilizó los protocolos establecidos por la AOAC (1983) y normas IRAM (1995-1996). Comparando los resultados con los estándares del *Codex Alimentarius* (2001), Norma IRAM (1996), Directiva Europea de la Miel (2002) y USDA (1985) para miel de abeja. Con el fin de determinar la calidad de producto natural, tal cual como sale de cosecha (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3. Estándares físico-químicos del *Codex Alimentarius* y Unión Europea.

Parámetro	Codex	EU
Humedad	≤ 20 g/100g	≤ 20 g/100g
Sólidos insolubles	≤ 0.1 g/100 g	≤ 0.1 g/100 g
Acidez libre	≤ 50 meq/kg	≤ 40 meq/kg
Conductividad eléctrica	≤ 0.8 mS/cm	≤ 0.8 mS/cm
Cenizas	≤ 0.6 g/100 g	≤ 0.6 g/100 g
HMF	≤ 60 mg/kg	≤ 40 mg/kg
Sacarosa	≤ 5 g/100 g	≤ 5 g/100 g
Fructosa Glucosa Maltosa	≥ 60 g /100 g (Sumatoria de azúcares reductores).	≥ 60 g /100 g (Sumatoria de azúcares reductores).

Cuadro 4. Otros estándares físico-químicos.

Parámetro	Estándares
Color	0 -150 mm Pfund ^a
Viscosidad	4.8 Pa.s a 25 °C con 18.2 % de humedad
a _w	0.55-0.60
Sólidos solubles totales	> 78 g/100 g
pH	3.5-4.5 Floral ^b 4.5- 5.5 Mielada ^b

^a USDA (1985), ^b IRAM (1995-1996)

3.3.1 Color

Se utilizó como referencia para la determinación de colores la designación estándar para miel del USDA, que establece escalas basadas en la comparación de los colores de las mieles con estándares (Pfund y Lovibond) (Cuadro 1). Escalas que determinan de manera subjetiva principalmente el atributo luminosidad. El instrumento usado para determinar el color fue un colorímetro “Honey Color Analyzer C 221” en su escala de

0-150 mm Pfund, este mide a través de una lámpara cuya longitud de onda va desde los 420-525 nm.

3.3.2 Viscosidad

Fue medida con el viscosímetro de Brookfield a 25 °C con el acople # 5 y a 30 revoluciones por minuto (RPM).

3.3.3 Contenido de agua

La determinación de esta característica se realizó por dos métodos. Primero con horno a 105 °C por 24 horas y segundo de corroboración con índice de refractometría. Se empleó un refractómetro tipo Abbé marca Spectronic, modelo 3L.

3.3.4 Actividad de agua

La actividad de agua (a_w) se midió con el Aqualab. Instrumento que se basa en la técnica del punto de rocío (por condensación del vapor de agua sobre un espejo enfriado).

3.3.5 Sólidos solubles totales

La cuantificación de esta característica se realizó tomando en cuenta el índice de refracción por el método AOAC 969.38B (Anexo 4). Se empleó un refractómetro tipo Abbé marca Spectronic, modelo 3L.

3.3.6 Sólidos insolubles en agua

Método propuesto por las normas IRAM (1996). La cuantificación de esta característica se realizó por el método de filtración al vacío con una membrana de 45-55 μm y miel hidratada al 10% a una temperatura de 80°C.

3.3.7 pH

Esta característica fue medida con potenciómetro y una solución tampón a 6.86 de pH. Para evaluar este parámetro fue necesario el uso de los estándares de la Norma IRAM (1996).

3.3.8 Acidez

Se siguió el método referenciado sin ninguna modificación (Cuadro 2). La acidez fue realizada por el punto trimétrico equivalente.

3.3.9 Conductividad eléctrica

Se siguió el método referenciado sin ninguna modificación. Se empleó un conductímetro marca ATI Orion, modelo 135.

3.3.10 Cenizas

Se utilizó el Incinerador Sybron Thermoline 580 °C y se cuantificó por diferencia de peso.

3.3.11 Hidroximetilfurfural

Para la cuantificación del HMF se siguió el método referenciado con la única modificación de realizar una centrifugación en lugar de filtración de la proteína precipitada, para posterior análisis del líquido sobrenadante. Se empleó un espectrofotómetro UV-Visible marca Spectronic, modelo Genesys 5 (Cuadro 2).

3.3.12 Azúcares

Fructosa, glucosa, sacarosa y maltosa se cuantificaron por HPLC. Se siguió el método referenciado con la única modificación de usar 1.5 mL/minuto en lugar de un flujo 1.3 mL/minuto (Cuadro 2). Se empleó un cromatógrafo líquido marca Shimadzu, modelo LC-10 AT con detector de índice de refracción modelo RID-6. Para la separación de los azúcares se usó una columna amino modificada marca Altech, del tipo Econosphere NH2 de 5 µm de tamaño de partícula y 250 mm de largo por 4.6 mm de diámetro.

3.4 ANÁLISIS DE RESIDUOS

Se evaluó: órgano clorado, órgano fosforado, Fluvalinato, Amitraz, Sulfas, Tetraciclinas, Cloranfenicol, Nitrofuranos AMOZ, Nitrofuranos AOZ y Metales pesados (Pb) de acuerdo a los métodos establecidos (Cuadro 2).

La cuantificación de residuos “órgano fosforados” incluye: Diazinón, Ronnel, Malatión, Etión, Etil-Paration Clorpirifos, Carbofenotión-Fenitotrión, Metamidofos, Diclorvos.

El análisis de sulfas incluyó: Sulfatiazol, Sulfapiridina, Sulfadimetoxina y Sulfametazina.

3.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Recuento total de bacterias (RTB), hongos y levaduras, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* se realizaron utilizando los métodos propuestos por la AOAC y BAM (Cuadro 2). Para la comparación de estos parámetros microbiológicos

se tomó como estándar la Norma Salvadoreña Obligatoria para la Miel de abeja, NSO 67.19.00, CONACYT (2004), ya que el *Codex Alimentarius* no menciona estándares microbiológicos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Métodos y estándares para características microbiológicas en miel.

Parámetros	Límite máximo permitido (NSO 67.19.00)
Recuento total de bacterias	1×10^3 UFC / g
Hongos y levaduras	Menos de 1×10^2 UFC / g
Coliformes totales	Menos de 10 UFC/g
Coliformes fecales	Ausencia
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia

3.6 UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el presente estudio se utilizaron 32 comunidades (unidades experimentales) pertenecientes a cinco departamentos de Honduras (Anexo 1).

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza (ANDEVA), utilizando el modelo lineal general (GLM) del programa estadístico “Statistical Analysis System” (The SAS System For Windows V8 ®). Se realizó separación de medias con la prueba Tukey. Se utilizó una probabilidad de ($P < 0.05$) para determinar el grado de significancia. Se realizó una prueba “T Student” para determinar las diferencias significativas entre los dos tiempos de recolección para las 15 características físico-químicas evaluadas.

Se realizó un análisis de correlación a las variables humedad y actividad de agua, conductividad eléctrica y actividad de agua, viscosidad y humedad.

Para la tipificación de los resultados de los parámetros evaluados se usó estadística descriptiva adjuntando toda la base de datos a un mapa GEO-referenciado para cada comunidad utilizando el programa de información geográfica ArcView 3.2 ®.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ORIGEN DE LAS MIELES EVALUADAS

El 88 % de las muestras evaluadas pertenecen a un bosque húmedo subtropical (Bhs) (Cuadro 6 y Anexo 5). El muestreo se diseñó para la toma del producto basado en la comunidad de referencia, aunque las muestras procedan mayoritariamente de una zona de vida se logró detectar diferencias significativas en algunos parámetros analizados.

Cuadro 6. Ubicación de comunidades muestreadas.

Depto	Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Copán	Chile	(14°35'13''N; 88°48'42''W)	1,054	Bhs
	Jimilile	(14°23'16''N; 88°51'07''W)	1,020	Bhs
El Paraíso	Trojes	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs
	El Higüerito	(14°07'03''N; 86°34'22''W)	1,091	Bht
	El Pescadero	(13°56'36''N; 86°33'25''W)	1,045	Bhs
	Redonda	(13°50'47''N; 86°29'33''W)	1,005	Bhs
	Cebadilla	(13°54'33''N; 86°23'23''W)	1,035	Bhs
	Las Selvas	(13°48'43''N; 86°25'26''W)	1,203	Bhs
	Las Cañas	(13°49'25''N; 86°33'37''W)	907	Bhs
	Dificultades	(14°02'51''N; 85°59'30''W)	776	Bhs
	Las Guabas	(13°51'49''N; 86°30'32''W)	1,055	Bhs
	Tres Piedras	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs
	Las Limas	(14°48'23''N; 87°21'39''W)	1,072	Bhs
Intibucá	Las Crucitas	(14°30'27''N; 88°12'28''W)	1,423	Bhs
	San Nicolás	(14°31'56''N; 88°12'29''W)	1,105	Bhs
	Ceibita	(14°24'12''N; 88°26'41''W)	1,369	Bhs
	Los Pelones	(14°25'42''N; 88°26'19''W)	829	Bhs
	Quiragüira	(14°25'27''N; 87°54'49''W)	1,096	Bhs
	Lagunetas	(14°24'09''N; 87°53'55''W)	1,094	Bhs
Ocotepeque	El Rosario	(14°30'14''N; 89°02'25''W)	1,062	Bhmb
	San Juancito	(14°41'53''N; 89°02'49''W)	1,353	Bhs
	San Juan	(14°22'28''N; 88°56'09''W)	1,220	Bhs
	Tránsito	(14°24'43''N; 88°53'11''W)	1,212	Bhs
	Río Hondo	(14°22'10''N; 89°02'29''W)	1,375	Bhs
La Paz	El Paraíso	(14°20'36''N; 87°54'40''W)	935	Bhs
	Granadilla	(14°21'10''N; 87°54'40''W)	1,320	Bhs
	Huertas	(13°53'09''N; 89°45'52''W)	1,326	Bhs
	Sigamané	(14°15'20''N; 87°51'39''W)	1,264	Bhs
	El Quebrachal	(14°09'25''N; 88°01'37''W)	500	Bhs
	Pitahayas	(13°56'28''N; 88°01'37''W)	493	Bst
	Golondrina	(13°51'29''N; 87°43'05''W)	620	Bhs
	El Paraíso	(14°20'36''N; 87°54'40''W)	935	Bhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), bhmb (bosque húmedo montano bajo), bht (Bosque húmedo tropical) bst (bosque seco tropical) m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

4.2.1 Color

De las 64 muestras evaluadas los colores predominantes fueron: ámbar extra ligero (59.4 %) y ámbar ligero (37.5 %), definidos según la referencia del USDA (1985), encontradas principalmente en El Paraíso, Intibucá y La Paz. Las mieles más claras se obtuvieron de Copán y Ocotepeque (Cuadro 8). No se encontró diferencia de color por efecto del tiempo de muestreo (Cuadro 7).

De acuerdo con Salamanca y Serra (2002), las diferencias de colores entre departamentos, se deben a la vegetación predominante por la acumulación de polifenoles y aminoácidos libres. Todas las comunidades muestreadas fueron ubicadas en cinco zonas de vida (Cuadro 6), en las que se presume la existencia de vegetación variada considerando que las condiciones abióticas favorecen o desfavorecen el crecimiento de ciertas especies de plantas (Leicach 2005). De acuerdo con Acquarone (2004), al tener gran variabilidad en flores se tiene también una variabilidad en los compuestos y pigmentos que determinan los colores en las mieles como por ejemplo: carotenos, xantofilas, taninos, flavonoides y fenoles (Anexo 3).

Cuadro 7. Comparación (prueba t) entre los dos tiempos de muestreo para las 15 características fisico-químicas.

Variable	grados de libertad	valor t	Pr > t 	Pr > f
Color	62.0	-0.77	0.440	0.640
Viscosidad	62.0	-0.66	0.510	0.660
Humedad	62.0	0.74	0.460	0.120
aw	62.0	0.64	0.520	0.660
Sólidos solubles	62.0	-0.76	0.450	0.120
Sólidos insolubles	62.0	-1.05	0.300	0.730
pH	62.0	1.36	0.180	0.380
Acidez	51.2	-1.13	0.270	0.180
Conductividad	49.9	1.54	0.130	0.004
Cenizas	48.0	2.43	0.020	0.002
HMF	62.0	1.16	0.250	0.170
Fructosa	62.0	-0.21	0.840	0.630
Glucosa	62.0	-0.92	0.360	0.950
Sacarosa	41.9	-4.43	<0.0001	<0.0001
Maltosa	62.0	-0.2	0.840	0.830

Cuadro 8. Color de las mieles evaluadas según la escala del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Depto	Color			Media	Mín.	Máx.
	Blanco	Ámbar extra ligero	Ámbar ligero			
Copán	1	3		35.25	33	38
El Paraíso		10	12	56.59	40	83
Intibucá		4	8	66.40	39	81
La Paz		1	15	64.87	50	80
Ocotepeque	1	6	3	48.50	34	69

4.2.2 Viscosidad

Del total de muestras analizadas se encontró un amplio rango de 1.44 Pa.s con humedad de 20.20 % a 13.27 Pa.s con humedad de 16.3 % (Cuadro 9) demostrando una relación inversamente proporcional entre viscosidad y humedad de -0.92.

Las medias de los cinco departamentos van desde 4.76 Pa.s hasta 9.73 Pa.s. Este parámetro no tiene una regulación por las referencias utilizadas del *Codex Alimentarius* y de la Unión Europea (EU), sin embargo Airborne Honey ltd. (1999) propone un rango de 1.4 Pa.s hasta 42 Pa.s a 25 °C con humedad variable. Bajo este parámetro los resultados obtenidos en el presente estudio son aceptables.

Se encontraron diferencias significativas en las muestras del departamento de Intibucá ($P < 0.05$) con respecto a las de El Paraíso y Copán (Cuadro 9). Lo que indica que las mieles procedentes del departamento de Intibucá poseen menor contenido de humedad y mayor cantidad de sólidos solubles. Este es un aspecto muy importante en cristalización, ya que mieles con menor humedad cristalizan más rápido (Crane 1980).

Cuadro 9. Viscosidad en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
	--Pa.s--		(%)		-----Pa.s-----		
Intibucá	9.73 a	4.05	46	0.32	3.59	13.27	9.68
La Paz	7.47 ab	1.99	27	0.73	3.77	10.81	7.04
Ocotepeque	6.88 ab	0.83	12	0.95	3.55	11.29	7.74
El Paraíso	5.07 b	2.85	56	0.46	1.44	11.61	10.17
Copán	4.76 b	0.61	13	0.71	3.97	5.53	1.56

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

En el departamento de Ocotepeque se determinó que las muestras de la comunidad El Rosario es significativamente diferente ($P < 0.05$) a las demás comunidades (Cuadro 10). Esto pudo deberse a la cosecha temprana de la miel no madura y con

mayor humedad de la necesaria. No obstante, El Rosario está ubicado a una altura de 1062 m.s.n.m, en el bosque húmedo montano bajo (Bhmb) mientras que las demás comunidades se encuentran en una altura que supera los 1212 m.s.n.m. y dentro del bosque húmedo subtropical (bhs) el cual tiene una precipitación media anual mayor que la del bhmb.

Cuadro 10. Separación de medias para viscosidad de Ocoatepeque¹.

Comunidad	Media Viscosidad	Media H ₂ O
El Rosario	10.97 a	16.8 b
San Juan	7.22 b	17.8 ab
Tránsito	7.02 b	17.9 ab
San Juancito	4.64 b	18.4 a
Río Hondo	4.56 b	18.6 a

¹Promedios de cada columna seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Las muestras recolectadas en diferentes fechas no mostraron diferencias significativas (Cuadro 7).

