2 Ej Do. 2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

F A C U L T A D D E Q U I M I C A

ESTUDIO ANALITICO PARA CALIFICAR LA CALIDAD DE LA MIEL DE ABEJA PROCEDENTE DE LA SELVA LACANDONA

T E S I S M A N C O M U N A D A

Que para obtener el Título de
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
P r e s e n t a n

ALMA ALICIA ALTAMIRANO GARCIA
LUIS IBAÑEZ GONZALEZ

México, D. F. 1984

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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 esta 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.

Este trabajo fué auspiciado por el Acuerdo Sobre Planificación de Aprovechamiento y Utilización de áreas Forestales México - Alemania y dirigido por el Dr. Pedro Valle Vega.

A G R A D E C I M I E N T O S

Queremos expresar nuestro agradecimiento y afecto a las siguientes personas e instituciones:

- Al Acuerdo sobre Planificación de Aprovechamiento y Utilización de Areas Forestales Tropicales México - Alemania por el apoyo brindado para la realización del trabajo, especialmente al Lic. Marcos Berger.

- A la Sociedad Cooperativa de Apicultores de la Selva Lacandona S.C. de C.V. por las facilidades otorgadas para la recolección de las muestras de miel.

- Al Sr. Manuel Guillén, presidente de la Soc. Cooperativa por el apoyo y entusiasmo manifestado para la elaboración del estudio.

- Al Centro de Estadística y Cálculo de la Universidad Autónoma de Chapingo por habernos permitido el uso de sus instalaciones para la realización del trabajo estadístico involucrado en el estudio; Especialmente al Dr. Luis Landois.

- Al Departamento de Alimentos de la DEPG de la Facultad de Química donde no solamente tuvimos un lugar para el desarrollo del trabajo sino que además contamos con el apoyo y consejos de sus miembros.

- Al Ing. José Luis Pablos quien desinteresadamente nos asesoró y guió en todo el estudio estadístico.

- Al Biólogo Alberto Ehnis por su ayuda y consejos durante el desarrollo del estudio.

- A nuestro asesor Dr. Pedro Valle Vega al que siempre le estaremos agradecidos por su apoyo, paciencia y confianza durante todas las etapas del estudio.

- Finalmente a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente trabajo.

C O N T E N I D O

1. INTRODUCCION 1

2. GENERALIDADES 4

3. COMPOSICION QUIMICA
   a) Carbohidratos 7
   b) Acidez 9
   c) Minerales 10
   d) Proteínas y aminoácidos 12
   e) Enzimas 14
   f) Vitaminas 17
   g) Hidroximetilfurfuraldehido 18
   h) Otros compuestos 20
   i) Aroma y Sabor 22

4. PROPIEDADES FISICAS
   a) Indice de Refracción 25
   b) Densidad y Peso Específico 26
   c) Viscosidad y Tixotropía 26
   d) Propiedades Opticas 27
   e) Propiedades Térmicas y Eléctricas 30
   f) Cristalización 31

5. FERMENTACION 33

6. METODOLOGIA
   A.1 Muestras 36
   A.2 Origen de las Muestras 36
   B. Evaluación de Calidad 40
      1. Humedad, 2. Acidez, 3. Cenizas,
      4. Azúcar Reductor Directo, 5. Sacarosa,
      6. H.M.F., 7. Color.
   C. Beneficio de la Miel 45
   D. Procesamiento de Resultados 48
      1. Análisis Estadístico, 1.1 Análisis Descriptivo, 1.2 Análisis de Correlación, - 1.3 Análisis de Factores.

7. RESULTADOS Y DISCUSION
A. Aceptación o Rechazo de Mieles 50
B. Análisis Descriptivo 51
C. Análisis de Correlación 74
D. Análisis de Factores 84

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 99

BIBLIOGRAFIA 103

APENDICES 112

1. I N T R O D U C C I O N .

La apicultura en México es considerada una de las actividades agropecuarias más importantes, es sin embargo, una de las menos aprovechadas; según datos estimados en 1981 se explotaron 2,300,000 colmenas (Alvin y Patty, 1982) aun cuando es posible la explotación de 7,500,000 colmenas (Carballido et al, 1980).

La producción total de miel de abeja en México para 1981 fue de 62.000 ton. (Gómez E. y Quintero R., 1981) que equivale a una producción promedio de 27 Kg por colmena anual, exportándose entre un 85% a 90% de la producción total.

De enero a junio de 1981, México exportó 26,029 toneladas de las cuales 15,219 toneladas fueron importadas por la República Federal Alemana; 5,949 toneladas por los Estados Unidos; 1.237 toneladas por Inglaterra y el resto a otros países europeos como República Democrática Alemana, Suiza, Francia, Bélgica (Gómez E. y Quintero R. 1981)(Cuadro 1.1). Así, siendo México un país cuya producción se destina básicamente a países europeos la calidad de la miel queda principalmente sujeta a los límites que marca la Norma Regional Europea.

