

Trabajo Final Escrito de la Práctica Profesional Supervisada

**Determinación del Hidroximetilfurfural (HMF)
en miel de abejas como materia prima**

**en la modalidad de Producción Apícola
Presentado ante la División de Estudios Profesionales
de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
de la
Universidad Nacional Autónoma de México**

**para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista**

por

Sarro Malerva José Manuel

**Asesores: M.V.Z. Adriana Correa Benítez
Quím. Ind. M^a. Aurora Márquez Moreno**

México D. F., a 31 de enero de 1995



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
PROCEDIMIENTO	6
- Determinación de la Humedad	7
- Determinación del Color	7
- Determinación de Hidroximetilfurfural	9
RESULTADOS	12
DISCUSION	17
CONCLUSION	18
LITERATURA CITADA	20
ANEXO	22

RESUMEN

SARRO MALERVA JOSE MANUEL. Determinación del Hidroximetilfurfural (HMF) en Miel de Abejas Como Materia Prima: Práctica Profesional Supervisada en la Modalidad de Producción Apícola. (bajo la supervisión de: M.V.Z. Adriana Correa Benitez y Quim. Ind. Ma. Aurora Márquez Moreno.)

La finalidad del presente trabajo, fue la determinación del nivel de Hidroximetilfurfural (HMF), en mieles producidas en las principales regiones apícolas del país, por medio del análisis químico y en base al Método Cuantitativo de Winkler (1955). Se analizaron 33 muestras de mieles procedentes de diferentes estados de la República Mexicana, utilizadas como materia prima para el envasado de miel en la Compañía "Miel Carlota S.A. de C.V.", y cosechadas durante la Primavera y Otoño del año 1994, (excepto la Muestra No. 28). Determinándose un contenido de HMF en promedio de 25.02 mg/kg y con un rango de 1.34 a 113.56 mg/kg; el porcentaje de humedad promedio fue de 18.35 %, con un rango de 16.6 al 20.8% y en cuanto al color, el promedio vario de 39.03 mm ámbar extra ligero (AEL), con un rango de 13 mm (extra blanco) a 104 mm (ámbar). El 64% de las mieles (21 muestras), presentaron niveles de 1-20 mgHMF/kg, el 15% (5 muestras) de 21-40 mgHMF/kg, el 15% (5 muestras) entre 41-80 mgHMF/kg, y el 6% (2 muestras) de 81-114 mg HMF/kg. De 32 muestras analizadas, 26 muestras (81%), cumplen con los estándares establecidos, en relación al contenido de HMF, en la Norma Regional Europea publicada en 1969.

I. INTRODUCCION

Tradicionalmente México ha sido y es un productor de miel; ya que la apicultura se practicaba desde la Epoca Prehispánica con la explotación de las abejas nativas de los géneros Trigona y Melipona. Con la introducción de la colmena tecnificada y las abejas melíferas de origen europeo, la apicultura fue transformándose de rústica a tecnificada y de traspatio a extensiva con excedentes de miel. La actividad se desarrolló en base a una demanda internacional, y se puede decir que Alemania ha contribuido en gran medida a ésta situación, tanto por su demanda de miel como por la inmigración de apicultores alemanes, que practicaron ésta actividad, así como la comercialización de los productos de las abejas generándose una gran industria. (5)

La apicultura es una de las actividades pecuarias más importantes en México, es una industria que, entre otras, beneficia a campesinos de zonas rurales marginadas. El número de colmenas se calcula en 2'600'000 divididas en un 85 % de colmenas tecnificadas y el 15 % rústicas. Si se modernizara la apicultura, se puede estimar incrementos en la producción del orden de las 8'800 toneladas anuales, a nivel nacional. Se calcula que el potencial apícola del país, se sitúa en alrededor de 5'000'000 de colmenas. Así mismo, se estima que existen 48'000 familias que dependen de la apicultura (15). México, con una producción de 65'000 Ton. anuales es el cuarto productor mundial y segundo exportador con 50'000 Ton. siendo ésta actividad la segunda generadora de divisas del

subsector pecuario (6). Los principales países importadores de miel mexicana son Alemania (RFA) (75%) y Reino Unido (UK) (13%), países integrantes de la comunidad económica europea; por lo que es explicable el hecho que se tenga especial atención hacia los estándares exigidos en la norma regional europea (15,9). En países como Suiza y la RFA se considera decisivo, al momento de importar miel, el contenido de hidroximetilfurfural (HMF), que debe encontrarse en un rango máximo de 20 mg/kg, mientras las importadas al UK no deben contener más de 60 mg/kg (8).