Existe una relación entre la viscosidad con la cantidad de sólidos encontrándose para este estudio una correlación de 0.89 (Figura 2).

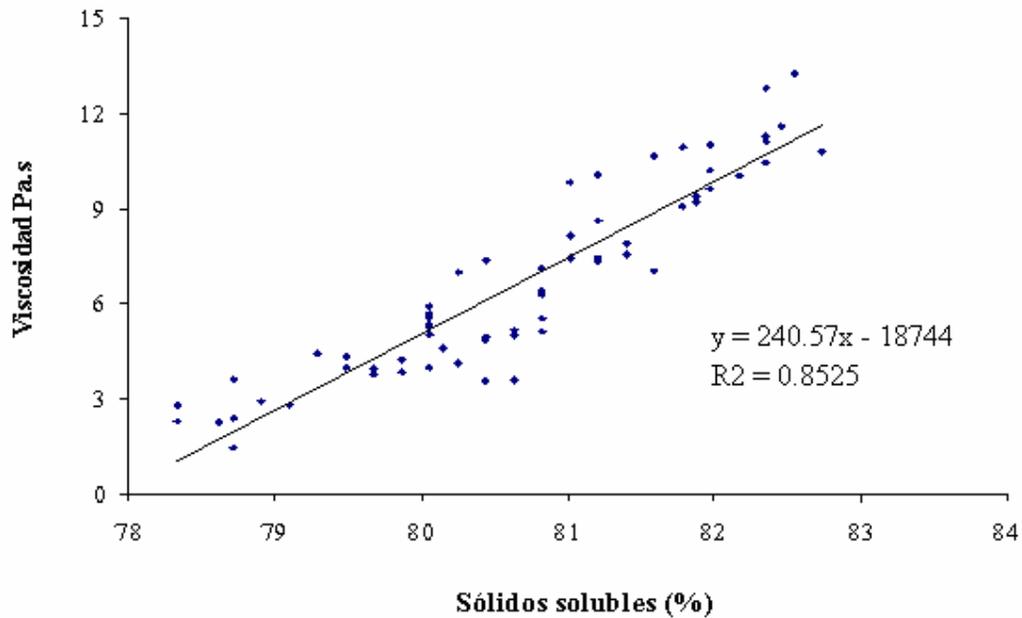


Figura 2. Relación entre viscosidad y sólidos solubles.

4.2.3 Contenido de Agua

Solamente el 91% de las muestras evaluadas cumplieron con el máximo de contenido de agua establecido de 20% por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002). Las muestras resultaron con un contenido de agua que oscila de 16 % a 20.6 %, siendo las mieles de Intibucá las más bajas (17.60 %) y las de El Paraíso las más altas (18.83 %) (Cuadro 11).

De acuerdo con Salamanca y Serra (2002), la variabilidad de estos resultados se puede atribuir a múltiples factores, entre ellos: humedad inicial del néctar, grado de maduración alcanzado en la colmena, prácticas de extracción, período del año, origen biogeográfico y también las condiciones climáticas en la extracción.

Cuadro 11. Contenido de agua en miel por departamento¹.

Departamento	Media (%)	DE	CV (%)	r ²	Min. -----	Máx. -----	Rango -----
Copán	18.48 a	0.25	1.35	0.84	18.0	18.8	0.8
El Paraíso	18.83 a	1.43	7.62	0.40	16.3	20.6	4.3
Intibucá	17.60 a	1.33	7.57	0.45	16.2	20.2	4.0
La Paz	17.78 a	0.82	4.60	0.73	16.0	19.4	3.4
Ocotepeque	17.90 a	0.31	1.73	0.93	16.4	18.8	2.4

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

La humedad está negativamente correlacionada con la viscosidad (-0.99) (Cuadro 12). Encontrándose la formula de $y = -230.85x + 4855.1$ donde y es viscosidad y x humedad (Figura 3).

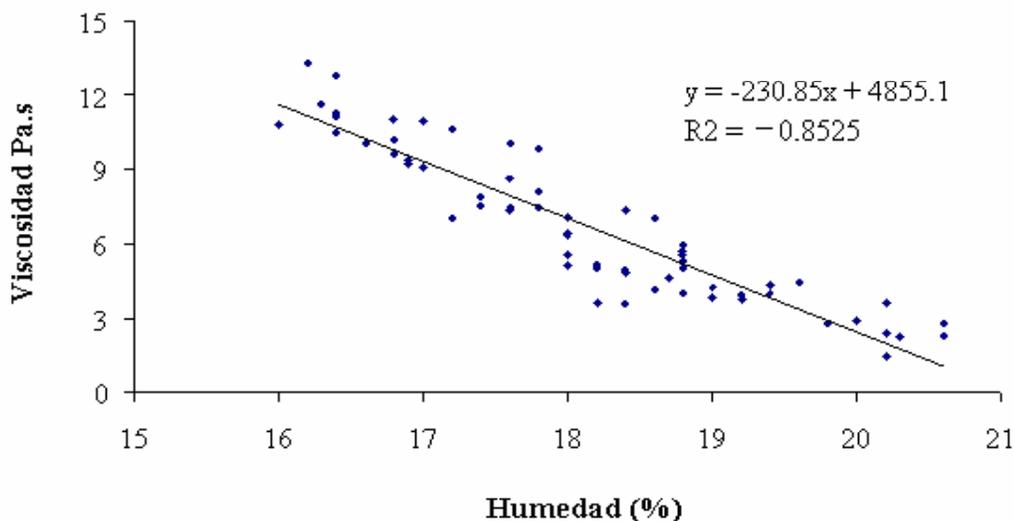


Figura 3. Relación entre contenido de agua y viscosidad en miel.

Cuadro 12. Coeficiente de correlación para contenido de agua, actividad de agua y viscosidad.

Parámetros	Contenido de agua (%)
Actividad de Agua (a_w)	0.99
Viscosidad (Pa.s)	-0.92
Sólidos solubles (%)	-0.99
Viscosidad (Pa.s) con Sólidos solubles (%)	0.89

En Ocotepeque las muestras de El Rosario resultaron significativamente diferentes ($P < 0.05$) de Río Hondo y San Juancito (Cuadro 13). El Rosario está ubicado a una altura más baja (1062 m.s.n.m.) que las otras comunidades y se ubica en el Bosque húmedo montano bajo (Bhmb) donde hay menor pluviosidad y por ende la capacidad higroscópica o migración de agua del ambiente a la miel es menor, aunque no se descarta la omisión del criterio de cosecha teniendo los cuadros una operculación mayor al 75% (Avalos 2004).

Cuadro 13. Separación de medias para humedad en miel de Ocotepeque¹.

Lugar	Media
Río Hondo	18.6 a
San Juancito	18.4 a
Tránsito	17.9 ab
San Juan	17.8 ab
El Rosario	16.8 b

¹Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las medias de humedad de las muestras de todos los departamentos resultaron similares estadísticamente ($P > 0.05$), asimismo, la humedad de las mieles entre muestreos (Cuadro 7).

4.2.4 Actividad de agua (a_w)

Todas las muestras resultaron con una baja a_w entre 0.52 y 0.62 (Cuadro 14). La variabilidad encontrada es normal y puede estar determinada según Acquarone (2004) por diferencias en el contenido de azúcares, agua y/o sustancias minerales. Según

Salamanca y Serra (2002), también se puede atribuir a la variación de los niveles de humedad y madurez (concentración de azúcares del néctar por las abejas) en el momento de la recolección.

En los trópicos el contenido de agua de la miel puede ser alto, debido a que las abejas tienen dificultad de evaporar el agua frente a la alta humedad relativa en el aire. Además, puede aumentar en las mieles almacenadas por el incremento en la humedad debido a fermentación del azúcar, cristalización o higroscopicidad (Morse y Hooper 1985).

Cuadro 14. Actividad de agua en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
Copán	0.58 a	0.01	0.86	0.67	0.58	0.59	0.02
El Paraíso	0.58 a	0.03	5.55	0.31	0.53	0.62	0.08
Intibucá	0.56 a	0.04	6.34	0.38	0.52	0.62	0.10
La Paz	0.57 a	0.02	4.17	0.62	0.52	0.60	0.08
Ocatepeque	0.57 a	0.01	2.03	0.88	0.52	0.59	0.07

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

La a_w mostró una alta correlación con la humedad (0.93) (Cuadro 12) bajo la siguiente fórmula $y = 0.0211x + 0.1906$ donde y es a_w y x es humedad (Figura 4).

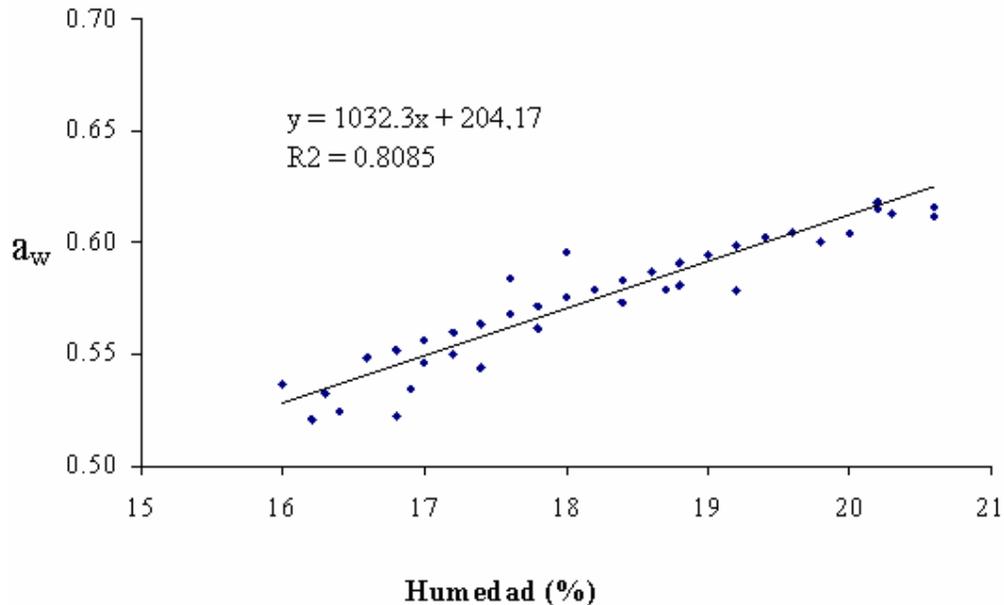


Figura 4. Relación entre contenido de agua y actividad de agua.

Similar a los datos de humedad no se encontraron diferencias significativas en la a_w de las mieles de las comunidades de los cinco departamentos ni entre muestreos (Cuadro 7).

4.2.5 Sólidos solubles totales

El rango de sólidos solubles del total de muestras evaluadas es de 78 % a 83 % (Cuadro 15) lo cual es consistente con los valores (77.31 % - 85.66 %) encontrados por Espina y Ordext (1984). De acuerdo con Lino (2002) estos valores no representan problemas de calidad por la composición pero podría presentar riesgos de cristalización más rápida.

Los valores menos de 80% en sólidos solubles se encontraron en Intibucá en la comunidad Quiragüira (Anexo 1d) y en El Paraíso en las comunidades Trojes, Las Cañas, Dificultades, Conchagua y Cebadilla (Anexo 1e).

Cuadro 15. Contenido de sólidos solubles en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango
	(%)				------(%)-----		
Copán	80 a	0.25	0.31	0.78	80	81	0.77
El Paraíso	80 a	1.38	1.73	0.40	78	82	4.13
Intibucá	81 a	1.29	1.59	0.46	78	83	3.84
La Paz	81 a	0.78	0.96	0.73	79	83	3.26
Ocatepeque	81 a	0.32	0.40	0.92	80	82	2.30

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r^2 (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

Se obtuvo una correlación negativa entre sólidos solubles y humedad (-0.99) con la fórmula $y = -1.0421x + 102.23$ donde y es sólidos solubles y x es humedad. Esta fórmula podría ser muy útil en casos en los que se tiene únicamente refractómetro con una sola escala.

En el departamento de Ocatepeque se encontraron las muestras procedentes de El Rosario significativamente diferente de las de San Juancito y Río Hondo (Cuadro 16). Esto se podría atribuir al mismo efecto que sucedió con la humedad. Los factores como zona de vida, pluviosidad, temperatura etc. están muy vinculados con contenido de humedad que al mismo tiempo altera el contenido de sólidos.

Cuadro 16. Separación de medias para sólidos solubles en miel de Ocotepeque¹.

Lugar	Media
El Rosario	82.0 a
San Juan	81.0 ab
Tránsito	80.9 ab
Río Hondo	80.3 b
San Juancito	80.4 b

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

No se presentaron diferencias significativas en los sólidos solubles entre los cinco departamentos ni en la comparación de las muestras tomadas en diferentes tiempos (Cuadro 7).

4.2.6 Sólidos insolubles en agua

De las 64 muestras evaluadas el rango obtenido fue de 0.01 % a 0.09 % (Cuadro 17). Estos no excedieron el límite permitido por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002) de 0.1g/100g.

De acuerdo con Bogdanov (2003), el bajo contenido de sólidos insolubles encontrado se debe sin duda alguna, al método de centrifugación usado para la extracción de miel en campo usada hoy en día por la mayoría de apicultores en el mundo. Con lo que se aseguran mieles limpias y sin materias extrañas a su composición natural.

Cuadro 17. Contenido de sólidos insolubles en agua presentes en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango
	(%)				------(%)-----		
Copán	0.044 a	0.012	28	0.043	0.03	0.05	0.020
El Paraíso	0.042 a	0.015	36	0.050	0.01	0.09	0.008
Intibucá	0.052 a	0.018	35	0.050	0.02	0.08	0.006
La Paz	0.054 a	0.021	39	0.046	0.03	0.09	0.006
Ocotepeque	0.041 a	0.014	35	0.057	0.01	0.06	0.004

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos de igual letra no son estadísticamente diferentes ($P > 0.05$).

En los resultados de sólidos insolubles no hubo mucha variabilidad por lo que no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre departamentos y entre las comunidades de cada departamento ni entre las muestras tomadas en diferentes tiempos (Cuadro 7).

4.2.7 pH

De las 64 muestras evaluadas el 98.4 % osciló entre 3.45 a 4.5 en la escala de pH (Cuadro 18). El 1.6 % restante contenían mayores de 4.5, es posible que procedan de mieles de mielada de acuerdo con la Norma IRAM (1996) que establece un rango de 4.5 a 5.5 para estas y de 3.5 a 4.5 para mieles provenientes de nectarios.

Los niveles aceptables de pH de acuerdo con la referencia indican una adecuada concentración de ácidos orgánicos y electrolitos presentes en la miel (Salamanca y Serra 2002) y favorecen el buen estado microbiológico encontrado en el 83 % de las 64 muestras evaluadas para cinco parámetros microbiológicos.

Cuadro 18. pH para miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
Copán	3.52 a	0.04	1.00	0.89	3.47	3.6	0.13
El Paraíso	3.62 a	0.25	6.96	0.41	3.45	3.86	0.41
Intibucá	3.70 a	0.08	2.05	0.87	3.48	3.91	0.43
La Paz	3.73 a	0.20	5.41	0.68	3.49	4.48	0.99
Ocatepeque	3.61 a	0.07	1.95	0.75	3.47	3.75	0.28

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

El pH entre departamentos no presentó diferencias significativas (P>0.05). Únicamente las mieles de la comunidad de San Nicolás y Lagunetas del departamento de Intibucá son significativamente diferentes (P<0.05) (Cuadro 19). Se descartan factores bio-climáticos, ambas comunidades están en similar altura 1,105 y 1,094 m.s.n.m. respectivamente y dentro del bosque húmedo subtropical. De acuerdo con Salamanca y Serra (2002), dichas diferencias podrían deberse a la variación de la acidez natural por el origen botánico del néctar y al efecto de la *Apis mellifera* que suele manipular más el néctar cuando este es escaso, incrementando el tiempo de contacto de enzimas y ácidos con este. Las muestras tomadas en diferentes tiempos no resultaron diferentes (Cuadro 7).