La región de estudio comprende una cooperativa constituída por 200 socios repartidos en 13 municipios del estado de

Cuadro No. 1.1

México: Distribución Geográfica de Exportaciones de Miel.

País	1976		1977		1978		1979[a]		1980[a]		1981[b]	
	Tons.	Miles de dólares	Tons.	Miles de dólares	Tons.	Miles de dólares	Tons.	Miles de dólares	Tons.	Miles de dólares	Tons.	Miles de dólares
Total	48,962	26,196	53,243	30,025	45,142	26,429	45,921	33,944	41,770	31,835	26,029	18.959
R.F.A.	29,276	15,427	28,463	16,608	30,676	18 684	27,152	21,240	14,457	11,382	15,219	10,357
R.D.A.	--	--	104	43	--	--	--	--	12,884	10,223	2 487	2,054
Reino Unido	1,701	915	3,093	1,614	4,174	1,982	2,588	1,154	3.613	2,847	1,237	743
Estados Unidos	15,494	8,327	17,430	9,431	8,466	4,631	10,039	7,032	3,667	2,368	5,949	4,026
Suiza	753	395	918	512	475	295	656	450	2,255	1,454	406	356
Belgica-Luxemburgo	589	389	615	366	662	414	1,217	687	1.105	969	485	362
Grecia	--	--	--	--	--	--	--	--	1,102	798	--	--
Francia	449	251	566	330	477	313	1,262	1,044	1,342	775	80	58
España	--	--	213	121	--	--	1,307	933	757	641	37	21
Italia	424	307	798	494	10	4	1,457	1,232	256	197	(26)	(39)
Japón	154	109	691	306	155	74	128	82	241	125	18	11
Austria	--	--	--	--	--	--	--	--	109	54	25	30
Otros	122	76	352	200	47	36	124	90	2	2	86	941

a. Datos Preliminares
b. Enero-Junio
() Kilogramos y dólares

Fuente: Dirección General de Estadística S.P.P

Chiapas; reportando una producción de 167 toneladas en 1982, - destinándose en su totalidad a exportación (Maillard S., 1983). Una producción baja si se toma en cuenta que se trata de municipios localizados en zonas de moderada y buena producción apícola de 25 a 50 y 50 a 75 Kg de miel/año por colmena respectivamente (Carballido et. al. 1980).

Es pues necesario establecer un estudio que permita - conocer los factores que limitan esta productividad. De tal manera que este estudio pretende como objetivos:

- Evaluar la calidad de miel de abeja de diferentes regiones de la Selva Lacandona con base en los análisis de humedad, cenizas, acidez, azúcar reductor, sacarosa, contenido de hidroximetilfurfural y color; valores establecidos por la Norma Regional Europea propuesta al Codex Alimentarius.
- Establecer la variación en la calidad de la miel por municipio y productor.
- Estudiar la influencia que tiene en la calidad el beneficio de la miel (pasteurización).
- Interpretación estadística de los parámetros que mayor influencia tienen en la calidad de la miel.

2. GENERALIDADES

Existen diversas definiciones de miel en las que se -- contemplan diferentes aspectos. Una de ellas que consideramos - bastante completa y precisa es: "La miel es el producto obtenido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores o de las secreciones procedentes de las partes vivas de las plantas o que se encuentran sobre ellas; que liban, cambian, combinan con materias específicas propias, almacenan y dejan madurar en los - panales de la colmena. Dicho producto puede ser fluído, espeso o cristalizado" (Donadieu, 1979).

El néctar es básicamente una solución de azúcares, -- principalmente sacarosa, diluídos en agua, (40-80% de humedad, - Jean-Prost 1981), con cantidades menores de otras sustancias tales como almidón, gomas, taninos, aminoácidos, sales minerales, aceites esenciales y ácidos orgánicos (Jacobs 1962, Winton A. y Winton K. 1939, Beutler 1953, Brown 1961, Luttge 1962).

El proceso mediante el cual las abejas convierten el - néctar en miel consiste primeramante en la inversión de la sacarosa a monosacáridos (glucosa y fructosa) por medio enzimático - para su evaporación posterior hasta un valor tal que prevenga la fermentación. La abeja colecta el material crudo (néctar, melaza, etc.) en una estructura conocida como saco melario, mezclándolo

con secreciones salivales ricas en enzimas (provenientes de las glándulas salivales e hipofaríngeas). Al llegar a la colmena, - la abeja vacía el contenido de su saco en una de las celdas y es pasado rápidamente de una abeja a otra (Nixon y Ribbands, 1952) con lo que se consigue transformar los azúcares por la acción de los sucesivos aportes de saliva.