La miel es un alimento natural, elaborado por las abejas melíferas, a partir del néctar de las flores, de aspecto viscoso, sabor dulce que es depositada en los panales de la colmena, para después ser extraída por el apicultor (22). Es un alimento altamente energético, además de su valor nutritivo, está dotado de propiedades antisépticas, antibacterianas y aplicado como coadyuvante en el área terapéutica como tratamiento profiláctico (20). Desgraciadamente no siempre llega a la mesa familiar en estado natural, siendo algunas de mala calidad o adulteradas. Las causas son diversas y muchas veces son provocadas por desconocimiento del apicultor, en cuanto a las formas de manejo, tecnología de extracción y uso de equipo adecuado, así como de almacenamiento. En otras, el consumidor tiene la exigencia errónea de sólo consumir miel líquida, y piensa que la miel cristalizada está adulterada, motivo por el cual el productor y/o envasador recurre al perjudicial método de

sobrecalentarla, para restituirla al estado líquido. La miel cruda, sin calentar, no es solamente una simple solución azucarada, sino por el contrario contiene también, principios vitales muy importantes que acrecentan su valor nutritivo, tales como vitaminas, enzimas, etc. Por el contrario, si la miel se almacena inadecuadamente o sufre calentamiento se destruyen no sólo todos estos nutrimentos fundamentales, sino que lo más lamentable es que los azúcares se degradan transformándose en una sustancia perjudicial para la salud, el HMF (hidroximetilfurfural) (2,3).

Para la evaluación de la calidad de una miel determinada, el primer parámetro a considerar es el contenido de HMF/kg de miel, éste compuesto resulta de la descomposición de los azúcares hexosas, como la glucosa y fructosa principalmente, en presencia de un ácido, lo cual ha adquirido importancia en el control de la calidad de la miel ya que la cantidad en que se encuentra en una muestra de miel se usa como indicador indirecto de la calidad. Así que, un alto contenido refleja errores en el proceso y almacenamiento (9).

Los alimentos han sido susceptibles de adulteración en mayor o menor proporción desde épocas muy primitivas, los primeros casos de falsificación registrados en UK datan de la edad media cuando se inicio el comercio organizado. En 1855 Wakley denunció en el periódico inglés The Lancet, diversos fraudes alimenticios, esta protesta originó que de 1860 a 1875 se redactaran y aprobaran los documentos que legislaran la calidad y venta de alimentos (4). Los alemanes fueron los

primeros en desarrollar pruebas químicas para diferenciar entre una miel natural y artificial. Estas se basaron en pruebas visuales, tomando en cuenta el color. Fiehe uso resorciol y Feder anilina. En los años siguientes se introdujeron estas pruebas para detectar mieles adulteradas. Artículos científicos y comerciales fueron publicados atacando y defendiendo la precisión y la forma correcta para interpretar los colores producidos. Muchas mieles puras, presumiblemente fueron consideradas como adulteradas. En 1933, se escribió que el almacenamiento y calentamiento de la miel provocaba la acumulación de HMF. Por los 50's, los métodos para la medidas cuantitativas de HMF en miel, fueron viables (24).

En 1969 se establece la Norma Regional Europea recomendada para miel de abejas, y en base al programa conjunto FAO/DMS, sobre Normas Alimentarias (Comisión del Codex Alimentarius), donde se mencionan niveles máximos de 40 mgHMF/kg de miel; Uriza (1971), realiza un estudio sobre la Importancia de la Normalización de la Calidad de la Miel de Abeja en México; en 1982 se publica en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-F-36-A-1981, que indica niveles máximos de 150 mgHMF/kg de miel; López (1985), con el tema Contribución al Estudio de la Inspección de Miel de Abejas en México, analiza 50 muestras de una miel comercial y determina que el 16 % de las mieles se encuentran con niveles por arriba de los 150 mgHMF/kg de miel; en 1990 el Colegio de Postgraduados de la Escuela Nacional de Agricultura Chapingo,

México, publica un estudio para calificar la Calidad de las Mielles Mexicanas de Abeja (su relación con la Norma Regional Europea), realizándose el presente en los Estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo; Márquez y Col. (1974) de la Empresa Miel Carlota S.A. de C.V. en Cuernavaca, Morelos, México, elaboran un Manual de Control de Calidad para Mielles de Abeja, basado en la Norma Regional Europea.