Cuadro 19. Separación de medias para pH en miel de Intibucá¹.

Lugar	Media
San Nicolás	3.86 a
Ceibita	3.84 ab
Las Crucitas	3.71 ab
Quiragüira	3.64 ab
Los Pelones	3.62 ab
Lagunetas	3.52 b

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

4.2.8 Acidez libre

Los valores encontrados para las 64 muestras evaluadas para acidez están en el rango de 2 meq / kg. a 39 meq / kg. en La Paz y El Paraíso respectivamente. Ninguna muestra de miel tiene valores de acidez libre mayor de 50 meq / kg que es el límite propuesto por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002), indicando que están en buen estado sin ningún proceso de descomposición por fermentación (Cuadro 20).

Según Acquarone (2004), los excelentes resultados de acidez, se pueden atribuir a la adecuada cantidad final de ácido glucónico presente, ya que es el principal responsable de la acidez final de la miel.

Las muestras de El Paraíso mostraron mayor acidez que las de Ocotepeque y Copán ($P < 0.05$) (Cuadro 18). Esto se atribuye a la alta variabilidad presentada entre las medias de los departamentos, debido a los factores mencionados anteriormente. No se encontró variación significativa entre el pH de las mieles muestradas en diferentes tiempos ($P > 0.05$) (Cuadro 7). Lo que significa que para este parámetro la variabilidad en las condiciones de extracción, no influyó en el contenido final.

Cuadro 20. Medias de acidez por departamento¹.

Departamento	Media (meq/kg)	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
					----- (meq/kg) -----		
El Paraíso	29.86 a	4.36	14.61	0.54	22	39	17
La Paz	28.37 ab	7.25	25.54	0.64	24	38	36
Intibucá	28.03 ab	2.95	11.52	0.86	19	30	11
Ocotepeque	26.60 b	3.32	12.47	0.56	22	33	11
Copán	21.25 c	0.50	2.35	0.96	20	22	2

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Para el parámetro de acidez la comunidad de Lagunetas resultó significativamente diferente ($P < 0.05$) con Ceibita y San Nicolás del departamento de Intibucá (Cuadro 21). La diferencia puede deberse al efecto de las variaciones edáficas en cuanto a la fertilidad natural de los suelos, ya que según Tem (2002), el contenido mineral en cierta medida influye sobre el valor final de pH.

Cuadro 21. Separación de medias para acidez libre en miel de Intibucá¹.

Lugar	Media
Lagunetas	33.0 a
Quiragüira	30.0 ab
Los Pelones	25.0 ab
Las Crucitas	23.5 ab
Ceibita	22.5 ab
San Nicolás	19.5 b

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

4.2.9 Conductividad eléctrica

El rango de conductividad eléctrica para las 64 muestras de miel es de 0.24 hasta 0.91 mS/cm (Cuadro 22), donde el 98.4 % cumplen con las regulaciones del *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002) que establecen menos de 0.8 mS/cm para conductividad eléctrica (Cuadro 20). Se podría considerar que la miel procedente de Granadilla en La Paz durante el primer muestreo sea de origen extrafloral, debido a su conductividad (0.91 mS/cm) (Anexo 1b).

Las variaciones encontradas según Salamanca y Serra (2002), pueden ser atribuidos a las condiciones edáficas, el origen botánico de las mieles, si se consideran los microclimas y el tipo de suelo dentro de los sistemas de fertilidad natural que proveen mayor o menor cantidad de minerales disponibles, los cuales tienen una relación directa con la conductividad eléctrica.

No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre departamentos ni en la comparación entre comunidades de cada departamento. Sin embargo, las mieles muestreadas en marzo resultaron con niveles más altos de conductividad eléctrica que las de mayo (P<0.05) (Cuadro 7), debido a la variación en los factores climáticos entre ambas fechas que repercute en la diferencia en conductividad eléctrica.

Cuadro 22. Conductividad eléctrica en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango
	mS/cm.				-----mS/cm.-----		
Copán	0.31 a	0.27	8.6	0.47	0.28	0.33	0.51
El Paraíso	0.31 a	0.46	14.9	0.51	0.24	0.40	0.16
Intibucá	0.37 a	0.42	11.2	0.73	0.29	0.46	0.17
La Paz	0.44 a	0.12	27.6	0.67	0.30	0.91	0.61
Ocatepeque	0.31 a	0.18	5.90	0.82	0.27	0.36	0.84

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

4.2.10 Cenizas

El contenido de cenizas en las 64 muestras evaluadas varió entre 0.08 % y 0.28 % . Únicamente la comunidad de granadilla del departamento de La Paz con 0.61% al igual que para conductividad eléctrica, no cumplió con el máximo permitido para cenizas (0.60%) por el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002) (Cuadro 23).

De acuerdo con Acquarone (2004), la variación de las concentraciones de minerales tiene que ver con las diferencias en el tipo de suelos de cada lugar y muy ligado también al origen botánico. Puede existir en la comunidad de Granadilla una alta fertilidad natural del suelo.

Existen características cuya cantidad presente en la miel pueden ser influenciadas por el contenido de minerales. De acuerdo con Lothrop (1936), los minerales que posee la miel se combinan con los radicales de los ácidos orgánicos, lo cual tiende a dar un cierto potencial alcalino que aumenta el pH, aunque la cantidad de ácido sea elevada. Esto se refleja en que cuanto mayor contenido de cenizas, mayor pH (Cuadros 18 y 23).

Cuadro 23. Contenido de cenizas en miel por departamento¹.

Departamento	Media (g/100g)	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango ------(g/100g)-----
Copán	0.08 a	0.01	12.50	0.90	0.06	0.09	0.03
El Paraíso	0.12 a	0.02	18.93	0.89	0.04	0.27	0.23
Intibucá	0.15 a	0.05	36.81	0.60	0.07	0.21	0.14
La Paz	0.23 a	0.09	40.93	0.73	0.12	0.61	0.49
Ocotepeque	0.10 a	0.04	36.20	0.34	0.05	0.14	0.09

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

No se presentaron diferencias significativas entre departamentos (P>0.05). No así, entre las comunidades evaluadas del departamento de Intibucá donde se encontraron diferencias significativas (P<0.05), siendo el mayor San Nicolás y el menor Lagunetas (Cuadro 24). Se descartan factores bio-climáticos, debido a que estas comunidades están a similar altura 1,105 y 1,094 m.s.n.m. respectivamente y ambas dentro del bosque húmedo subtropical (Cuadro 6). Sin embargo, según Salamanca y Serra (2002), esto puede ser atribuido a las condiciones edáficas, debido a que al tipo de suelo dentro de los sistemas de fertilidad natural presenta diferencias en cuanto a la disponibilidad de minerales, los cuales tienen una relación directa con el contenido de cenizas y a su vez con la conductividad eléctrica (Figura 5).

Cuadro 24. Separación de medias para cenizas en miel de Intibucá¹.

Lugar	Media
San Nicolás	0.20 a
Quiragüira	0.15 ab
Ceibita	0.14 ab
Las crucitas	0.11 ab
Los Pelones	0.10 ab
Lagunetas	0.07 b

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Las mieles muestreadas en marzo resultaron con contenidos mayores de cenizas que las de mayo ($P < 0.05$) (Cuadro 7). Posiblemente debido a diferencias en la vegetación existente en cada momento (Leicach 2005).

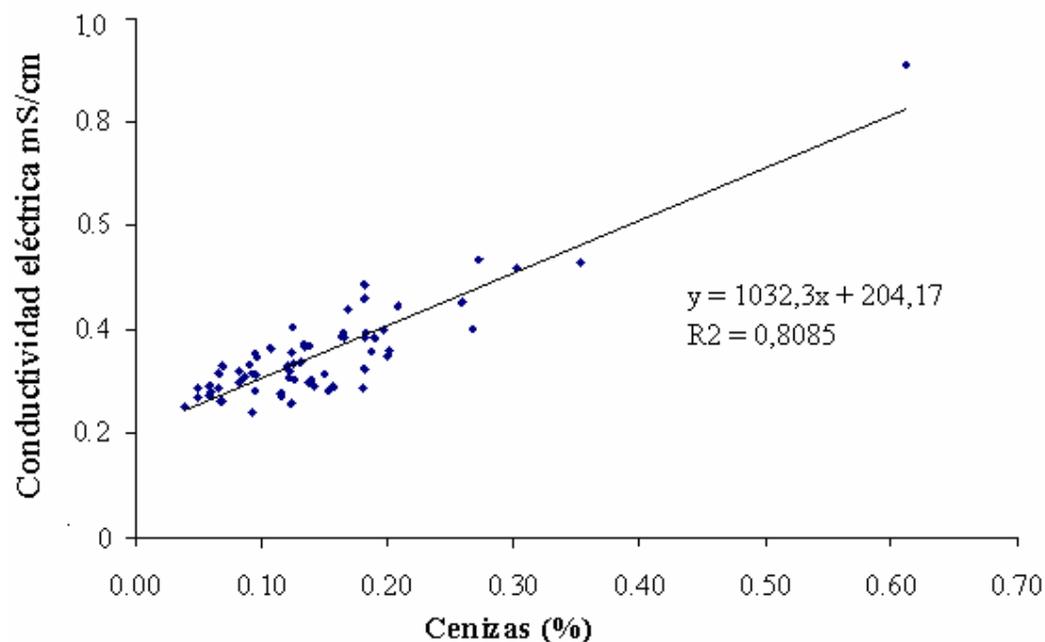


Figura 5. Relación entre cenizas y conductividad eléctrica en miel de Honduras.

4.2.11 Contenido de hidroximetilfurfural (HMF)

El contenido de HMF de las 64 muestras evaluadas resultó en un rango de 1 mg / kg. a 29 mg/kg (Cuadro 25). De acuerdo con Bogdanov (2003), los bajos contenidos de HMF encontrados, se atribuyen a que se han evaluado mieles frescas, las cuales no han sido sometidas a largos periodos de almacenamiento y al sobrecalentamiento, factores

que ponen en peligro las propiedades naturales de la miel y con ello alteraran el contenido de HMF.

Existen niveles bajos de HMF en mieles frescas. Estos resultados encontrados se acoplan muy bien al límite máximo según la referencia utilizada. De acuerdo con Bogdanov (2003), en algunos países europeos como: Alemania, Bélgica, Italia, Austria y España, los que comercializan una parte de sus mieles como *miel de calidad*, la cual contiene un máximo de HMF de 15 mg/kg. de miel fresca.

Las variaciones de HMF encontradas se deben según Subovsky *et al.* (2000) a variación en parámetros como el pH ácido, agua y a la composición rica en monosacáridos (fructosa y glucosa). Variaciones en HMF ocasionan alteraciones de color y el desarrollo de olores y sabores extraños (Subovsky *et al.* 2000).

La diastasa es un parámetro importantísimo para evaluar la frescura de la miel. Según Avallone, *et al.* (2004), por los bajos contenidos de HMF, es posible que la miel de los cinco departamentos evaluados presenten valores por encima de las 8 unidades de diastasa que establece el *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002), debido a que ambas características muestran relación inversa.

Para hidroximetilfurfural no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre departamentos, entre las comunidades dentro de cada departamento ni entre las mieles tomadas en dos tiempos ($P>0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 25. Contenido de hidroximetilfurfural por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
	(mg/kg)				------(mg/kg)-----		
Copán	2.50 a	2.00	80.00	0.76	1	6	5
El Paraíso	4.05 a	6.66	164.59	0.45	1	27	26
Intibucá	5.58 a	7.48	133.89	0.50	1	8	7
La Paz	7.31 a	7.12	97.38	0.70	1	29	28
Ocatepeque	1.10 a	0.32	28.75	0.56	1	2	1

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes ($P>0.05$).

4.2.12 Azúcares

Todas las muestras evaluadas cumplieron con los estándares del *Codex Alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002) para azúcares.

4.2.12.1 Fructosa: mostró una leve variación en los departamentos con un rango de 36.39 % – 37.45 %. De acuerdo con Sancho *et al.* (1991), las variaciones se deben muchas veces a la cantidad de enzimas puesta por la abeja en la sacarosa, debido a la disponibilidad de néctar y época de recolección (Cuadro 26).

Cuadro 26. Contenido de fructosa en miel por departamento¹.

Departamento	Media	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango
	(%)				------(%)-----		
Copán	36.73 a	0.05	0.14	0.99	36.40	37.00	0.60
El Paraíso	36.70 a	1.52	4.15	0.35	33.30	39.70	6.40
Intibucá	36.39 a	1.08	2.96	0.60	33.90	37.80	3.90
La Paz	37.45 a	0.48	1.29	0.92	35.50	39.40	3.90
Ocotepeque	36.85 a	0.23	0.64	0.91	36.20	37.70	1.50

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

La fructosa tuvo diferencias significativas entre las comunidades de: Tránsito y San Juancito del departamento de Ocotepeque ubicadas a 1,212 m.s.n.m.1,353 m.s.n.m. respectivamente y ambas en el bosque húmedo subtropical (bhs). Se descarta la influencia de la altura y la zona de vida, debido a encontrarse en similares condiciones (Cuadro 27). Esto está influenciado por el contenido inicial de azúcares en el néctar (Crane 1980).

Cuadro 27. Separación de medias para fructosa en miel de Ocotepeque¹.

Lugar	Media
Tránsito	37.40 a
San Juan	37.10 ab
El Rosario	36.95 ab
Río Hondo	36.60 ab
San Juancito	36.20 b

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

En el departamento de La Paz se encontraron diferencias significativas entre las comunidades El Quebrachal, San José, Huertas, El Paraíso Siganame y Granadilla (Cuadro 28).

Cuadro 28. Separación de medias para fructosa en miel de La Paz¹.

Lugar	Media
El Quebrachal	39.25 a
Golondrinas	39.05 ab
Pitahayas	37.75 abc
San José	37.20 bc
Huertas	36.95 c
El Paraíso	36.90 c
Sigamane	36.45 c
Granadillas	36.05 c

¹ Promedios seguidos de diferente letra son estadísticamente diferentes (P<0.05).

4.2.12.2 Glucosa: todas las muestras evaluadas presentaron una variación de 28.2 % a 35.6 % (Cuadro 29). En el contenido de glucosa no se determinaron diferencias significativas entre las comunidades de cada departamento.

Cuadro 29. Contenido de glucosa en miel por departamento.

Departamento	Media	DE	CV	r²	Min.	Máx.	Rango
	(%)				------(%)-----		
Copán	33.03 a	0.25	0.76	0.98	32.20	34.10	1.90
El Paraíso	31.61 a	1.48	4.70	0.40	28.20	33.60	5.40
Intibucá	33.37 a	0.85	2.55	0.73	32.30	35.60	3.30
La Paz	32.32 a	0.91	2.82	0.72	29.80	34.60	4.80
Ocotepeque	32.70 a	0.88	2.69	0.34	31.00	33.40	2.40

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

El promedio de la relación Fructosa / Glucosa fue de 1.13, encontrándose en un nivel muy aceptable (Cuadro 30). Según Acquarone (2004), esta relación debería ser mayor de 1 para prolongar el estado líquido de las mieles ya que al haber una menor proporción de glucosa la cristalización es más lenta.

Cuadro 30. Relación fructosa/glucosa.