La evaporación del exceso de humedad se consigue colocando el náctar en las celdas en forma de capas delgadas o como pequeñas gotas suspendidas exponiéndose a las corrientes de aire provocadas por las mismas abejas al mover rápidamente sus alas; de esta forma se consigue llegar a una concentración media de 70 a 80% de azúcares (Jean-Prost,1981). Las celdillas llenas son - cerradas por un fino opérculo de cera lo que permite una mejor - conservación.

La composición de la miel en general es bien conocida, aunque para cada miel en particular variará de acuerdo a diferentes factores como tipo de vegetación, clima, situación geográfica, época del año, condiciones ambientales y técnicas apícolas - utilizadas. (Cuadro 2.1)

CUADRO No. 2.1

COMPOSICION PROMEDIO DE LA MIEL DE ABEJA*

Componente (%)	Promedio	Rango	Desviación estandar
Humedad	17.2	13.4-22.9	1.5
Fructosa	38.2	27.2-44.3	2.1
Glucosa	31.3	22.0-40.7	3.0
Sacarosa	1.3	0.2- 7.6	0.9
Azúcares Superiores	1.5	0.1- 8.5	1.0
Acidez Libre (ac. glucónico)	0.43	0.13-0.92	0.16
Lactona (glucolactona)	0.14	0.0- 0.37	0.07
Acidez Total (ac. glucónico)	0.57	0.17-1.17	0.20
Cenizas	0.16	0.02-1.02	0.15
Nitrógeno	0.04	0.0- 0.13	0.02

* White et al 1962

3.COMPOSICION QUIMICA

a) Carbohidratos.

Los carbohidratos son los componentes mayoritarios de la miel, responsables en una mayor parte de sus propiedades físicas: viscosidad, granulación higroscopicidad y sabor. Componen alrededor del 70-80% de la miel, que corresponde al 95-99.9% del total de los sólidos (White, 1975); de ellos, la glucosa y fructosa forman, en proporciones aproximadamente iguales, del 85 al 95% del total de los carbohidratos (White 1975, Root 1976, Jean-Prost 1976); el resto son disacáridos como la sacarosa y maltosa (aproximadamente en un 10%) y diversos oligosacáridos que se encuentran en muy pequeñas cantidades. El contenido y proporción de los carbohidratos dependerá de las flores de las que provenga el néctar.

Normalmente la fructosa está en una cantidad algo mayor que la glucosa (38% de fructosa y 31% de glucosa, Jean-Prost 1981) y son precisamente las propiedades de la primera las que mayor influyen en las características de la miel. Al ser la fructosa el más soluble de todos los azúcares (81% a 25°C), hace a la miel difícil de cristalizar (Crane 1982).

Siddiqui (1970) reporta además de glucosa, fructosa y sacarosa los siguientes carbohidratos: maltosa, kojibiosa, isomaltosa, nigerosa, α,β trehalosa, gentiobiosa, laminaribiosa, ma-

lecitosa, maltotriosa, turanosa, 1-cestose, panosa, maltulosa, - isomaltotriosa, erlosa, teanderosa y O-α-D-glucopiranosil-(1-6)-O-α-D- glucopiranosil-(1-3)-D-glucopiranosa. La identificación de estos ha sido posible gracias a técnicas como cromatografía - en papel y espectrografía de Infrarrojo.

Se ha reportado también la existencia de ciertas dex-- trinas que son azúcares de alto peso molecular, que difieren de las de almidón en que contienen fructosa; esto hace posible la - detección de adulteraciones con jarabes de maíz.

El calentamiento y el almacenamiento prolongado influ- yen en el contenido de los azúcares (Wootton M.E. y Fareji-Hare- mi R. 1976, 2). Según White (1976), un almacenamiento de 2 años a temperatura ambiente provoca un incremento en el contenido de maltosa a expensas del de glucosa y fructosa que disminuye a un 86% del valor inicial. Se cree que esto es causado por dos meca- nismos: actividad enzimática y reversión ácida.

El calentamiento tiene efectos diversos que no son fá- cilmente predecibles debido a varios factores: interacciones en- tre azúcares reductores y aminoácidos, actividad enzimática, la naturaleza ácida de la miel que facilita reacciones de carameli- zación y reversión de los azúcares.

b) Acidez

La acidez de la miel se puede medir como el efecto de la cantidad de ácidos titulables de naturaleza principalmente - orgánica y la intensidad de la acidez o pH.

El pH de la miel está comprendido entre 3.2 - 5.5 - (Jean-Prost, 1981), condicionado por: la naturaleza de los ácidos presentes, la cantidad total de ácidos y la influencia que - ejercen las sales minerales.