Los principales objetivos del presente estudio fueron :

- 1) Determinación de los niveles de HMF en mieles adquiridas por la Empresa Miel Carlota S.A. de C.V. como materia prima y su comparación con la Norma Regional Europea.
- 2) Sentar las bases para una reclasificación de las mieles tomando en cuenta el contenido de HMF, humedad y color, para consumo nacional, industrial y de exportación.

II PROCEDIMIENTO

En ésta Empresa normalmente por cada lote de miel por adquirir (cubetas, garrafas o tambores) son analizadas las mieles en base al contenido de humedad y color, por lo que en el presente estudio además del contenido de HMF, se contemplaron también esos factores.

La toma de las muestras se realizaron al azar y del 31 de Octubre al 5 de Noviembre de 1974, colocandolas en un frasco e identificandose (No. de muestra, floración, cosecha y origen), posteriormente se llevaron al Laboratorio de Control de Calidad para realizar los siguientes análisis :

II.1 DETERMINACION DE LA HUMEDAD

La humedad es la cantidad de agua que contiene la miel y no debe ser mayor al 21 %. Para éste análisis se empleó el Refractómetro de Abbe para mieles, aparato sencillo y confiable construido con un juego de prismas que permiten la refracción de la luz de acuerdo al contenido de azúcares de la miel (13).

II.1.2 EQUIPO Y MATERIALES

Refractómetro de Abbe

Baño María con temperatura controlada a 65°C

Termómetro 0°C

Vaso de precipitado

Agitador de vidrio.

II.1.3 METODOLOGIA

Se colocó una pequeña gota de muestra en la base del prisma fijo, cerrándose el prisma móvil, se observó por el ocular y se ajustó con el tornillo macrométrico, y en la escala se hizo la lectura, que puede variar entre los rangos de 1.4800 a 1.5055. Una vez que se obtuvo el índice de refracción, se consultó la tabla 1 (ver anexo).

II.2 DETERMINACION DEL COLOR

El color de la miel se midió con el colorímetro Pfund para mieles. El aparato consta de un testigo construido de vidrio de forma cónica, con grosor de 0 a 3 mm, 4 cubetas de vidrio

de 17.5 cm de largo, 3 cm de profundidad, 7 mm a 2.5 de grosor, una reglilla graduada en mm que va de 0 a 140 mm, calibrada en divisiones especiales que indican el color estándar en grados para miel que son :

Graduación de la reglilla :	mm
Blanco agua	0 - 8
Extra blanco	9 - 16
Blanco	17 - 34
Ambar extra ligero	35 - 50
Ambar ligero	51 - 84
Ambar	85 - 114
Obscuro	115 - 140

En la parte media de la reglilla tiene un visor que permite observar el testigo de colores y la muestra (14).

II.2.1 EQUIPO Y MATERIAL

Colorímetro de Pfund para mieles

Cubetas del colorímetro

Baño María con temperatura controlada

Termómetro 0°C

Vaso de precipitado

II.2.2 METODOLOGIA

La muestra de miel se vació en la cubeta, y colocándose en la parte posterior del colorímetro, se recorrió el testigo y se compararon los dos tonos (muestra y testigo), en donde

coincidieron se hizo la lectura final, reportándose en mm de profundidad y color obtenido.

II.3 DETERMINACION DEL HIDROXIMETILFURFURAL

Como todo producto biológico complejo, la miel está sujeta a alteraciones de naturaleza química y biológica. Los niveles de HMF, que son de 0 en la miel fresca, aumentan gradualmente por el calor y almacenamiento (17). Durante el procesamiento de la miel, ésta es sometida a un calentamiento moderado de 35 a 43°C, para hacerla más fluida y viscosa, y poder ser bombeada y trasvasada a los tanques sedimentadores, donde se deja reposar de 4 a 48 horas, de ahí se pasteuriza y filtra para su posterior envasado. La pasteurización es uno de los procesos más delicados y consiste en el calentamiento hasta 71°C durante 12 minutos, para eliminar los posibles fermentos siempre presentes en la miel y que por su acción sobre los azúcares en presencia de humedad, originan la formación de alcohol y ácidos con abundante producción de anhídrido carbónico (7). Otra alteración que sufre la miel, es muchas veces por la falta de conocimientos por parte de los consumidores que prefieren mieles líquidas, y que obligan al productor y/o envasador a calentar las mieles, en ocasiones, a altas temperaturas, provocando que los azúcares principalmente la fructosa, se transformen en HMF por deshidratación. Tal fenómeno también se verifica y en medida mucho más acusada, durante la inversión química de la sacarosa y permite por ello descubrir la adición a la miel de azúcar industrial invertida (11).