Departamento	Fructosa / Glucosa
Copán	1.11
El Paraíso	1.16
Intibucá	1.09
La Paz	1.16
Ocatepeque	1.13

4.2.12.3 Sacarosa: todas las mieles evaluadas tienen cantidades de sacarosa menores al 5 % máximo permitido por el *Codex alimentarius* (2001) y por la Directiva para miel de la Unión Europea (2002). Las medias encontradas en los departamentos para sacarosa son de 0.58 a 1.17 % (Cuadro 31). Según Sancho *et al.* (1991), la cantidad de sacarosa final se debe en cierta medida a la cantidad de sacarosa presente en el néctar.

Cuadro31. Contenido de sacarosa (%) en miel por departamento.

Departamento	Media	DE	CV	r ²	Min.	Máx.	Rango
Copán	0.58 a	0.15	26.09	0.87	0.40	0.90	0.50
El Paraíso	1.17 a	0.92	78.99	0.75	0.00	3.90	3.90
Intibucá	0.62 a	0.71	115.35	0.58	0.00	2.20	2.20
La Paz	0.51 a	0.32	63.01	0.81	0.00	1.60	1.60
Ocatepeque	0.79 a	0.45	56.96	0.60	0.20	1.60	1.40

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

4.2.12.4 Maltosa: se encontró en un rango de 1.85 % a 2.21 %. En el contenido de maltosa no se encontraron diferencias significativas entre departamentos (Cuadro 32).

Cuadro 32. Contenido de maltosa en miel por departamento.

Departamento	Media (%)	± DS	CV	r ²	Min.	Máx. ------(%)-----	Rango
Copán	2.03 a	0.05	2.47	0.91	1.90	2.10	0.20
El Paraíso	1.85 a	0.30	15.95	0.65	1.10	2.30	1.20
Intibucá	2.08 a	0.58	27.97	0.61	0.30	2.50	2.20
La Paz	1.87 a	0.46	24.60	0.55	0.80	2.80	2.00
Ocatepeque	2.21 a	0.14	6.56	0.69	1.90	2.40	0.50

DE (desviación estándar), CV (coeficiente de variación), Máx. (máximo), Min. (mínimo) y r² (ajuste del modelo). ¹ Promedios seguidos con letra iguales no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

4.3 ANÁLISIS DE RESIDUOS

Todos los análisis de residuos realizados: órgano clorados, órgano fosforados, fluvalinato, amitraz, sulfas, tetraciclinas, cloranfenicol, nitrofuranos AMOZ, nitrofuranos AOZ, y metales pesados (Pb), resultaron no detectables. Todos estos análisis cumplieron con el máximo de 1 mg / kg. de un solo residuo por muestra especificado por el *Codex Alimentarius* (1997). Esto se puede atribuir a las buenas prácticas agrícolas implementadas o bien al simple hecho de que en algunas de las zonas muestreadas no se utiliza o se usan muy pocos pesticidas.

4.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

La miel fue evaluada de acuerdo a los parámetros exigidos por la Norma Salvadoreña Obligatoria – Miel de Abeja (NSO 67.19.00) debido a que el *Codex Alimentarius* no establece criterios microbiológicos específicos para miel de abeja.

Las 64 muestras analizadas dieron resultados satisfactorios con respecto a aerobios totales, coliformes fecales y *E. coli* (Cuadro 32). Esto indica que la propia naturaleza bacteriostática de la miel dada por su composición limita el crecimiento de microorganismos. Esto es, el alto contenido de azúcares, la acidez, el pH 3.9, y la actividad de agua encontrado en las muestras de 0.52 - 0.62.

En algunos departamentos se encontraron niveles no aceptables para coliformes totales, hongos y levaduras. Esto evidencia la necesidad de establecer controles en la aplicación de las medidas del Manual de Buenas Prácticas Apícolas Centroamericano, para producción de miel 2001, iniciando por la ubicación de los apiarios, el manejo, de la cosecha, higiene personal y el programa de limpieza y desinfección.

4.4.1 Aerobios totales

Todas las mieles evaluadas cumplen con los límites máximos permisibles establecidos por la referencia, para el parámetro (Cuadro 33).

4.4.2 Hongos y levaduras

Todas exceptuando las mieles de las comunidades de Pelones en Intibucá y La Redonda en El Paraíso, cumplieron con el límite máximo permitido acorde a la referencia para hongos y levaduras (Cuadro 33, Anexo 1d y 1e)

4.4.3 Coliformes totales

Todas las muestras cumplieron exceptuando las mieles de las comunidades de: Granadilla del departamento de La Paz y San Juan, Río Hondo, San Juancito en el departamento de Ocotepeque para el primer muestreo; asimismo en las comunidades de El Paraíso, San José y Pitahayas del departamento de La Paz y El Rosario y San Juancito del departamento de Ocotepeque para el segundo muestreo

(Cuadro 33 y Anexo 1b y 1e). Es posible que esto deba a contaminación, ya que la mayoría de estos organismos se encuentran en el medio ambiente y materia en descomposición.

4.4.4 Coliformes fecales

No se detectó ningún coliforme fecal en las 64 muestras evaluadas (Cuadro 33). Esto indica que no hubo contaminación ligada a restos fecales y/o con otro tipo de microorganismos patógenos que pueden afectar seriamente la salud.

4.4.5 *Escherichia coli*

No se detectó ninguna *Escherichia coli* en las 64 muestras evaluadas (Cuadro 33). Lo que indica que no hubo ninguna contaminación por manipulación del hombre con manos contaminadas, ya que el género *Escherichia* se encuentra solamente en el tracto digestivo de organismos como el hombre y animales de sangre caliente.

Cuadro 33. Media del conteo microbiológico (UFC/g) en miel por departamento.

Departamento	Parámetro	VR	Media	Máximo	Mínimo
Copán	Aerobios Totales	<1000	214	620	<10
	Hongos y Levaduras	<100	26	95	ND
	Coliformes Totales	<10	ND	ND	ND
	Coliformes Fecales	ND	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND
El Paraíso	Aerobios Totales	<1000	56	230	<10
	Hongos y Levaduras	<100	22	130	ND
	Coliformes Totales	<10	ND	ND	ND
	Coliformes Fecales	ND	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND
Intibucá	Aerobios Totales	<1000	43	230	<10
	Hongos y Levaduras	<100	50	595	ND
	Coliformes Totales	<10	ND	ND	ND
	Coliformes Fecales	ND	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND
La Paz	Aerobios Totales	<1000	214	830	<10
	Hongos y Levaduras	<100	6	55	ND
	Coliformes Totales	<10	39	250	ND
	Coliformes Fecales	ND	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND
Ocotepeque	Aerobios Totales	<1000	201	645	<10
	Hongos y Levaduras	<100	5	20	ND
	Coliformes Totales	<10	86	390	ND
	Coliformes Fecales	ND	ND	ND	ND
	<i>Escherichia coli</i>	ND	ND	ND	ND

VR (Valores de Referencia), AT (Aerobios Totales), H y L (Hongos y Levaduras), CF (Coliformes fecales), *E.c* (*Escherichia coli*), (CT) Coliformes Totales, ND (No detectable).

5. CONCLUSIONES

- El diseño del muestreo basado en la comunidad de referencia en un radio de cinco kilómetros permitió encontrar diferencias significativas en todos los parámetros exceptuando sólidos insolubles y actividad de agua, aunque el 88% de las muestras procedan de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical.
- La miel de Honduras se perfila como exportable, salvo un 9 % del total de muestras evaluadas proveniente de Quiragüira, Trojes, Las Cañas, Dificultades, Conchagua y Cebadilla que no cumplieron con el parámetro de humedad de acuerdo con la norma del *Codex Alimentarius* y la Directiva Europea.
- En los conteos microbiológicos el 16 % de las 64 muestras analizadas provenientes de Los Pelones, La Redonda, El Paraíso, San José, San Juan, Río Hondo, San Juancito y El Rosario no cumplió según la Norma Salvadoreña Obligatoria para miel.
- Los factores ligados al origen geográfico de las mieles mostraron un significativo efecto en la composición de la miel, el que se determinó en un mapa geo-referenciado mostrando ubicación, altura y zonas de vida, incluyendo además los resultados para cada comunidad evaluada.
- Se estableció una base de datos para identificar las zonas productoras de miel según las características exigidas por diversos mercados

6. RECOMENDACIONES

- Actualizar la norma técnica hondureña para miel (N-CIN 67.270.00:04) con los resultados obtenidos del presente estudio.
- Ampliar el espectro del estudio para el resto de departamentos donde hay producción apícola.
- Aplicar el Manual de Buenas Prácticas Apícolas Centroamericano, para producción de miel (2001), especialmente en las comunidades especialmente en aquellas donde se tuvieron problemas de higiene.
- Sustituir los análisis de actividad de agua, viscosidad y sólidos solubles por análisis de rutina de humedad, así también los análisis de cenizas por conductividad eléctrica, para reducir costos en análisis de laboratorio.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acquarone, C. 2004. Parámetros Físico Químicos de Mieles, relación de los mismos y su aplicación potencial para la determinación del origen botánico y/o geográfico de las mieles argentinas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Belgrano. Pág. 7

Airborne Honey Ltd. 1999. Manufacturing guidelines. (En línea). Consultado el 20 de octubre de 2005. Disponible en: www.airborne.co.nz/manufacturing.html

Alcalá, M. 1990. Cálculo de la actividad de agua de la miel. Alimentación Equipos y Tecnología, Mayo 99-100.

American Society for testing and Materials. 1994. Annual book of Standards. Determinación de Conductividad eléctrica del agua. Método ASTM D 1125-91.

AOAC. 1990. Materiales y equipo para análisis físico-químicos de miel. AOAC 67 , 1129 (1984)-920.180.

Arnon,S.; Damus, K., y Chis, J. 1981. Infant botulism: epidemiology and relation to sudden infant death syndrome. Rev. Epidemiol. Pág. 3.

Avallone, C.; Montenegro, S y Chifa, C. 2004. Control de calidad de las mieles de la provincia del Chaco Argentina y mapa apícola. Universidad Nacional del Nordeste. El Chaco Argentina. (En línea). Consultado el 02 de Octubre de 2005. Disponible en: <http://fai.unne.edu.ar/>

Avalos, H. 2004. Manual de Buenas Prácticas Apícolas para producción de miel. Comisión Nacional Apícola, El Salvador. 29 p.

Bogdanov, S. 2003. Honey Quality and International Regulatory Standards: Review of the Work of the International Honey Commission. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., 90, in press.

Bogdanov S., Martin P. and Lüllmann C.: Harmonised 1997. Methods of the European honey commission. Apidologie (extra issue) 1-59

Censi, A. 1990. Clostridium botulinum tipo G nel miele. Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria, X.

Collins, C y Lyne, P. 1989. Método Microbiológico. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Pág. 30

Codex Alimentarius. 1997. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias FAO, 00100 Roma, Italia.

Codex Alimentarius. 1999. FAO/OMS Norma mundial del Codex para la Miel, Codex Stan 12-1981, Rev. 1987, Roma, 1990. CAC/Vol. III, Supl. 2.

Codex Alimentarius. 2001. Draft revised standard for honey (at step 10 of the Codex procedure). Alinorm 01/25 19-26.

CONACYT. 2004. Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 67.19.01:04. Miel de Abejas. Especificaciones. Primera Actualización. República de El Salvador.

Crane, E. 1980. A book of honey. Oxford University Press. Pág 193.

Directiva para miel de la Unión Europea. 2002. EU Council. Council directive 2001/110/EC of 20 december 2001. Oficial Journal of the European Communities L 10, 47 – 52.

Espina, D.; Ordetx, G. 1984. Apicultura tropical. 4ta. Ed. Costa Rica. Editorial tecnologica de Costa Rica. 506 p.

FDA. 1995. Materiales y equipo para análisis microbiológicos de miel. (ICMSF 1983 – FDA (BAM VIII, 1995). (en línea). Consultado 13 de Noviembre de 2004. Disponible en: www.inti.gov.ar/cemsur/ensayos.htm - 51k.

Guía de laboratorio. 1990. Química analítica en alimentos y servicio de inspección en métodos de sulfas. MAG-FOR, Nicaragua C.A. 200 p

Guía de laboratorio. 1999. Manual de Entrenamiento de Laboratorio Centroamericano de Pesticidas. 189 p

Horn, H. and Lüllmann, C. 1992. Das grosse Honigbuch, Ehrenwirth, München. (en línea) Consultado el 02 de Octubre de 2005. Disponible en: http://www.beekeeping.com/articulos/calidad_miel.htm

IRAM. Instituto de Racionalización Argentina de Materiales. 1996. Miel. Serie 15900.

Laguardia, M. 2004. Elaboración de la Norma Técnica para la Miel en Honduras. Tesis. Ing. Agroindustrial. Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano). Honduras. Pág. 22

Leicach, S. 2005. Alopátia estrategia defensivas de los vegetales. (en línea). Volumen 15 - Nº 89 Octubre-Noviembre 2005. Cosultado el 25 de octubre de 2005. Disponible en: www.ciencia-hoy.retina.ar/hoy89/alelomatia.htm

Lino, F. 2002. Estudio de la calidad de la miel de abeja *Apis mellifera* L. comercializada en Tegucigalpa, Honduras. Tesis. Ing. Agroindustrial. Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano). Honduras. Pág. 5

- Lothrop, R. 1936. Potencial alkalinity of honey: it's acid-base value as a food. *Journal Nutricional*; 11:511-514
- Ministerio de salud Costa Rica. 1995. Reglamento para la calidad de agua potable. Capítulo I de las disposiciones generales. Pág. 21.
- Molan P. 1992. The Antibacterial Activity of Honey. 1. The Nature of the Antibacterial Activity. *Bee World* 73, 5-28.
- Morse, R; y Hooper, T. 1985. *Encyclopedia of Beekeeping*. First Edition. Butter and Tanner Ltd. Toronto, Canada.
- Persano, L., Piazza, M. G., Sabatini, A. G. and Accorti, M.: 1995. Characterization of unifloral honeys. *Apidologie* 26, 453-465.
- Persano, L.; Piazza, M. and Pulcini, P. 1999. The invertase activity of honey, *Apidologie* 30, 57-66.
- Quezada J. 2004. Plan de Mejora de calidad en la cadena agroalimentaria de la miel en la Cooperativa Apícola Pionera de Honduras Limitada COAPIHL. Tesis. Ing. Agroindustrial. Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano). Honduras. Pág. 35.
- Red Mesoamericana de Apicultura. 2000. Desarrollo de a la apicultura en Honduras. (en línea). Consultado el 25 de septiembre de 2005. Disponible en: <http://www.uady.mx/sitios/abejas/sitio/publicaciones/honduras02.html>
- RIDASCREEN. 1986. R Biopharm AG, Darmstadt, Germany
- Ruiz, B; Quan, J; Salas, R; Lanza, M; Crespo, A y Zeballos, R; 2001. Manual de procesamiento de productos apícolas con valor agregado. Proyecto Zamorano/COORDAID; Zamorano/USDA. Editorial Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 48p
- Salamanca, G y Serra, J. 2002. Miel y Comercio Justo, el ejemplo de Miel Maya en México. (en línea). Consultado el 1 de Octubre de 2005. Disponible en: <http://www.maya.be/2002/docs/>
- Sancho, M.; Muniategi.; Huidoboro, F. y Simal, L. 1991. Análisis discriminante de polen en el Norte de España. *Mieles. Journal de Investigación Apícola* 30 (3-4): 162-167.
- Silva, C. y Ortiz A. 1991. Control de calidad de las mieles de la provincia del Chaco. Tesis. Ing. Industrial. Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Agroindustrias, Dpto. de Tecnología, Cátedra de Tecnología Industrial III – Cte. Fernández 755, (3700) Pcia. Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina.
- Sinia- Serna, 2005. Zonas de vida en Honduras. (en línea). Consultado el 17 Octubre de 2005. Disponible en: www.serna.gob.hn

Sopade, P.A., Bhandari, B., Halley, P., D'Arcy, B. and Caffin, N. 2002. Glass transition in Australian honeys. *Food Australia* 53. Pág. 399.