Inicialmente se pensaba que la acidez estaba dada por el ácido fórmico, llegando a conocerse como el principal de la - miel, sin embargo, más tarde el ácido cítrico fue considerado como predominante (Nelson y Mothem, 1931). En la actualidad se sabe que es el ácido glucónico el que se encuentra en mayor proporción. (White, 1976).

El mejoramiento de las técnicas analíticas ha permitido confirmar la presencia de otros ácidos como son: acético, butírico, láctico, málico, meleico, oxálico y succínico, además se han detectado ácido pirúvico, tartárico, glicólico, α cetoglutárico, α o β glicerofosfato, 2 ó 3 fosfoglicérido (White, 1976) los que contribuyen en menor o mayor grado a la acidez.

c) Minerales

La miel tiene pequeñas cantidades de muy diferentes minerales que provienen de las plantas, por lo tanto, varían en cada miel. Los minerales son unos de los componentes que afectan el color; en mieles oscuras es más factible encontrar una cantidad mayor de cenizas que en mieles claras, aunque esto no es necesario porque el color variará también de acuerdo a otros factores.

El contenido de cenizas varía de 0.02 - 1.0% (White 1975), siendo común encontrar valores entre 0.1-0.3 %. La Norma Regional Europea menciona como límites 0.6 y 1% para miel de flores y de mielada respectivamente.

El mineral que se encuentra en mayor proporción es el potasio, 205 y 1676 ppm para mieles claras y oscuras respectivamente; le siguen cloro, azufre, sodio, calcio, fósforo, magnesio, silicio, fierro, manganeso y cobre (Cuadro No. 3.1). Por medio de análisis espectrográficos se han encontrado trazas de otros minerales como cromo, litio, níquel, plomo, zinc, vanadio, bario, plata y oro entre otros (White 1976).

CUADRO No. 3.1

ELEMENTOS MINERALES DE LA MIEL *

Mineral	Color de la miel	Rango (ppm)	Promedio
Potasio	clara	100 - 588	205
	obscura	115 - 4733	1676
Cloro	clara	23 - 75	52
	obscura	48 - 201	113
Azufre	clara	36 - 108	58
	obscura	56 - 126	100
Manganeso	clara	0.17- 0.44	0.30
	obscura	0.46- 9.53	4.09
Oxido de Calcio	clara	6 - 35	18
	obscura	9 - 400	76
Calcio	clara	23 - 68	49
	obscura	5 - 266	51
Sodio	clara	6 - 35	18
	obscura	9 - 400	76
Fósforo	clara	23 - 50	35
	obscura	27 - 58	47
Silicio	clara	14 - 36	22
	obscura	13 - 72	36
Magnesio	clara	11 - 56	19
	obscura	7 - 126	35
Fierro	clara	1.2 - 4.8	2.4
	obscura	0.7 - 33.5	9.4
Cobre	clara	0.14- 0.70	0.29
	obscura	0.35- 1.04	0.56

* Schuette y Remyk (1932), Schuette y Huenink (1937), Schuette y Triller (1938), Schuette y Woessner (1939).

d) Proteínas y Aminoácidos

La diferenciación entre una miel de abeja pura y una - adulterada o la determinación de su origen ha sido el principal interés del estudio de las proteínas y aminoácidos.

Lund (1909), citado por White y Rudyj (1978), precipitó los componentes proteicos con una solución de ácido tánico, utilizando el grado de precipitación como parámetro de calidad, más tarde se emplearon otros agentes precipitantes como el ácido fosfotúngstico y el alcohol.

Lothrop (1934), citado por White y Rudyj (1978), encontró que más de la mitad del material coloidal obtenido por ultrafiltración correspondía a material proteico.

En la actualidad se estima que la miel contiene 168.6 mg/100g $\pm$ 70.9 de material proteico (White y Rudyj 1978), constituído por albúminas, peptonas, globulinas, histonas, nucleoproteínas y aminoácidos libres (White 1976).

Los aminoácidos libres también han sido utilizados como medio para detectar adulteraciones.

Gottfried (1929), citado por White (1976), empleó la - reacción de Sorensen fijando límites de 0.3-1.1 ml. de NaOH 0.1N para mieles sospechosas y 0.6-4.0 ml. para mieles naturales.