El método para determinar el HMF se debe a Winkler (1955) y consiste en el desarrollo de una coloración roja, cuando el HMF reacciona con la para toluidina y el ácido barbitúrico.

II.3.1 MATERIAL Y EQUIPO

Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g

Espectrofotómetro

Baño María con temperatura controlada

Vaso de precipitado

Matraz aforado de 50 y 100 ml

Pipeta volumétrica de 1, 2, 5 y 10 ml

Papel filtro Watman No. 4

Embudo para filtrar.

II.3.2 REACTIVOS

ACIDO BARBITURICO 0.5%:- Se pesó 500 mg de ácido barbitúrico y se transfirió a un matraz aforado de 100 ml, se agregó 70 ml de agua destilada, colocándose la solución a Baño María entre 60 y 70°C y se disolvió, se dejó enfriar y se aforó al volumen indicado con agua destilada. Se guardó la solución en un lugar oscuro.

PARA TOLUIDINA (p-toluidina):- Se pesaron 10 g de p-toluidina g.r. (grado reactivo), disolviéndose en 50 ml de isopropanol, calentándose suavemente en el Baño María, y transvasándose al matraz volumétrico de 100 ml, se enjuagó el vaso con un poco de isopropanol, se añadió 10 ml de ácido acético glacial, se enfrió y aforó al volumen indicado con isopropanol. Se dejó

reposar en la oscuridad por 24 hrs. Antes de la utilización se observó que no tuviera cristales precipitados de p-toluidina, siendo su coloración levemente amarilla. Se conservó la solución en frasco oscuro y en refrigeración.

II.3.3 METODOLOGIA

Se pesaron 10 g de miel no calentada y se disolvió con 20 ml de agua destilada, se afora la solución de miel fría a un matraz volumétrico de 50 ml y se aforó; posteriormente se pasó la solución por un papel filtro.

TUBO I:

TESTIGO se colocaron:

2 ml de solución filtrada de miel

5 ml de p-toluidina

1 ml de agua destilada

Se colocó el tubo dentro de la celda del Espectrofotómetro y se calibró a cero (lectura a 550 nm).

TUBO II

2 ml de solución filtrada de miel

5 ml de p-toluidina

1 ml de ácido barbitúrico (al agregar este reactivo, inmediatamente se colocó el tubo dentro de la celda del aparato).

Se tomó la absorbancia de la solución de miel, anotándose el dato de la lectura más alta observada.

CALCULOS :

$$\text{mg/100 gr HMF} = \frac{\text{Ab} \times 10}{1 \times \text{peso de muestra}} \times 19.2$$

Ab = Absorbancia de la muestra
 10 = Peso de la muestra teórico
 1 = Grosor de la celda
 19.2 = Factor de extinción molar.