Stinson, E.; Subers, M. and Petty, J. The composition of honey V. Separation and identification of the organic acids. 1960. *Arch. Biochem. Biophys.* 1960;89: Pág. 6-12.

Subovsky M.; Sosa López A.; Rolla R.; Castillo A. y Alemán M. 2000. Cambios en la formación del hidroximetilfurfural en mieles sometidas a calentamiento XXI Congreso Argentino. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste Corrientes, Argentina. Tecnología Química.

Tem, M. 2002. Análisis de miel de abeja colectada en cinco zonas de vida en la provincia de Chiriquí, Panamá. Tesis. Universidad Autónoma de Chiriquí. Panamá. Pág. 39.

USDA (United States Department of Agriculture). 1985. United States Standard for Grades of Extracted Honey. (en línea). Consultado el 21 de Septiembre de 2005. Disponible en: www.ams.usda.gov/standards/exhoney

Vorwohl, G. Die 1964. Beziehung zwischen der elektrischen Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft. In: *Ann. de Abeille* 7, Pág.. 301-309

Wrinkler, O. 1923. *J. Química analítica. Soc, Chem. Inf.* 42, 32 t

8. ANEXOS

Anexo 1a. Análisis físico-químico de miel en el departamento de Copán muestreada en dos tiempos.

		Comunidad	tiempo	Conductividad eléctrica	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
COPÁN	Jimilile	1	280	1	20	37	34	0.40	1.90	80.1	18.8	0.59	397	36	0.04	3.53	0.06	
		2	312	1	23	37	34	0.40	2.00	80.2	18.7	0.58	460	38	0.05	3.47	0.10	
	Chile	1	331	2	20	36	32	0.60	2.10	80.8	18.0	0.58	553	33	0.05	3.60	0.07	
		2	310	6	22	37	32	0.90	2.10	80.4	18.4	0.58	494	34	0.03	3.47	0.09	
	Media		308	3	21	37	33	0.58	2.03	80.2	18.5	0.58	476	35	0.04	3.52	0.08	
	Mínimo		280	1	20	36	32	0.40	1.90	80.1	18.0	0.58	397	33	0.03	3.47	0.06	
	Máximo		331	6	22	37	34	0.90	2.10	80.4	18.8	0.59	553	36	0.05	3.60	0.09	

Anexo 1b. Análisis físico-químico de miel en el departamento de La Paz muestreada en dos tiempos.

Comunidad		tiempo	Conductividad eléctrica	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas	
LA PAZ	El Quebrachal	1	530	7	26	39	33	0.00	1.7	82.2	16.6	0.55	1005	68	0.04	3.61	0.35	
		2	534	3	24	39	33	0.00	1.7	81.2	17.6	0.58	1008	65	0.05	3.86	0.27	
	San José	1	441	29	24	38	33	0.20	1.7	79.5	19.4	0.60	398	50	0.09	3.49	0.17	
		2	324	1	26	37	32	1.60	2.3	81.0	17.8	0.57	813	63	0.04	3.55	0.18	
	Huertas	1	520	2	30	37	32	0.20	2.1	82.0	16.8	0.55	963	75	0.03	3.93	0.30	
		2	367	1	25	37	32	0.80	2.1	80.8	18.0	0.58	512	53	0.04	3.62	0.13	
	Granadilla	1	911	1	26	36	30	0.20	1.0	80.8	18.0	0.58	642	80	0.06	4.48	0.61	
		2	452	1	29	37	32	0.40	1.9	79.7	19.2	0.60	377	66	0.04	3.79	0.26	
	El Paraíso	1	401	1	34	37	33	0.50	1.9	80.1	18.8	0.59	503	71	0.04	3.63	0.20	
		2	385	1	31	37	32	1.10	1.8	79.7	19.2	0.58	393	54	0.08	3.66	0.17	
	Pitahayas	1	384	11	32	38	31	0.20	2.0	81.2	17.6	0.57	864	74	0.04	3.90	0.19	
		2	488	2	33	38	33	0.90	1.9	82.0	16.8	0.52	1021	66	0.04	3.90	0.18	
	Golondrinas	1	298	19	32	39	35	0.00	2.0	82.7	16.0	0.54	1081	60	0.07	3.53	0.14	
		2	319	17	38	39	34	0.00	0.8	82.4	16.4	0.52	1048	63	0.07	3.50	0.12	
	Sigamane	1	371	19	38	36	32	0.80	2.8	80.1	18.8	0.59	528	72	0.05	3.68	0.14	
		2	351	2	28	37	32	1.30	2.2	81.4	17.4	0.54	790	58	0.08	3.62	0.20	
		Media		442	7	28	37	32	0.51	1.87	81.0	17.8	0.57	747	65	0.05	3.73	0.23
		Mínimo		298	1	2	36	30	0.00	0.80	79.5	16.0	0.52	377	50	0.03	3.49	0.12
		Máximo		911	29	38	39	35	1.60	2.80	82.7	19.4	0.60	1081	80	0.09	4.48	0.61

Anexo 1c. Análisis físico-químico de miel en el departamento de Ocotepaque muestreada en dos tiempos.

Comunidad		tiempo	Conductividad eléctrica	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas	
OCOTEPEQUE	Tránsito	1	272	1	24	38	33	0.70	2.30	81.6	17.2	0.55	702	38	0.01	3.74	0.06	
		2	272	1	33	37	33	0.90	1.90	80.2	18.6	0.59	701	43	0.05	3.47	0.12	
	San Juan	1	338	1	24	37	33	0.80	2.30	81.2	17.6	0.57	735	41	0.02	3.65	0.13	
		2	308	1	29	37	33	1.60	2.10	80.8	18.0	0.58	709	42	0.06	3.52	0.09	
	Río Hondo	1	288	2	29	37	31	0.50	2.30	80.4	18.4	0.58	355	34	0.05	3.65	0.05	
		2	305	1	26	36	33	0.20	2.10	80.1	18.8	0.59	556	43	0.05	3.61	0.13	
	San Juancito	1	332	1	24	36	33	0.70	2.40	80.6	18.2	0.58	515	70	0.05	3.62	0.09	
		2	303	1	26	36	32	0.40	2.00	80.2	18.6	0.59	412	69	0.05	3.54	0.14	
	El Rosario	1	330	1	22	37	33	0.50	2.30	82.4	16.4	0.52	1129	49	0.03	3.75	0.12	
		2	356	1	29	37	32	1.60	2.40	81.6	17.2	0.56	1066	56	0.03	3.51	0.10	
		Media		310	1	27	37	33	0.79	2.21	80.9	17.9	0.57	688	49	0.04	3.61	0.10
		Mínimo		272	1	22	36	31	0.20	1.90	80.1	16.4	0.52	355	34	0.01	3.47	0.05
		Máximo		356	2	33	38	33	1.60	2.40	82.4	18.8	0.59	1129	70	0.06	3.75	0.14

Anexo 1d. Análisis físico-químico de miel en el departamento de Intibucá muestreada en dos tiempos.

Comunidad		tiempo	Conductividad eléctrica	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas	
INTIBUCÁ	San Nicolás	1	358	3	19	37	33	0.00	2.00	80.4	18.4	0.58	485	56	0.08	3.91	0.19	
		2	444	1	20	37	34	0.00	0.30	82.4	16.4	0.52	1113	39	0.06	3.81	0.21	
	Las crucitas	1	358	1	25	37	33	0.70	2.40	81.8	17.0	0.56	1095	45	0.04	3.80	0.12	
		2	364	4	22	38	35	0.40	2.50	81.8	17.0	0.55	906	45	0.08	3.63	0.11	
	Los Pelones	1	293	4	26	35	32	1.50	2.50	82.4	16.4	0.52	1282	53	0.05	3.72	0.14	
		2	288	5	24	34	35	0.90	2.40	82.0	16.8	0.55	1102	60	0.05	3.53	0.07	
	Ceibita	1	387	8	22	37	33	0.00	2.50	81.0	17.8	0.57	984	75	0.06	3.81	0.16	
		2	372	6	23	35	36	0.00	1.60	79.9	19.0	0.59	424	79	0.06	3.88	0.13	
	Quiragüira	1	459	6	30	37	33	0.00	1.90	78.7	20.2	0.62	359	80	0.05	3.62	0.18	
		2	406	1	30	38	33	1.40	2.30	82.6	16.2	0.52	1327	72	0.02	3.66	0.12	
		Media		368	4	24	36	33	0.65	2.07	81.3	17.5	0.56	893	59	0.05	3.71	0.14
		Mínimo		288	1	19	34	32	0.00	0.30	78.7	16.2	0.52	359	39	0.02	3.48	0.07
		Máximo		459	8	30	38	36	2.20	2.50	82.6	20.2	0.62	1327	80	0.08	3.91	0.21

Anexo 1e. Análisis físico-químico de miel en el departamento de El Paraiso muestreada en dos tiempos.

Comunidad	tiempo	Conductividad eléctrica	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas	
EL PARAÍSO	Lagunetas	1	403	27	38	36	32	0.30	2.10	80.4	18.4	0.57	737	81	0.03	3.57	0.27
		2	316	1	28	36	32	2.20	2.40	81.2	17.6	0.57	743	44	0.05	3.48	0.07
	Trojes	1	278	2	26	40	28	0.00	1.10	78.3	20.6	0.62	230	66	0.04	3.64	0.12
		2	301	23	33	35	31	3.50	2.00	80.4	18.4	0.58	494	77	0.09	3.86	0.08
	Las Selvas	1	334	1	23	37	32	0.00	1.60	80.6	18.2	0.58	503	41	0.03	3.57	0.13
		2	293	2	32	37	31	0.60	1.80	79.1	19.8	0.60	282	55	0.04	3.54	0.06
	Las Guabas	1	396	1	36	36	33	1.20	2.00	80.1	18.8	0.59	593	59	0.04	3.53	0.18
		2	262	22	32	36	31	3.90	2.10	81.0	17.8	0.56	746	44	0.04	3.35	0.07
	Las Cañas	1	308	2	27	37	33	0.00	1.70	78.7	20.2	0.61	239	40	0.04	3.66	0.12
		2	271	1	32	37	32	1.90	2.20	80.6	18.2	0.58	361	55	0.04	3.48	0.05
	Dificultades	1	384	3	25	37	33	0.00	1.60	78.7	20.2	0.61	144	44	0.04	3.70	0.18
		2	283	1	26	38	31	1.30	2.10	80.1	18.8	0.59	533	40	0.04	3.55	0.10
	Conchagua	1	315	3	32	33	31	0.00	1.10	78.6	20.3	0.61	225	48	0.03	3.50	0.15
		2	240	1	26	37	31	2.90	1.90	79.3	19.6	0.60	445	83	0.05	4.50	0.09
	La Redonda	1	282	7	39	36	30	1.50	2.30	81.9	16.9	0.53	938	45	0.04	3.67	0.15
		2	347	1	34	39	34	0.30	1.90	80.8	18.0	0.60	632	75	0.03	3.63	0.10
	El Higüerito	1	287	2	22	38	33	0.00	1.80	81.9	16.9	0.53	922	47	0.00	3.68	0.18
		2	253	1	34	37	32	1.80	1.70	79.9	19.0	0.59	383	72	0.02	3.45	0.04
	El Cantón	1	360	3	26	38	32	0.00	1.90	81.4	17.4	0.56	754	44	0.05	3.69	0.20
		2	320	1	32	36	30	2.70	2.10	79.5	19.4	0.60	433	61	0.03	3.45	0.08
	Cebadilla	1	290	5	26	36	31	0.00	1.40	78.3	20.6	0.61	280	56	0.03	3.57	0.16
		2	314	1	31	38	33	1.30	2.30	82.5	16.3	0.53	1161	74	0.04	3.50	0.09
	Las Limas	1	395	2	33	36	32	0.20	1.80	78.9	20.0	0.60	291	43	0.07	3.63	0.17
		2	258	4	30	37	31	2.60	2.30	80.1	18.8	0.58	567	76	0.04	3.50	0.12
	Media		312	5	30	37	32	1.13	1.86	80.0	18.8	0.59	517	58	0.04	3.62	0.13
	Mínimo		240	1	22	33	28	0.00	1.10	78.3	16.3	0.53	144	40	0.00	3.35	0.04
Máximo		403	27	39	40	34	3.90	2.30	82.5	20.6	0.62	1161	83	0.09	4.50	0.27	

Anexo 2a. Conteos microbiológicos de Copán (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Aerobios totales	Hongos y levaduras	Coniformes fecales	<i>Escherichia coli</i>	Coniformes totales
I*	Chile	75	95	0	0	0
	Jimilile	620	<10	0	0	0
II*	Chile	80	<10	0	0	0
	Jimilile	80	<10	0	0	0

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 2b. Conteos microbiológicos de La Paz (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Aerobios totales	Hongos y levaduras	Coniformes fecales	<i>Escherichia coli</i>	Coniformes totales
I*	Granadilla	50	<10	0	0	140
	Huertas	185	55	0	0	0
	El Paraíso	220	5	0	0	0
	San José	80	<10	0	0	0
	Sigamane	45	<10	0	0	0
	El Quebrachal	485	<10	0	0	0
	Golondrinas	605	<10	0	0	0
	Pitahayas	10	15	0	0	0
II*	Granadilla	60	<10	0	0	0
	Huertas	250	<10	0	0	0
	El Paraíso	90	15	0	0	250
	San José	285	5	0	0	150
	Sigamane	5	<10	0	0	0
	El Quebrachal	35	<10	0	0	0
	Golondrinas	830	<10	0	0	0
Pitahayas	185	<10	0	0	80	

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 2c. Conteos microbiológicos de Ocoatepeque (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Aerobios totales	Hongos y levaduras	Coniformes fecales	<i>Escherichia coli</i>	Coniformes totales
I*	San Juan	195	10	0	0	50
	Tránsito	15	10	0	0	0
	Río Hondo	120	<10	0	0	100
	San Juancito	45	<10	0	0	390
	El Rosario	15	<10	0	0	0
II*	San Juan	210	<10	0	0	0
	Tránsito	645	<10	0	0	0
	Río Hondo	290	20	0	0	0
	San Juancito	40	<10	0	0	210
	El Rosario	430	<10	0	0	110

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 2d. Conteos microbiológicos de Intibucá (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Aerobios totales	Hongos y levaduras	Coniformes fecales	<i>Escherichia coli</i>	Coniformes totales
I*	Las crucitas	15	<10	0	0	0
	San Nicolás	5	<10	0	0	0
	Ceibita	230	<10	0	0	0
	Los Pelones	170	595	0	0	0
	Quiragüira	20	<10	0	0	0
	Lagunetas	0	<10	0	0	0
II*	Las crucitas	0	<10	0	0	0
	San Nicolás	20	<10	0	0	0
	Ceibita	25	<10	0	0	0
	Los Pelones	25	<10	0	0	0
	Quiragüira	0	<10	0	0	0
	Lagunetas	0	<10	0	0	0

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 2e. Conteos microbiológicos de El Paraíso (UFC/g).