CUADRO No. 3.2

AMINOACIDOS EN MIEL *

Aminoácido	Promedio (mg/100 g. miel)	Rango	Aminoácido	Promedio (mg/100 g. de miel)	Rango
Lisina	2.07	1.46 - 2.8	Alanina	1.3	0.60 - 1.65
Histidina	0.75	0.56 - 1.2	Cistina	+	+
Arginina	0.46	0.35 - 0.53	Valina	0.91	0.71 - 1.05
Ac. aspártico	0.17	0.06 - 0.53	Metionina	+	+ - 0.19
Treonina	1.10	0.45 - 1.9	Isoleucina	0.77	0.44 - 1.1
Serina	1.19	0.84 - 1.57	Leucina	0.58	0.32 - 0.95
Ac. Glutámico	1.42	1.25 - 1.80	Tirosina	2.59	1.3 - 3.9
Prolina	14.6	12.5 -17.1	Fenilalanina	16.6	5.0 -42.0
Glicina	0.46	0.33 - 0.54	Triptofano		

* Michelotti y Margheri, 1969

El desarrollo de la cromatografía en papel ha permitido la identificación de 18 aminoácidos diferentes encontrándose en mayor abundancia: fenil alanina, tirosina, prolina, lisina y ácido glutámico (Cuadro 3.2).

Tanto el tipo de material proteico como el porcentaje presente en una miel es función de la naturaleza del néctar, de los granos de polen y sobre todo de la adición accidental de jalea real que es producida por las abejas obreras (Eckert y Shaw, 1960).

e) Enzimas

A pesar de estar en pequeñas cantidades, son componentes principales de la miel ya que juegan un papel muy importante en su producción a partir del néctar o melaza, además de que la actividad enzimática ha sido utilizada como índice para detectar adulteraciones y sobrecalentamiento. Esto último es bastante impreciso ya que hay mieles que aún recién extraídas presentan una baja actividad enzimática; a pesar de esto, en algunos países, principalmente europeos, se sigue usando como uno de los factores de calidad más importantes. Son tres las enzimas cuya actividad se considera muy importante en la miel, ya sea en su producción o como índice de calidad, estas son: diastasa (amilasa), invertasa y glucosa oxidasa.

Diastasa: Se encuentra en muy pequeñas cantidades; su presencia en la miel se le atribuye a la abeja y una pequeña parte al polen, aunque sobre esto existe aún una gran controversia. Se ha encontrado actividad tanto de α como de β amilasa reportándose un pH óptimo de 5.0-5.3 para α y 5.3 para β, siendo, en general, 5.3 para diastasa de la miel (Schepartz y Subers 1966 b).

Su importancia estriba en que es utilizada como índice de sobrecalentamiento debido a su sensibilidad al calor. El efecto que sobre ella tienen el calentamiento y el almacenamiento prolongado puede ser medido respecto a la vida media de la enzima (White et. al. 1964), y calculado por la ecuación:

$$\log t_{1/2} = (1/T - 0.003000) / 0.000130$$

donde T es la temperatura en grados Kelvin entre 283 y 353 y $t_{1/2}$ es el tiempo de vida media dado en días.

Invertasa o Sacarasa: Es la enzima más importante durante la transformación del néctar en miel. Las abejas adicionan invertasa al néctar para hidrolizar la sacarosa a glucosa y fructosa. Se ha reconocido en particular como una α glucosidasa.

Se ha encontrado que la invertasa de la miel puede producir algunos oligosacáridos cuando actúa sobre sacarosa, los cuales son posteriormente hidrolizados a glucosa y fructosa. El

principal de estos azúcares fue identificado como un trisacárido α maltosil-β-D-fructosa (White y Maher 1953) también conocido como fructo maltosa, glucosacarosa o erlosa.

Un gran número de investigadores han analizado el efecto del calentamiento y almacenamiento sobre la actividad de la invertasa que ha resultado ser más susceptible al calor que la diastasa (White et. al. 1964). La ecuación para calcular la vida media ($t_{1/2}$) de invertasa es:

$$\log t_{1/2} = (1/T - 0.003083) / 0.000113$$

donde T es la temperatura en grados Kelvin.

Glucosa Oxidasa: La existencia de esta enzima en la miel fue demostrada por White et.al. en 1963 así como su acción sobre la glucosa que produce peróxido de hidrógeno y gluconolactona la que se hidroliza a ácido glucónico que es el principal de la miel. Desde hace mucho tiempo era ya conocida cierta actividad antibiótica de la miel, atribuída a un factor llamado inhibina; posteriormente fue relacionada con la producción de peróxido de hidrógeno debido a la actividad de glucosa oxidasa.

Su actividad se destruye con radiación visible (425 - 525 nm.) y con calor, siendo más estable a pH 7. Se encontró que el ácido ascórbico actúa como acelerador de la reacción de glucosa oxidasa por reducción del peróxido de hidrógeno.