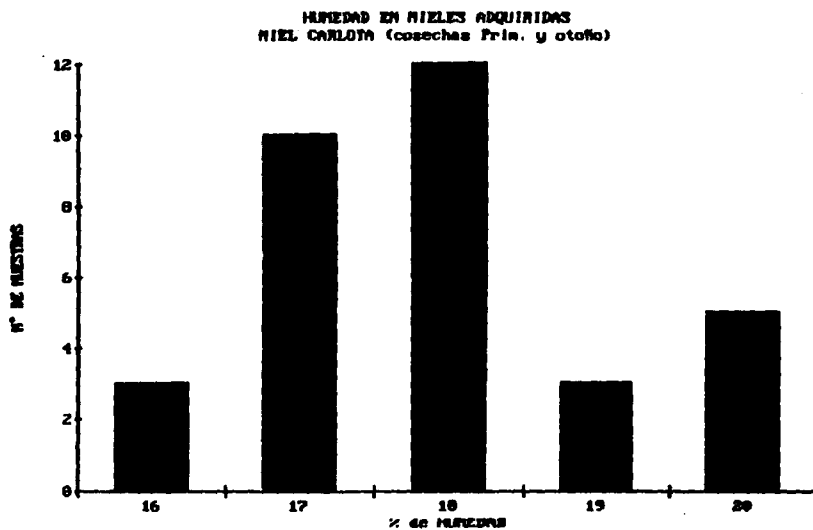
III RESULTADOS

En el Laboratorio de Control de Calidad del 31 de Octubre al 11 de Noviembre de 1994, se practicaron los análisis físico-químicos de humedad, color y contenido de Hidroximetilfurfural (HMF), a 33 muestras de miel de las cuales 32 correspondieron a las cosechas de Primavera y Otoño de 1994 y una muestra de miel envasada en 1992.

Las muestras procedieron de 13 Entidades Federativas : 8 muestras de Veracruz (24 %), 4 de Puebla (12 %), 3 de Morelos (9 %), 3 de San Luis Potosí (9 %), 2 de Yucatán (6 %), 2 de Chiapas (6 %), 3 de Tlaxcala (9 %). 1 del Estado de México (3 %), 1 de Tamaulipas (3 %), 2 de Guerrero (6 %), 2 de Sonora (6 %), 1 de Hidalgo (3 %) y 1 de Oaxaca (3 %).

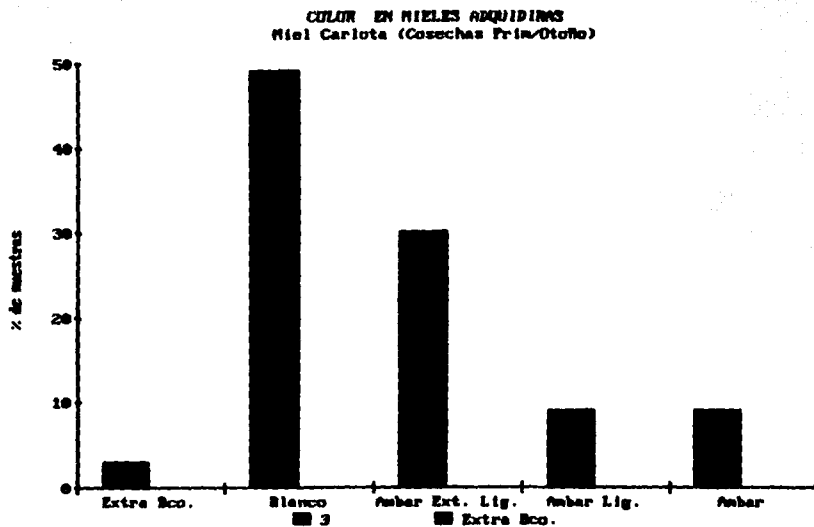
HUMEDAD

En cuanto al porcentaje de humedad, el promedio fue de 18.35 con un rango de 16.6 al 20.8 %.



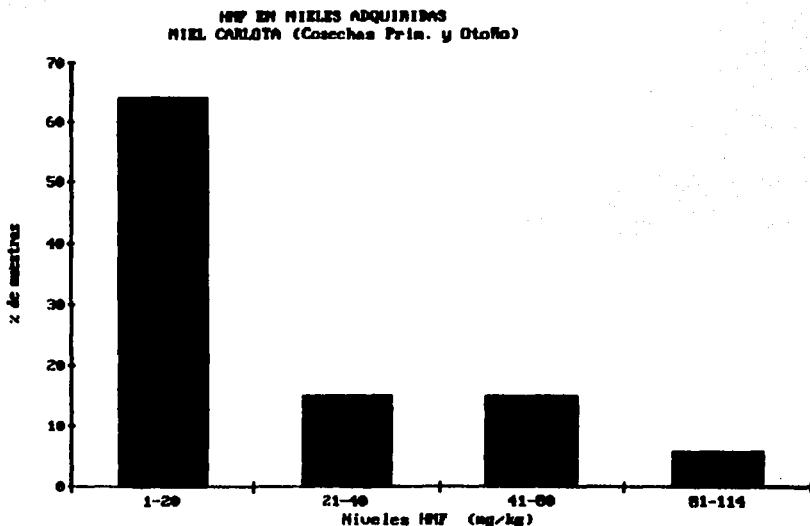
COLOR

El color de las mieles fue una muestra extra blanco (3 %), 16 blanco (49 %), 10 ámbar extra ligero (30 %), 3 ámbar ligero (9 %) y 3 ámbar (9 %). Con un rango de 13 mm (extra blanco) a 104 mm (ámbar).