Tiempo	Lugar	Aerobios totales	Hongos y levaduras	Coniformes fecales	<i>Escherichia coli</i>	Coniformes totales
I*	Las Limas	55	55	0	0	0
	El Higüerito	15	25	0	0	0
	Cebadilla	150	10	0	0	0
	El Cantón	0	<10	0	0	0
	La Redonda	35	130	0	0	0
	Las Selvas	230	<10	0	0	0
	Las Cañas	105	80	0	0	0
	Las Guabas	230	<10	0	0	0
	Conchagua	0	<10	0	0	0
	Dificultades	10	25	0	0	0
	Trojes	0	25	0	0	0
II*	Las Limas	200	<10	0	0	0
	El Higüerito	35	5	0	0	0
	Cebadilla	50	<10	0	0	0
	El Cantón	0	<10	0	0	0
	La Redonda	5	40	0	0	0
	Las Selvas	0	<10	0	0	0
	Las Cañas	60	<10	0	0	0
	Las Guabas	5	15	0	0	0
	Conchagua	0	25	0	0	0
	Dificultades	0	30	0	0	0
	Trojes	40	10	0	0	0

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 3a. Comparación de colores de Copán con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Muestreo	Comunidad	Blanco mm Pfund	Ámbar extra ligero mm Pfund
I*	Chile	33	36
	Jimilile		
II*	Chile	34	38
	Jimilile		

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 3b. Comparación de colores de La Paz con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Muestreo	Comunidad	Ámbar extra ligero mm Pfund	Ámbar ligero mm Pfund
I*	Granadilla	50	80
	Huertas		75
	El Paraíso		71
	San José		
	Sigamane		72
	El Quebrachal		68
	Golondrinas		60
	Pitahayas		74
II*	Granadilla		66
	Huertas		53
	El Paraíso		54
	San José		63
	Sigamane		58
	El Quebrachal		65
	Golondrinas		63
	Pitahayas		66

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 3c. Comparación de colores de Ocotepeque con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Muestreo	Comunidad	Blanco	Ámbar extra ligero mm Pfund	Ámbar ligero mm Pfund
I*	San Juan		41	
	Tránsito		38	
	Río Hondo	34		
	San Juancito			70
	El Rosario		49	
II*	San Juan		42	
	Tránsito		43	
	Río Hondo		43	
	San Juancito			69
	El Rosario			56

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 3d. Comparación de colores de Intibucá con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Muestreo	Comunidad	Ámbar extra ligero mm Pfund	Ámbar ligero mm Pfund
I*	Las crucitas	45	
	San Nicolás		56
	Ceibita		75
	Los Pelones		53
	Quiragüira		80
	Lagunetas		81
II*	Las crucitas	45	
	San Nicolás	39	
	Ceibita		79
	Los Pelones		60
	Quiragüira		72
	Lagunetas	44	

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 3e. Comparación de colores de El Paraíso con el estándar del Departamento de Agricultura de EEUU (USDA).

Muestreo	Comunidad	Ámbar extra ligero mm Pfund	Ámbar ligero mm Pfund
I*	Las Limas	43	
	El Higüerito	47	
	Cebadilla		56
	El Cantón	44	
	La Redonda	45	
	Las Selvas	41	
	Las Cañas	40	
	Las Guabas		59
	Conchagua	48	
	Dificultades	44	
	Trojes		66
II*	Las Limas		76
	El Higüerito		72
	Cebadilla		74
	El Cantón		61
	La Redonda		75
	Las Selvas		55
	Las Cañas		55
	Las Guabas	44	
	Conchagua		83
	Dificultades	40	
	Trojes		77

* I (11-23 de marzo de 2005) *II (20 abril -17 de mayo del 2005).

Anexo 4. Índice de Refracción.

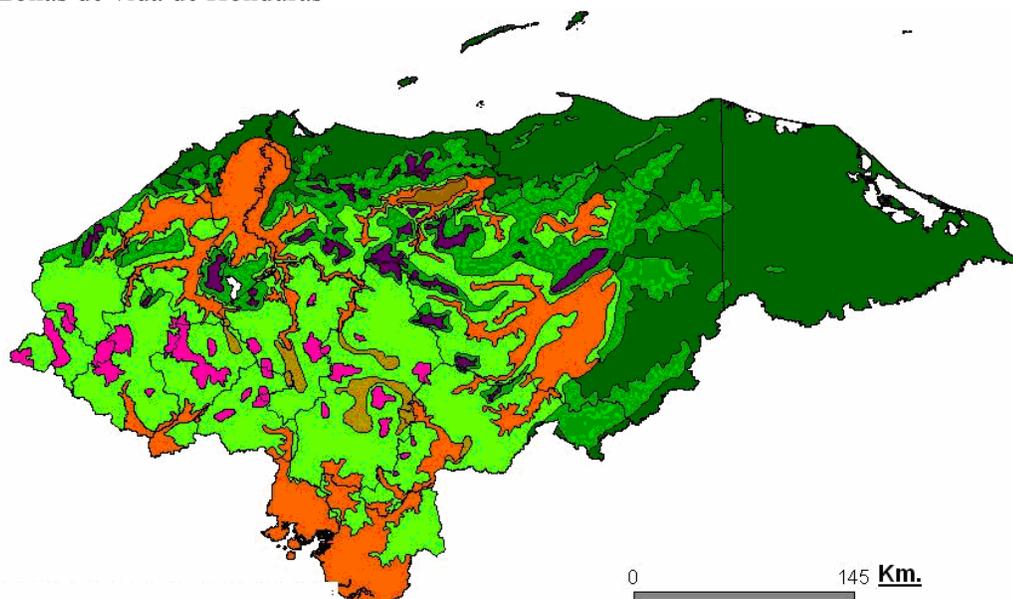
Índice de Refracción 20°C	Contenido de Humedad (%)	Índice de Refracción 20°C	Contenido de Humedad (%)	Índice de Refracción 20°C	Contenido de Humedad (%)
1,5044	13.0	1,4940	17.0	1,4840	21.0
1,5038	13.2	1,4935	17.2	1,4835	21.2
1,5033	13.4	1,4930	17.4	1,4830	21.4
1,5028	13.6	1,4925	17.6	1,4825	21.6
1,5023	13.8	1,4920	17.8	1,4820	21.8
1,5018	14.0	1,4915	18.0	1,4815	22.0
1,5012	14.2	1,4910	18.2	1,4810	22.2
1,5007	14.4	1,4905	18.4	1,4805	22.4
1,5002	14.6	1,4900	18.6	1,4800	22.6
1,4997	14.8	1,4895	18.8	1,4795	22.8
1,4992	15.0	1,4890	19.0	1,4790	23.0
1,4987	15.2	1,4885	19.2	1,4785	23.2
1,4982	15.4	1,4880	19.4	1,4780	23.4
1,4976	15.6	1,4875	19.6	1,4775	23.6
1,4971	15.8	1,4870	19.8	1,4770	23.8
1,4966	16.0	1,4865	20.0	1,4765	24.0
1,4961	16.2	1,4860	20.2	1,4760	24.2
1,4956	16.4	1,4855	20.4	1,4755	24.4
1,4951	16.6	1,4850	20.6	1,4750	24.6
1,4946	16.8	1,4845	20.8	1,4745	24.8
				1,4740	25.0

Fuente: (A.O.A.C. 1990)

Anexo 5. Mapa geo-referenciado de los cinco departamentos evaluados.

El mapa geo-referenciado permite conocer la zona de vida, ubicación geográfica específica para cada apiario. Esta se encuentran detallada en: grados, minutos y segundos. Lo que nos permite ubicar específicamente la comunidad de donde se encuentra el apiario del cual se extrajo cada muestra de miel.

Zonas de vida de Honduras



Simbología

 Bosque húmedo tropical	 Bosque seco tropical	 Bosque muy seco tropical
 Bosque muy húmedo	 Bosque húmedo sub-tropical	 Bosque seco sub-tropical
 Bosque húmedo montano bajo	 Bosque muy húmedo montano bajo	

Fuente: SINIA-SERNA, 2005

Copán, Corquín

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Corquín, Copán.

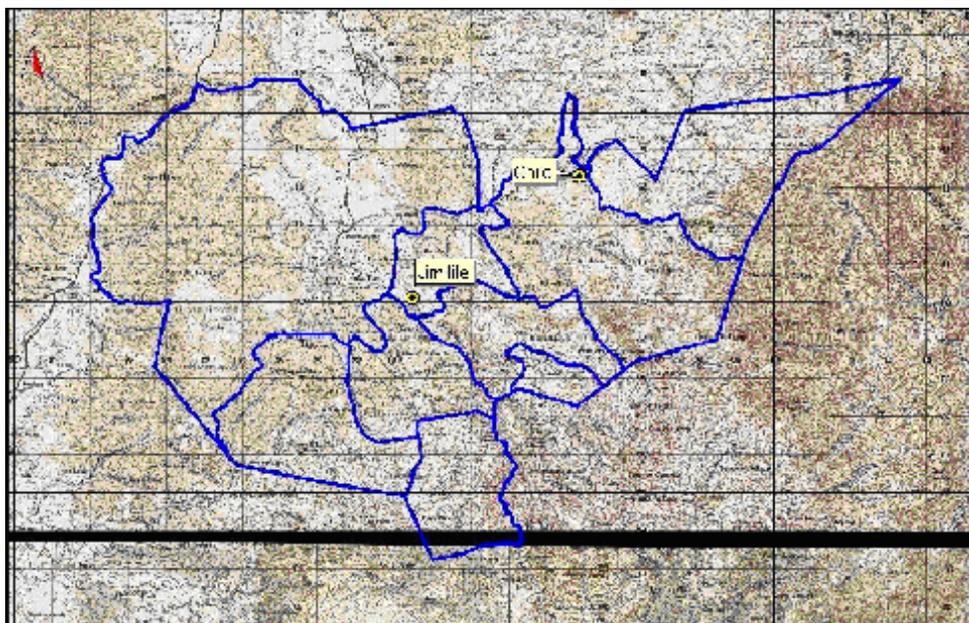
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Chile ^a	(14°35'13''N; 88°48'42''W)	1,054	Bhs
Jimilile ^b	(14°23'16''N; 88°51'07''W)	1,020	Bhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Corquín.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
296 ^a	1	22	37	34	0.40	2.0	80.1	18.8	0.58	4.29	37	0.04	3.50	0.08
321 ^b	4	21	36	32	0.75	2.1	80.6	18.2	0.58	5.24	34	0.04	3.54	0.08

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Corquín, Copán.



El Paraíso, Trojes

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Trojes, El Paraíso.

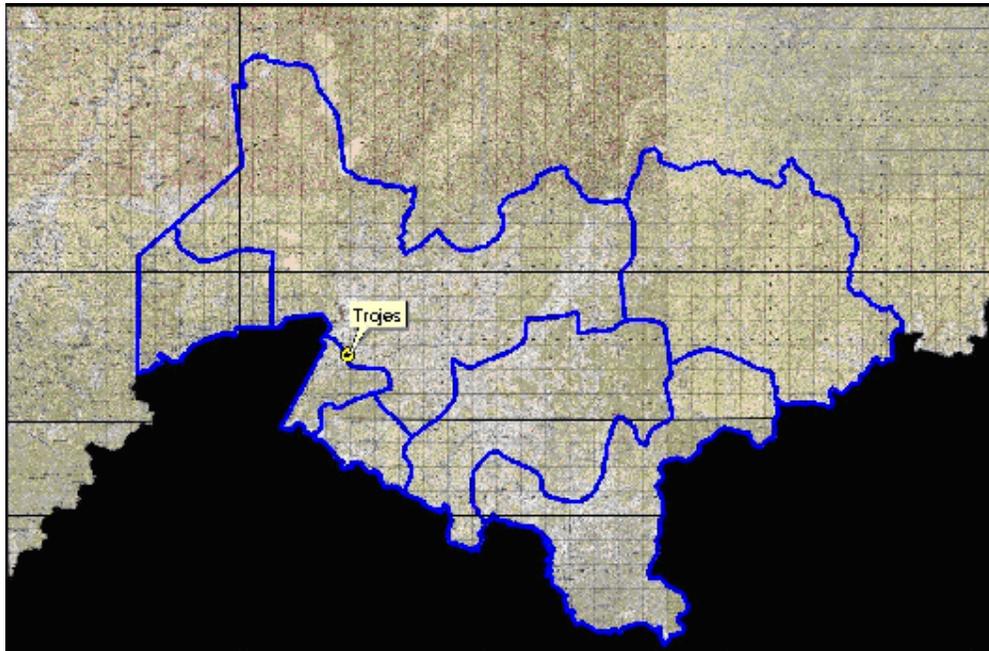
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Trojes Piedras	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Trojes.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sucrosos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
278	2	29	35	31	1.45	1.5	79	20.0	0.61	3.35	66	0.04	4.00	0.12

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Trojes, El Paraíso.



El Paraíso, Danlí

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Danlí, El Paraíso.

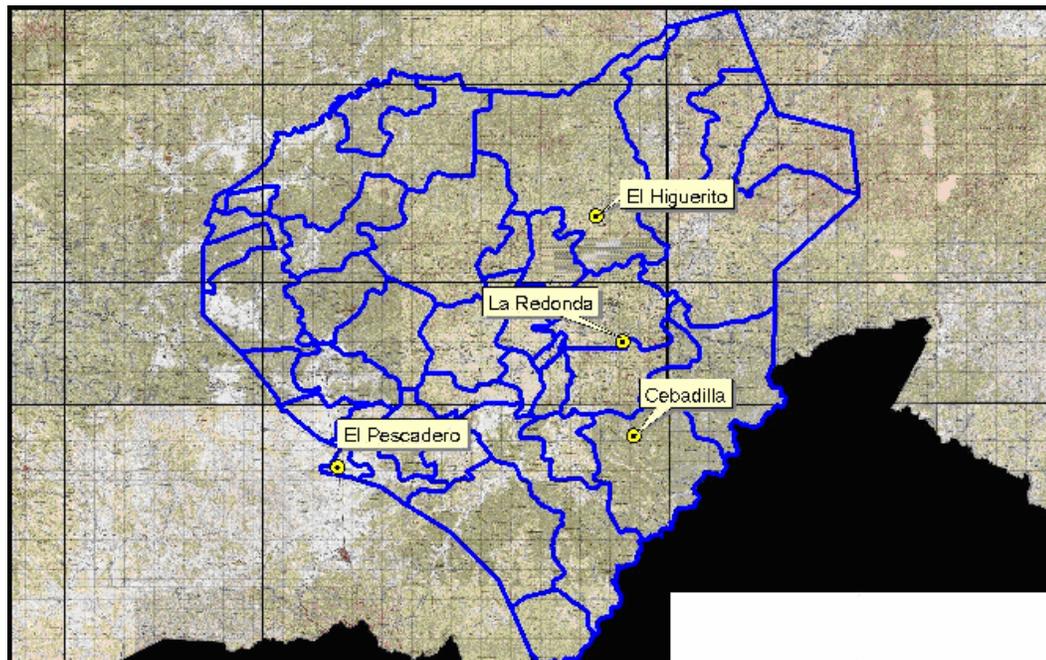
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Higüerito ^a	(14°07'03''N; 86°34'22''W)	1,091	Bht
El Pescadero ^b	(13°56'36''N; 86°33'25''W)	1,045	Bhs
Redonda ^c	(13°50'47''N; 86°29'33''W)	1,005	Bhs
Cebadilla ^d	(13°54'33''N; 86°23'23''W)	1,035	Bhs

Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Danlí.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
270 ^a	2	28	38	32	0.90	1.8	80.9	18.0	0.56	6.53	60	0.01	3.57	0.11
340 ^b	2	29	37	31	1.35	2.0	80.4	18.4	0.58	5.93	53	0.04	3.57	0.14
315 ^c	4	37	37	32	0.90	2.1	81.4	17.5	0.56	7.85	60	0.03	3.65	0.12
302 ^d	3	29	37	32	0.65	1.9	80.4	18.5	0.57	7.21	65	0.03	3.54	0.13

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Danlí, El Paraíso.