Otras Enzimas: Se ha examinado a la miel con respecto a otras enzimas y ha sido demostrada la presencia de catalasa (Schepartz y Subers, 1966a) que hidroliza el peróxido de hidrógeno siguiendo una reacción de primer orden. Tiene un pH óptimo de 7.0 - 8.5, una concentración óptima de sustrato de 0.018 M y constante de Michaelis 0.0154 M. Su existencia se demostró por métodos espectrofotométricos.

También se ha encontrado una fosfatasa ácida que utiliza glicerofosfato como sustrato. Se activa con iones Mg^{++}, tiene un pH óptimo de 3.5-6.5 y muestra gran actividad a 35°C. Se destruye con calor y almacenamiento prolongado. Debido a la alta actividad de fosfatasa ácida encontrada en polen y néctar, se cree que su origen esté en la planta (White, 1976).

f) Vitaminas

Existe en la literatura una variedad muy amplia sobre la cantidad y tipos de vitaminas presentes en la miel de abeja. Estas discrepancias se deben a las diferencias en los métodos de análisis empleados y al porcentaje de vitaminas presentes el cual, está condicionado por la variedad de la planta de donde se extrae el néctar.

Haydak et.al. (1942) probó por métodos químicos la presencia de tiamina, riboflavina, ácido ascórbico, piridoxina,

ácido pantoténico y niacina. Estos mismos investigadores observaron que las filtraciones de miel reducían considerablemente el contenido en vitaminas pues eran eliminados, entre otros sólidos, los granos de polen (Haydak et al. 1943). Kitzes et.al. (1943) encontraron por métodos microbiológicos ácido pantoténico, tiamina, ácido nicotínico, piridoxina y trazas de ácido fólico y biotina. En general, los valores reportados por Haydak et al. (1942) fueron más altos que los reportados por Kitzes et al. (1943).

Teniendo en cuenta las necesidades vitamínicas para el hombre y las cantidades presentes en la miel, se puede decir que su contenido es de poca importancia.

g) Hidroximetilfurfuraldehído (H. M. F.)

Como ya se ha discutido, la miel es principalmente una solución de glucosa y fructosa con un pH de 3.2 - 5.5 (Jean-Prost, 1981); en tales condiciones las hexosas pueden deshidratarse formando derivados furánicos como el 5-hidroximetil-2-furaldehido. Este tipo de reacción se inicia con una β eliminación dando lugar al correspondiente enol del monosacárido de donde se producen diferentes intermediarios de la 3-desoxiosulosa; en el caso de la glucosa el intermediario formado es el 3-desoxi D-glucosa (Badui Dergal, 1981).

La determinación de H.M.F. en miel ha sido de interés desde hace mucho tiempo ya que es un parámetro de calidad. Las primeras técnicas analíticas usadas eran puramente cualitativas (prueba de resorcinol, anilina) estando encaminadas a detectar adulteraciones por adición de azúcar invertido en miel. Más tarde se observó que la presencia de H.M.F. no solamente se debía a una adulteración, sino también por descomposición de los azúcares propios de la miel debido a los largos períodos de almacenamiento o bien durante la pasteurización. También se observó que la cinética de descomposición aumenta considerablemente por calentamiento.

El desarrollo de técnicas colorimétricas (Winkler, 1955) ha permitido cuantificar el contenido de H.M.F. en los diferentes estados de la miel; una miel fresca contiene 0.6 - 2.0 ppm de H.M.F. (White et. al. 1964), una miel procesada sin almacenamiento y/o calentamiento contiene 12.4 ppm. El contenido de H.M.F. para una miel almacenada y/o calentada puede variar de 40 a 200 ppm. dependiendo del tiempo y temperatura; finalmente una miel adicionada de azúcar invertido puede contener 1700 - 6500 ppm de H.M.F. dependiendo del porcentaje adicionado y de las condiciones empleadas para preparar el jarabe (White, 1980).

h) Otros Compuestos

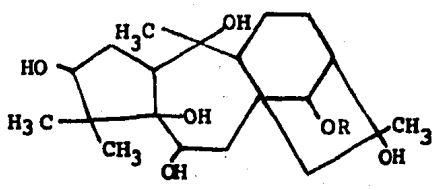
Entre los componentes de la miel que se encuentran en pequeñas cantidades están los coloides; sustancias gomosas, no - cristalinas, compuestos por proteínas, ceras, pentosanas y com-- puestos inorgánicos (White, 1975). Los coloides influyen en algunas propiedades de la miel como formación de espuma, color y - turbidez. Las mieles oscuras pueden contener hasta cinco veces más coloides que las claras. Helvey T.C.(1953) reportó la presencia de tres coloides en la miel, dos de naturaleza proteica y el otro un polisacárido de peso molecular aproximado de 9,000.