HIDROXIMETILFURFURAL

El 64 % de las mieles (21 muestras), presentaron niveles de 1-20 mg HMF/kg de miel; el 15 % (5 muestras), de 21-40 mg HMF/kg de miel; el 15 % (5 muestras), 41-80 mg HMF/kg de miel y el 6 % (2 muestras), 81-114 mg HMF/kg de miel. Se determinó un contenido promedio de 25.02 mg HMF/kg de miel, con un rango de 1.34 a 113.56 mg HMF/kg de miel.



Muestras Analizadas en Miel Carlota
(Primavera y Otoño 1994)

Muestra	Absorb.	HMF mg/k	I. Refracc	Humedad O%	mm	Color	Floracion/ Cosecha	Origen
1	0.024	4.6	1.492	17.8	17	bco	cit/prim	Ver.
2	0.096	18.32	1.485	20.6	52	al	mul/prim	Ver.
3	0.246	47.18	1.4865	20	48	ael	mul/prim	Yuc.
4	0.138	26.48	1.49	18.6	32	bco	mul/prim	Chis.
5	0.024	4.6	1.4915	18	40	ael	ach/otoñ	Tlax.
6	0.221	42.42	1.4935	17.2	22	bco	ach/prim	Mex.
7	0.07	13.43	1.491	18.2	45	ael	mul/prim	Ver.
8	0.071	13.62	1.491	18.2	104	aab	mul/prim	S.L.P.
9	0.4	76.76	1.4905	18.4	46	ael	mul/prim	Tamps.
10	0.044	8.44	1.4845	20.8	22	bco	mul/prim	Chis.
11	0.143	27.43	1.4905	18.4	30	bco	ach/otoñ	S.L.P.
12	0.358	68.67	1.491	18.2	87	aab	mul/otoñ	S.L.P.
13	0.06	11.51	1.486	20.2	48	ael	mul/prim	Yuc.
14	0.241	46.24	1.486	20.2	22	bco	mul/prim	Gro.
15	0.014	2.68	1.4935	17.2	33	ael	ach/otoñ	Pue.
16	0.091	17.46	1.4951	16.6	43	ael	mul/prim	Son.
17	0.065	12.47	1.4895	18.8	13	e-bco	cit/prim	Ver.
18	0.032	6.14	1.493	17.4	18	bco	ach/otoñ	Pue.
19	0.042	8.06	1.4951	16.6	20	bco	mez/prim	Son.
20	0.009	1.7	1.487	19.8	36	ael	mul/otoñ	Gro.
21	0.108	20.73	1.4915	18	37	ael	mul/prim	Ver.
22	0.077	14.77	1.4885	19.2	21	bco	cit/prim	Ver.
23	0.007	1.34	1.492	17.8	22	bco	ach/otoñ	Pue.
24	0.079	15.15	1.4905	18.4	17	bco	cit/prim	Ver.
25	0.017	3.26	1.492	17.8	56	al	ach/otoñ	Tlax.
26	0.154	29.55	1.487	19.8	32	bco	mul/prim	Ver.
27	0.021	4.03	1.492	17.8	45	ael	ach/otoñ	Pue.
28	0.592	113.56	1.493	17.4	98	aab	nc/1992	Mor.
29	0.118	22.64	1.4946	16.8	20	bco	mez/prim	Hgo.
30	0.538	103.24	1.4905	18.4	26	bco	ach/prim	Oax.
31	0.008	1.53	1.494	17	47	ael	ach/otoñ	Tlax.
32	0.176	33.7	1.492	17.8	62	al	ach/otoñ	Mor.
33	0.22	4.22	1.491	18.2	27	bco	ach/otoñ	Mor.

cit = citrico
mul = multiflor
ach = acahual

mau = mauro
mez = mezquite
nc = miel carlota

IV DISCUSION

Las mieles son caracterizadas y evaluadas mediante los análisis fisico-químicos y los análisis organolépticos/melisopalinológicos. Exigiendo mediciones objetivas, reproducibles y analíticas, más aún si la información puede ser subjetiva y a veces incierta, como son los caracteres organolépticos. Con la finalidad de poder comparar la calidad de la miel debemos utilizar una técnica de calificación basada en la valoración del conjunto de sus caracteres, que permite apreciar la diferencia o similitud entre las mieles, clasificadas en un orden superior o inferior en cuanto a calidad, apreciar si satisface las características genuinas del producto, si ha sido racionalmente procesada y/o conservada y conocer las preferencias del consumidor en un mercado determinado (4).