El Paraíso, El Paraíso

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de El Paraíso, El Paraíso.

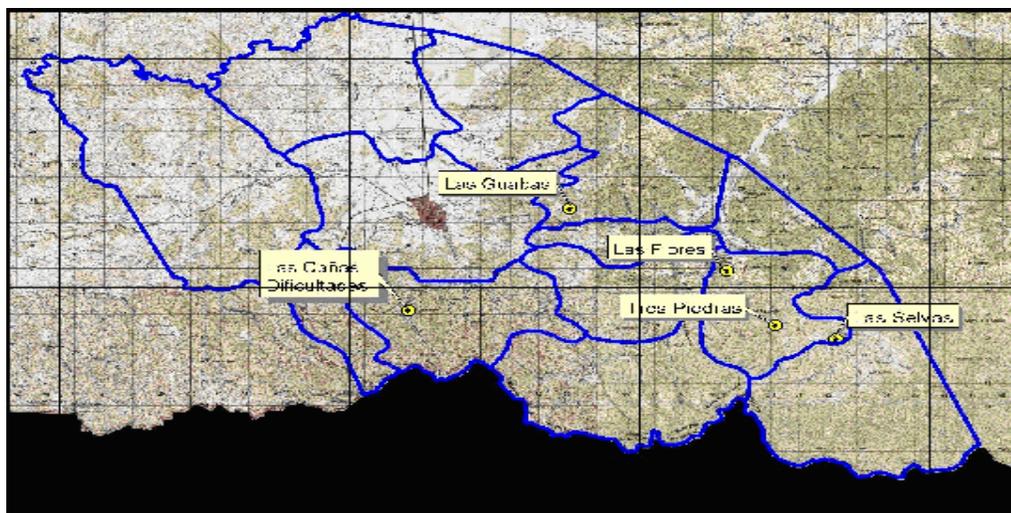
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Las Selvas ^a	(13°48'43''N; 86°25'26''W)	1,203	Bhs
Las Cañas ^b	(13°49'25''N; 86°33'37''W)	907	Bhs
Trojes ^c	(14°02'51''N; 85°59'30''W)	776	Bhs
Las Guabas ^d	(13°51'49''N; 86°30'32''W)	1,055	Bhs
Tres Piedras ^e	(13°49'03''N; 86°26'36''W)	1,082	Bmhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), Bmhs (Bosque muy húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de El Paraíso.

Conductividad eléctrica (µS/cm)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
314 ^a	2	28	37	32	0.30	1.7	79.9	19.0	0.59	3.93	48	0.04	3.56	0.09
329 ^b	12	34	36	32	2.55	2.1	80.5	18.3	0.58	6.70	52	0.04	3.44	0.13
290 ^c	13	30	37	30	1.75	1.6	79.4	19.5	0.60	3.62	72	0.06	3.75	0.10
290 ^d	2	30	37	32	0.95	2.0	79.7	19.2	0.60	3.00	48	0.04	3.57	0.09
278 ^e	2	29	35	31	1.45	1.5	79.0	20.0	0.61	3.35	66	0.04	4.00	0.12

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de El Paraíso, El Paraíso.



Intibucá, San Nicolás

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Nicolás, Intibucá.

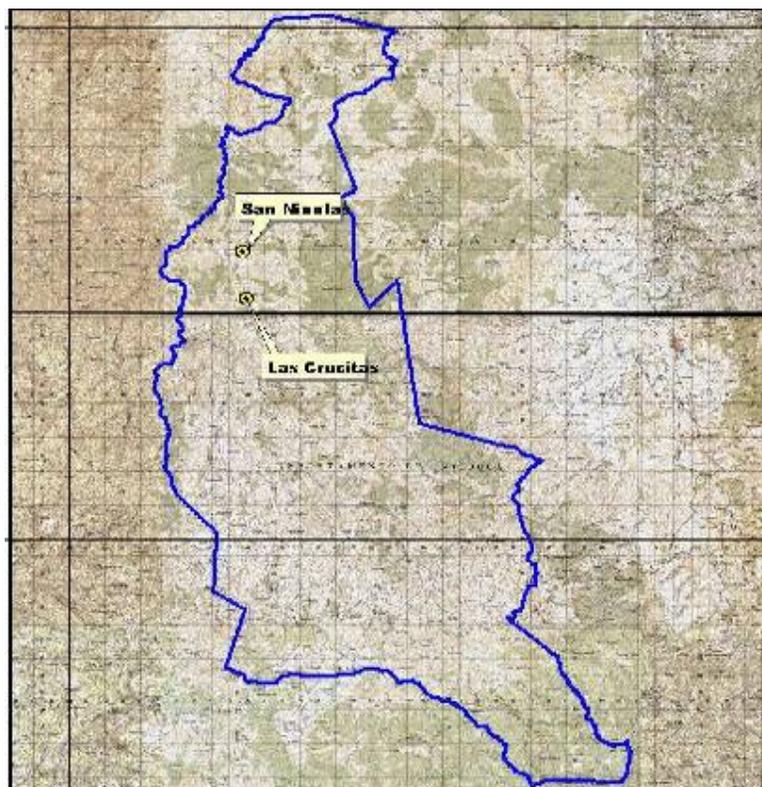
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Las Crucitas ^a	(14°30'27''N; 88°12'28''W)	1,423	Bhs
San Nicolás ^b	(14°31'56''N; 88°12'29''W)	1,105	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de San Nicolás.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
361 ^a	3	24	37	34	0.55	2.5	81.8	17.0	0.55	10.01	45	0.06	3.72	0.12
401 ^b	2	20	37	33	0.00	1.2	81.4	17.4	0.55	7.99	48	0.07	3.86	0.20

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Nicolás, Intibucá.



Intibucá, San Juan

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, Intibucá.

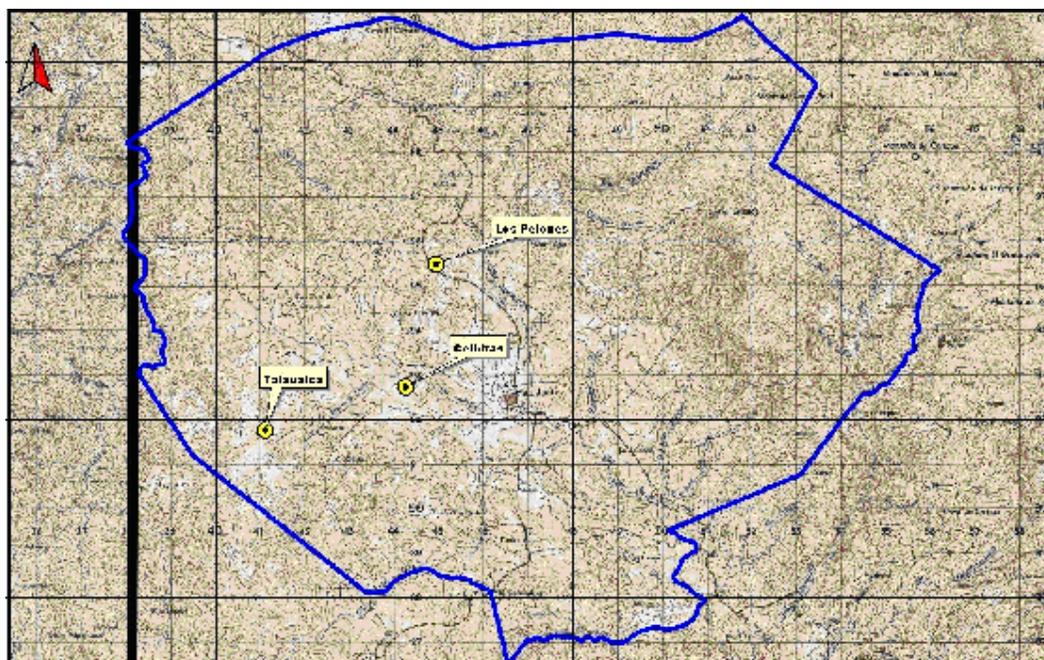
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Ceibita ^a	(14°24'12''N; 88°26'41''W)	1,369	Bhs
Los Pelones ^b	(14°25'42''N; 88°26'19''W)	829	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de San Juan.

d eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
380 ^a	7	23	36	34	0.00	2.1	80.4	18.4	0.58	7.04	77	0.06	3.85	0.15
291 ^b	5	25	35	34	1.20	2.5	82.2	16.6	0.54	11.92	57	0.05	3.63	0.10

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, Intibucá.



Intibucá, Masaguara

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Masaguara, Intibucá.

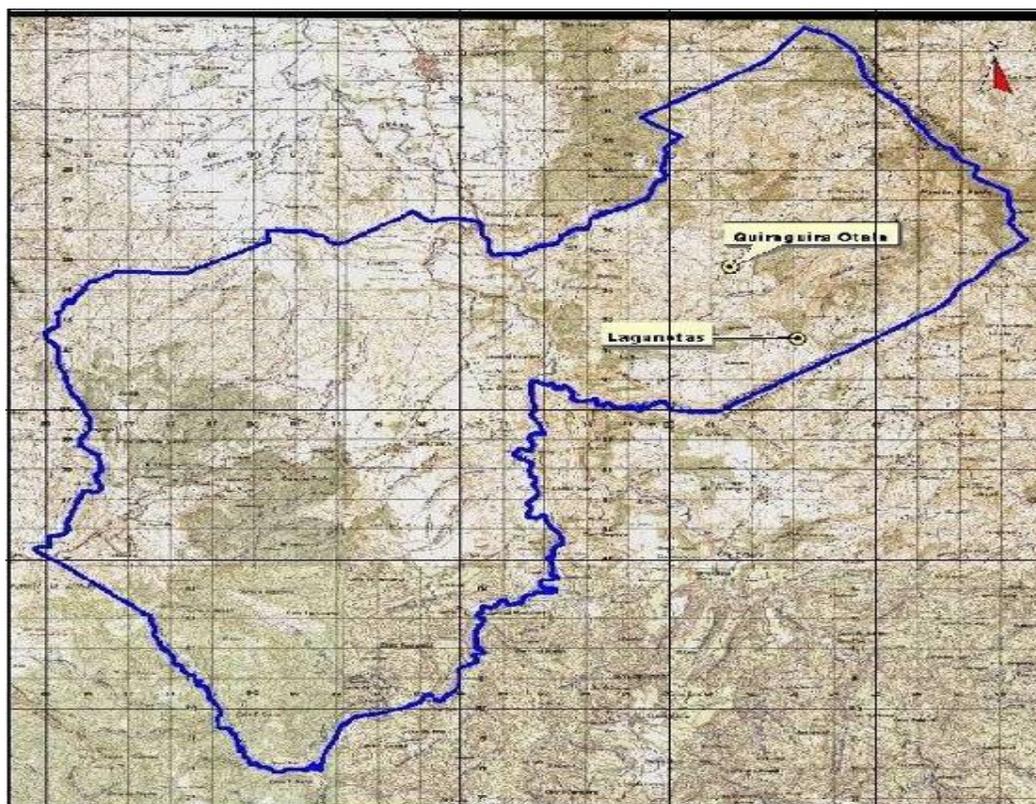
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Quiragüira	(14°25'27''N; 87°54'49''W)	1,096	Bhs
Lagunetas	(14°24'09''N; 87°53'55''W)	1,094	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Masaguara.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
433	4	30	37	33	0.70	2.1	80.6	18.2	0.57	8.43	76	0.03	3.64	0.15
360	14	33	36	32	1.25	2.3	80.8	18.0	0.57	7.40	63	0.04	3.53	0.17

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Masaguara, Intibucá.



La Paz, Santiago de Puringla

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Santiago de Puringla, La Paz.

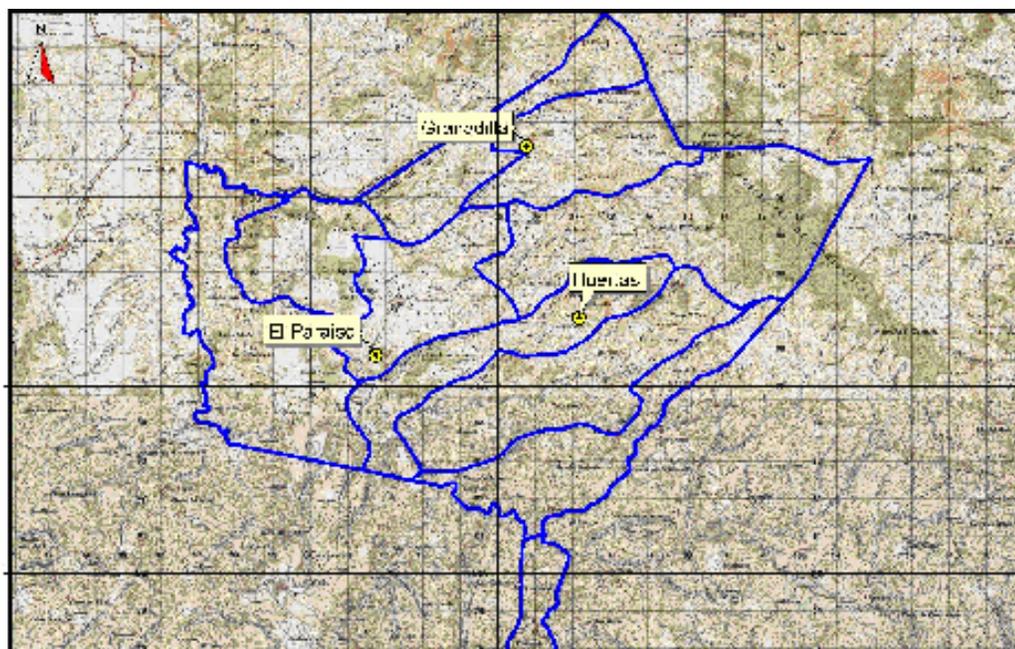
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Paraíso ^a	(14°20'36''N; 87°54'40''W)	935	Bhs
Granadilla ^b	(14°21'10''N; 87°54'40''W)	1,320	Bhs
Huertas ^c	(13°53'09''N; 89°45'52''W)	1,326	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Santiago de Puringla.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
393 ^a	1	33	37	32	0.80	1.9	79.9	19.0	0.58	4.48	63	0.06	3.65	0.18
682 ^b	1	28	36	31	0.30	1.5	80.2	18.6	0.59	5.10	73	0.05	4.14	0.44
444 ^c	2	28	37	32	0.50	2.1	81.4	17.4	0.56	7.38	64	0.04	3.78	0.22

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Santiago de Puringla, La Paz.



La Paz, Márcala

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Márcala, La Paz.