Por medio de una investigación cualitativa del extracto etéreo en miel se encontraron trazas de glicéridos, esteroles y fosfolípidos; utilizando cromatografía de gases y en capa fina se identificaron los ácidos palmítico y oleico además de peque-- ñas cantidades de láurico, miristoleico, esteárico y linoleico. (White, 1976).

Existe otro grupo de compuestos encontrados en la miel cuya ingestión produce toxicidad en mayor o menor grado. Dichos compuestos no son constituyentes normales sino que se encuentran sólo en mieles de determinados orígenes bien conocidos (plantas pertenecientes a la familia Ericaceae). Muchos investigadores - han realizado estudios acerca de compuestos tóxicos en la miel - reportando algunos como andromedol, acetilandromedol, anhidroandromedol, gelsemine y tutin entre otros. Estos compuestos pue-- den provenir del néctar o del polen (White, 1981).

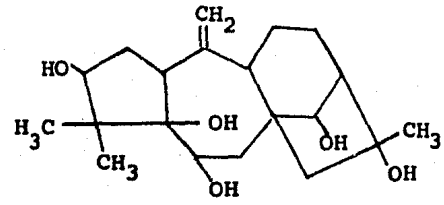
Figura 3.1. Estructuras de compuestos tóxicos de la miel.

(White, 1981).

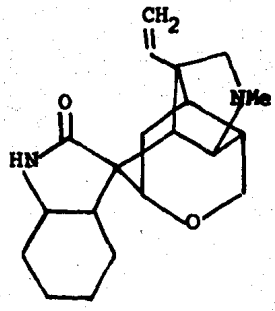


Acetilandromedol R=$COCH_3$

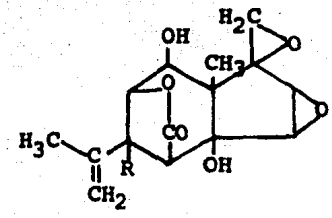
Andromedol R= H



Anhidroandromedol



Gelsemine



Tutin R= H

Hyenanchin R=OH

i) Aroma y Sabor

Es muy difícil hacer una división entre los sentidos del olfato y el gusto ya que generalmente el efecto que se tiene es la interacción de ambos, por consiguiente una clasificación de las sustancias involucradas en la producción de estas sensaciones resulta igualmente complicado; además existen tantos sabores y aromas de miel como variedad de plantas productoras de néctar.

Maeda et. al. (1962) atribuyeron el sabor de la miel al contenido de azúcares, ácido glucónico y prolina. Ahora (White, 1976) se sugiere considerar el efecto que tienen otros ácidos, aminoácidos, taninos y compuestos volátiles.

La información sobre los compuestos volátiles en la miel era escasa hasta antes de la introducción de la cromatografía gas-líquido (C.G.L.). Schmalfues y Barthmeyer (1929) reportaron diacetil en cantidades menores a 0.1 ppm. El metil antranilato fue identificado en mieles de naranjo por Nelson (1930).

Con el desarrollo de la C.G.L. se ha podido identificar un mayor número de componentes volátiles. Hoopen (1963) identificó acetaldehído, acetona, isobutiraldehido y diacetil. Cremer y Riedmann (1964) reportaron 50 compuestos volátiles en el análisis de 10 mieles; 22 fueron identificados pero sólo 3 -

(formaldehído, propionaldehído y acetona) fueron comunes a todas las muestras. (Cuadro No. 3.3).

Cremer y Riedmann, (1965) identifican diferentes alcoholes: fenílico, bencílico, 3-metil-1-butanol, n-pentanol - entre otros.

CUADRO No. 3.3

CONSTITUYENTES DEL AROMA DE LA MIEL *

Aldehidos y Cetonas	Alcoholes	Esteres
Formaldehído	Isopropanol	Metil formato
Acetaldehído	Etanol	Etil formato
Propionaldehído	2-Butanol	
Isobutiraldehido	n-Propanol	
Butiraldehído	3-Pentanol	
3-metil-butanal	Isobutanol	
Metacrolin	3-metil-2-butanol	
Acetona	n-butanol	
Metil etil cetona	β-metalil alcohol	
	2-metil-1-butanol	

* Cremer y Riedmann, 1964.

Finalmente, es importante señalar que el tratamiento - térmico altera el sabor de la miel, ya que los componentes del - aroma y sabor son compuestos de bajos puntos de ebullición que - se volatilizarán con mayor facilidad al elevarse la temperatura; además está la producción de compuestos de la degradación de los carbohidratos, incluyendo el hidroximetilfurfural que generarán sabores indeseables (Crane, 1980).

4. PROPIEDADES FISICAS

a) Indice de Refracción.