El Hidroximetilfurfural (HMF), ha sido reconocido desde hace tiempo como un parámetro que permite evaluar la miel de abeja, ya que es reflejo sobre todo de las condiciones de almacenamiento y proceso. En resumen se ha demostrado estadísticamente que el contenido de HMF explica por si solo, una gran parte de la cantidad global de la miel.

V CONCLUSION

Se comprobó que las mieles recién cosechadas (Otoño 1994) 9 muestras, presentaron niveles de 3.27 mg/kg, casi similar a lo reportado por Pérez y Col. (18) sobre La Evaluación del Grado de Frescura en Miel de Zaragoza, España, y que de 62 muestras encontraron un promedio de 2.52 mg HMF/kg de miel. Es de hacer notar que la muestra No. 32, se tomó directamente de un panal con cera vieja y oscura, presentando un nivel de 33 mg HMF/kg; presumiéndose que presentaba restos de miel de la cosecha anterior.

La muestra No. 28 presentó, el nivel más alto de HMF 113.56 mg/kg; y corresponde a una miel envasada en 1992 por la Empresa Miel Carlota.

De acuerdo a los requisitos de importación de los países de la Comunidad Económica Europea (16), como Alemania y Suiza, solo 21 muestras de las mieles (64 %), podrían ser exportables.

Si se decidiera exportar al UK, sólo 29 muestras (88%) pasarían la norma (23).

Se demostró que la cifra del HMF, en mieles adquiridas para materia prima por la Empresa "Miel Carlota", de 32 muestras analizadas sólo 26 muestras (81%), cumplen con los estándares establecidos en la Norma Regional Europea, documento que rige la compra-venta de miel en ésta Empresa.

Es necesario que los productores apícolas, conozcan las exigencias del mercado, sobre todo el internacional. Las mieles claras (bco. agua, extra blanco, bco. y ámbar extraligero) son más aceptadas que las oscuras. En cuanto a la humedad, aunque la norma marca un 21 % como máximo (16), mieles por arriba del 19 % difícilmente las aceptan. Siendo el porcentaje ideal del 17.5 % (7). En cuanto a los niveles de HMF, lo ideal es que tengan menos de 20 mg/kg (23). Para consumo nacional serían de color entre ámbar extra ligero y ámbar ligero; humedad entre 19 y 20 % y niveles de HMF de 21 a 100 mg/kg. En cuanto a mieles para uso en la industria, serían de color ámbar y oscuro, humedad por arriba del 20 % y niveles de HMF con más de 100 mg/kg.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

LITERATURA CITADA

1. Bianchi, E.M.: Control de calidad de la miel y Cera. Boletín de Servicios Agrícolas de FAO. 1990.
2. Bianchi, E.M.: Como saber si la miel está adulterada. Apicultura Moderna. 6-7 (1993).
3. Bogdanov, S.: Liquefaction of Honey. Apiacta, 28: 4-10, (1993).
4. Bolívar G.J.: Control de Calidad para Miel de Abeja, Estudio Recapitulativo. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México D.F. 1993.
5. Cajero, A.S.: Impacto Económico y Social de la Abeja Africana en México. Ier Congreso Internacional de Actualización Apícola. Universidad Autónoma de Aguascalientes México. pp.13-15 1994.
6. Castañeda, F.E.: Comercio Internacional de la Miel de Abeja. Memorias del VIII Seminario de Apicultura. Villa Hermosa Tab. 5-8 Villa Hermosa, Tab. 1994.
7. Cornejo, L.G.: Apicultura Práctica. Boletín de Serv. Agrícolas de FAO, 1990.
8. Correa, B.A.: La apicultura en el mundo. Memorias de Aspectos Socioeconómicos, Técnicos y Patológicos de las Abejas. México, D.F. Fac. de Med. Vet. y Zoot.- Universidad Nacional Autónoma de México. pp 8-19. (1993).
9. Crane, E.: El Libro de la Miel. Fondo de Cultura Económica. 1ª Reimpresión. México, D.F. 1985.
10. González, R.V. y Carrillo, L.A.: Estudio para calificar la calidad de las mieles mexicanas de abeja. Col. de Postgraduados. Centro de Cálculo. Chapingo México. 11-12 Talleres Gráficos de la Nación. México D.F. 1990.
11. Juárez, S.E.: La calidad de la miel de abeja en relación a su contenido de HMF. Tesis de Licenciatura. Fac. de Química -UNAM. México D.F. 1985.
12. López, G.G.: Contribución al Estudio de la Inspección de Miel de Abeja en México. Tesis de Licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. UNAM. México D.F. 1985.
13. Márquez, M.A.: Importancia del control de calidad para la miel como producto natural alimenticio para el hombre. Memorias del V Sem. de Apicultura. Guadalajara, Jal. pp 7-10 (1991).