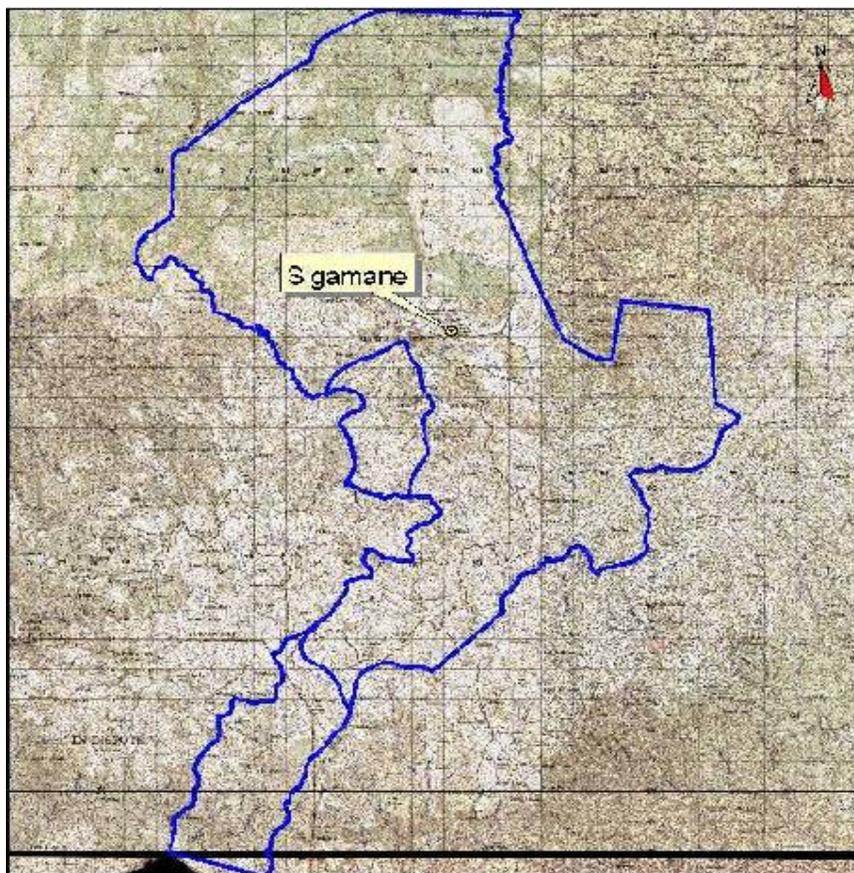
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Sigamané	(14°15'20''N; 87°51'39''W)	1264	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de Márcala.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
361	11	33	36	32	1.05	2.5	80.7	18.1	0.57	6.59	65	0.06	3.65	0.17

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Márcala, La Paz.



La Paz, San Juan

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, La Paz.

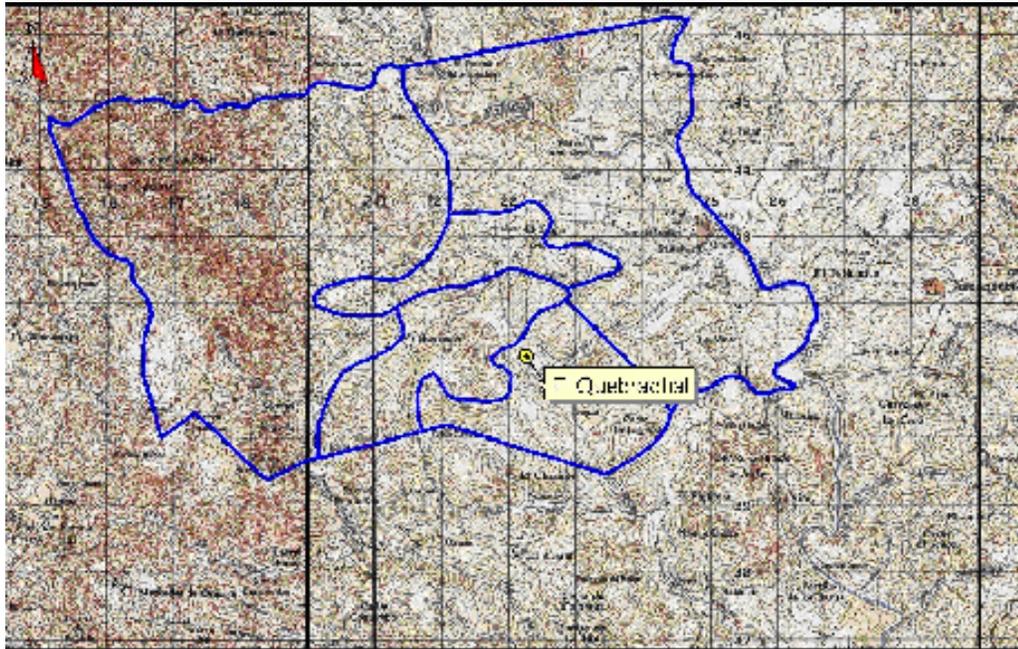
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Quebrachal	(14°09'25''N; 88°01'37''W)	500	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis fisico-químico en miel de San Juan.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
532	5	25	39	33	0.00	1.7	81.7	17.1	0.57	10.07	67	0.04	3.74	0.31

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Juan, La Paz.



La Paz, San Antonio del Norte

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Antonio del Norte, La Paz.

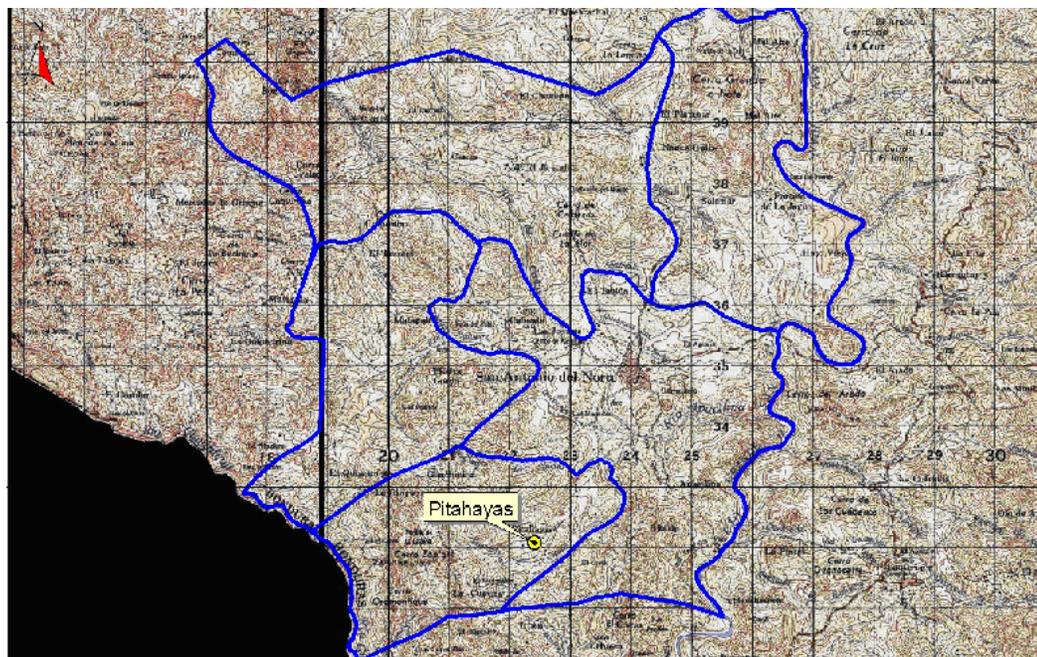
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Pitahayas	(13°56'28''N; 88°01'37''W)	493	Bst

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de San Antonio del Norte.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
436	7	33	38	32	0.55	2.0	81.6	17.2	0.54	9.42	70	0.04	3.90	0.19

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Antonio del Norte, La Paz.



La Paz, Mercedes de Oriente

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de Mercedes de Oriente, La Paz.

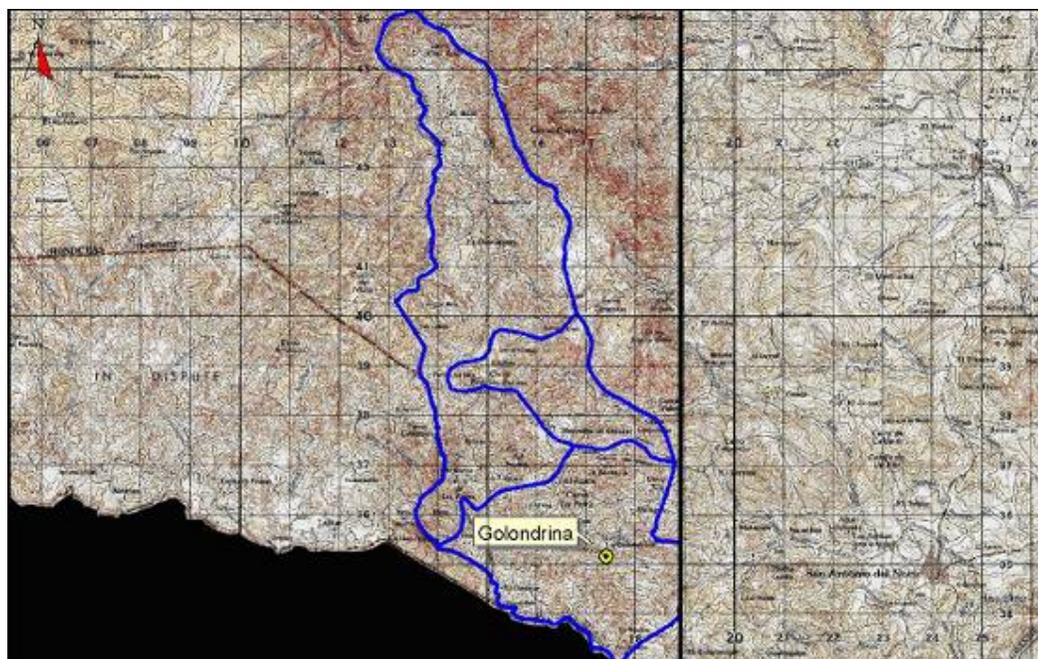
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
Golondrina	(13°51'29''N; 87°43'05''W)	620	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de las Mercedes de Oriente.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
309	18	35	39	34	0.00	1.4	82.6	16.2	0.53	10.64	62	0.07	3.52	0.13

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de Mercedes de Oriente, La Paz.



Ocotepeque, San Marcos

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Marcos, Ocotepeque.

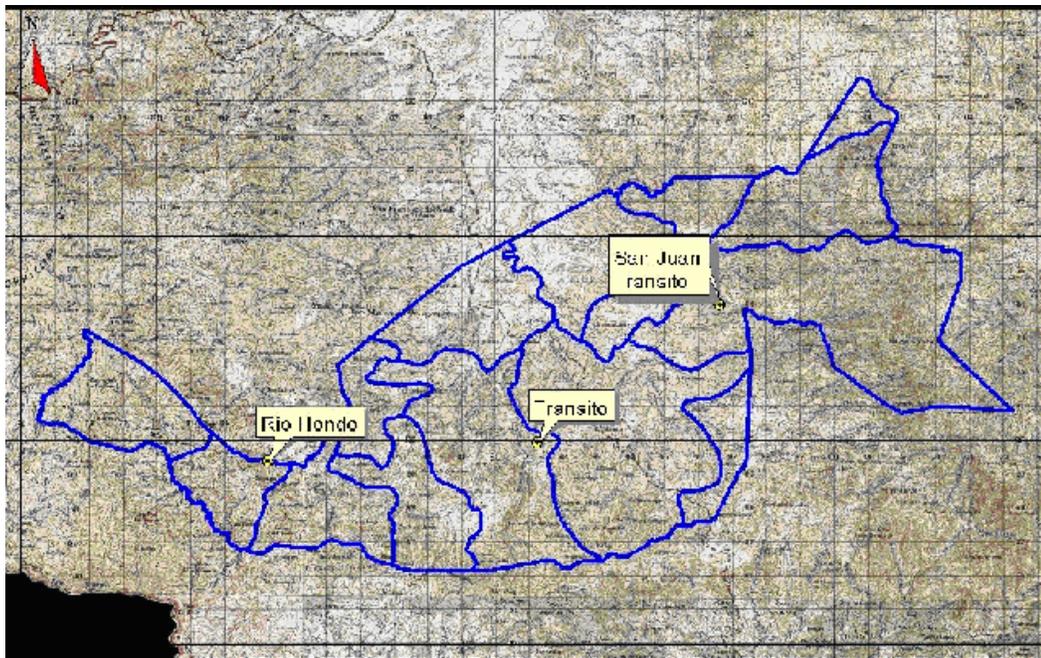
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
San Juan ^a	(14°22'28''N; 88°56'09''W)	1,220	Bhs
Tránsito ^b	(14°24'43''N; 88°53'11''W)	1,212	Bhs
Río Hondo ^c	(14°22'10''N; 89°02'29''W)	1,375	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de San Marcos.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
323 ^a	1	27	37	33	1.20	2.2	81.0	17.8	0.57	7.22	42	0.04	3.59	0.11
272 ^b	1	29	37	33	0.80	2.1	80.9	17.9	0.57	7.01	41	0.03	3.61	0.09
297 ^c	2	28	37	32	0.35	2.2	80.2	18.6	0.59	4.56	39	0.05	3.63	0.09

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Marcos, Ocotepeque.



Ocoatepeque, San Fernando

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de San Fernando, Ocoatepeque.

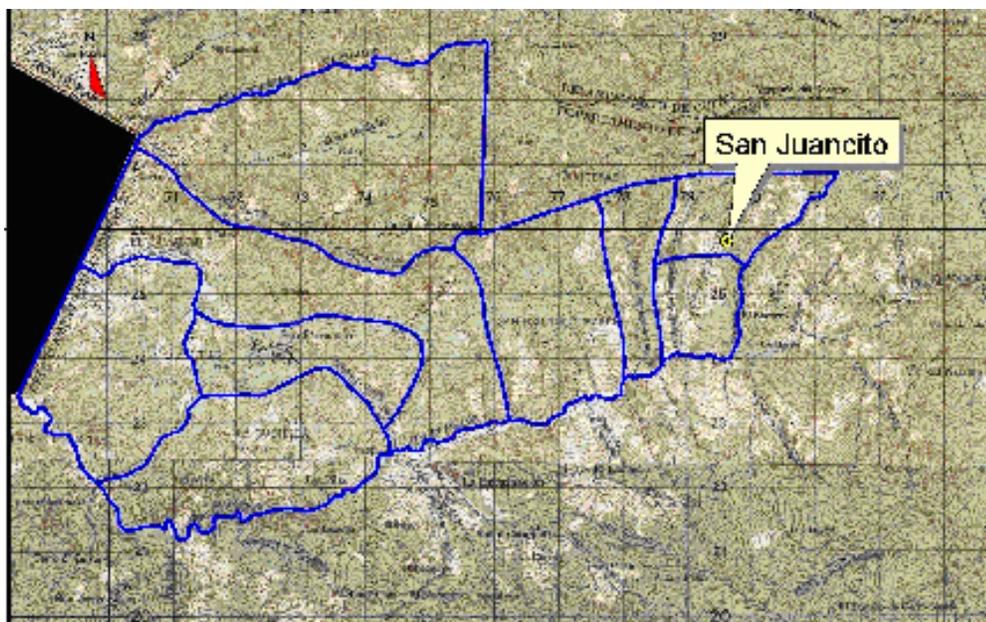
Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
San Juancito	(14°41'53''N; 89°02'49''W)	1,353	Bhs

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de San Fernando.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
318	1	25	36	33	0.55	2.2	80.4	18.4	0.58	4.64	70	0.05	3.58	0.12

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de San Fernando, Ocoatepeque.



Ocoatepeque, La Labor

Ubicación y zona de vida de las comunidades muestreadas en el municipio de La Labor, Ocoatepeque.

Comunidad	Ubicación	m.s.n.m.	Zona de vida
El Rosario	(14°30'14''N; 89°02'25''W)	1,062	Bhmb

Bhs (Bosque húmedo sub-tropical), m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar)

Análisis físico-químico en miel de La Labor.

Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	HMF	Acidez	Fructosa	Glucosa	Sacarosa	Maltosa	Sólidos solubles	H ₂ O	a _w	Viscosidad	Color	Sólidos insolubles	pH	Cenizas
343	1	26	37	33	1.05	2.4	82.0	16.8	0.54	10.98	53	0.03	3.63	0.11

Localización de comunidades muestreadas en el municipio de La Labor, Ocoatepeque.