14. Márquez, M.A.: Manual de control de calidad para mieles de abeja. Miel Carlota, 18-20. Cuernavaca, Mor. México (1994).
15. Morales, T.C.: Estrategia Nacional de Mediano Plazo (1992-1997) de Desarrollo y Promoción de Exportaciones de Miel. SARH. Datos Básicos para su Elaboración. México, D.F. 1992.
16. Norma Regional Europea Recomendada para Miel de Abeja. Programa Conjunto FAO-OMS, sobre normas alimenticias, Comisión del Codex Alimentarius. (1969).
17. Piana, G., Isola, A. y Ricciardelli, D.A.: La Miel. Mundi Prensa, Madrid, España. 1989.
18. Perez, C., Conchello, F., Arinno, A., Ucur, A. y Herrera, A.: Evaluación del grado de frescura en mieles de Zaragoza. Dpto de Prod. Animal y Ciencias de los alimentos. Fac. de Vet. Univ. de Zaragoza, España. Anales de Bromatología 42: 99-105. (1990).
19. SECOFI/SSA, Norma Oficial Mexicana NOM-F-36-A-1981. Acuerdo SECOFI - SSA del 19 de agosto de 1986. Alimentos- Miel de Abeja- Especificaciones.
20. Stono, V.I.: Adulteración de la Miel. Memorias X Congreso Brasileiro de Apicultura. Pousada do Rio Quente-Go. Brasil. 65-69. (1994).
21. Uriza, S.J.: Importancia de la Normalización de la Calidad de la Miel en México. Tesis de licenciatura Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 1971.
22. Vidal, R.: Análisis de Miel Memorias X Congreso Brasileiro de Apicultura. Pousada do Rio Quente-Go. Brasil. 51-57. (1994).
23. Wix, P. Legislative Changes in Progress. Bee World. 74 (2): 57-60 (1993).
24. White, J. The role of HMF and Diastase assays in honey quality evaluation. Bee World 75 (3): 104-117 (1994).

TABLA I

Indice de Refracción		Indice de Refracción		Indice de Refracción	
20°C	%	20°C	%	20°C	%
1.5044	13	1.435	17.2	1.483	21.4
1.5038	13.2	1.493	17.4	1.4825	21.6
1.5033	13.4	1.4925	17.6	1.482	21.8
1.5028	13.6	1.492	17.8	1.4815	22
1.5023	13.8	1.4915	18	1.481	22.2
1.5018	14.0	1.491	18.2	1.4805	22.4
1.5012	14.2	1.4905	18.4	1.48	22.6
1.5007	14.4	1.49	18.6	1.4795	22.8
1.5002	14.6	1.4895	18.8	1.479	23
1.4997	14.8	1.489	19	1.4785	23.2
1.4992	15	1.4885	19.2	1.478	23.4
1.4987	15.2	1.488	19.4	1.4775	23.6
1.4982	15.4	1.4875	19.6	1.477	23.8
1.4976	15.6	1.487	19.8	1.4765	24
1.4971	15.8	1.4865	20	1.476	24.2
1.4966	16	1.486	20.2	1.4755	24.4
1.4961	16.2	1.4855	20.4	1.475	24.6
1.4956	16.4	1.485	20.6	1.4745	24.8
1.1951	16.6	1.4845	20.8	1.474	25
1.4946	16.8	1.484	21		
1.4946	17	1.4835	21.2		

Se sugiere determinar la humedad de la miel a 20°C.