La medición del contenido de humedad de la miel ha sido objeto de muchos estudios ya que está muy relacionada con la posibilidad de fermentación. Se ha probado una gran variedad de métodos como pérdida por secado, secado a presión reducida y titulación química (Karl-Fischer); estos resultan ser poco precisos o muy caros; de ahí el interés primordial de la medición del índice de refracción ya que proporciona una medida rápida, simple y precisa del contenido de humedad. Este método resulta ser más exacto que los métodos de secado (White, 1976). Por otro lado, Wedmore (1955) propuso una ecuación para calcular el contenido de humedad con base en los valores obtenidos de índice de refracción.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\bar{1}.73190 - \log (n_{20} - 1)}{0.002243}$$

n_{20} = Indice de Refracción a 20°C

Por medio de esta ecuación se obtuvieron los valores de la tabla que se reporta en la Norma Regional Europea. Debe tenerse especial cuidado durante la toma de muestra ya que se usa solamente una gota.

b) Densidad y Peso Específico.

La densidad de una sustancia es su peso en relación a una unidad de volumen, generalmente expresada en kilogramos por metro cúbico, kilogramos por litro o gramos por mililitro. La densidad de la miel a 20°C puede oscilar entre 1.4457 a 1.3950, dependiendo de el contenido de humedad. (Wedmore, 1955).

El peso específico es la relación del peso de un volumen de una sustancia con el peso del mismo volumen de agua. Considerando que el agua tiene un peso de 1.000 g. por ml. a 4° C, puede asumirse el mismo rango numérico que para la densidad.

La variación de estos parámetros en una mezcla de mieles puede propiciar fermentación si no se tiene una buena homogenización ya que las mieles de bajo contenido de humedad (densidad alta) tenderán a formar capas debajo de la miel de baja - densidad, la cual al encontrarse expuesta al aire húmedo absorberá agua y formará una capa más líquida favoreciendo el desarrollo de microorganismos.

c) Viscosidad y Tixotropía.

La viscosidad de un material se refiere a la resistencia que presenta al flujo. Al igual que el índice de refracción, esta propiedad en la miel ha sido estudiada como posible medida del contenido de humedad.

La viscosidad de la miel varía con su composición, siendo el contenido de dextrinas el factor considerado de mayor influencia. Es también marcadamente afectada por la temperatura encontrándose una mayor disminución entre la temperatura ambiente y 38°C (Root, 1976); esto resulta de gran utilidad para el apicultor ya que con un calentamiento muy ligero se facilita su extracción, mezclado y vaciado de recipientes.

La miel se comporta como un líquido Newtoniano pero algunas propiedades reológicas no Newtonianas han sido reportadas (White, 1976). La propiedad de tixotropía se refiere a que una miel disminuya su viscosidad por simple agitación. No todas las mieles presentan esta propiedad la cual es atribuída a la presencia de ciertas proteínas en la miel; Pryce-Jones (1953) demostró que es debida principalmente a una proteína que al ser retirada hace que la miel pierda esta propiedad, además al adicionarla a otra miel no tixotrópica adquiere este comportamiento.

d) Propiedades Opticas.

- Rotación óptica. La miel tiene la propiedad de desviar el plano de la luz polarizada. Esta es una propiedad dependiente de el tipo y proporción de los azúcares presentes. Los azúcares de las mieles provenientes de el néctar de las flores son levógiros (rotación a la izquierda) consecuencia de que la fruc

tosa es el monosacárido dominante y que tiene una rotación específica negativa ($[\alpha]_D^{20}$ = -92.4°) sobre la de la glucosa ($[\alpha]_D^{20}$ = +52.7°). En cambio las mieles de mielada ("honeydews"), cuyo - origen no está en el néctar de las flores, sino de un líquido glutinoso y dulzón excretado sobre el follaje de las plantas por insectos, son dextrógiras (rotación a la derecha) ya que el contenido de fructosa es menor y además contienen otros tipos de azúcares como la melesitosa ($[\alpha]_D^{20}$ = +88.2°) y erlosa ($[\alpha]_D^{20}$=+ 121.8°) que junto con la rotación específica de la glucosa dan una rotación total positiva (White y Maher, 1953). Por tanto es posible emplear este tipo de mediciones para detectar la presencia de - mieles de mielada en mieles provenientes del néctar de las flores (White, 1975).

- Mutarrotación. Es otra propiedad óptica de la miel que está - ligada con los azúcares presentes. Muchos azúcares en solución existen en diferentes arreglos estructurales teniendo por tanto diferente rotación óptica. Las diferentes formas tienden a establecer un equilibrio con el tiempo observándose en ese momento - una lectura constante en el polarímetro (White, 1976).

Browne (1908) citado por White (1976), analizó 92 muestras de miel que al pasarlas al estado líquido mostraron una diferencia de rotación óptica de -3.5° antes de alcanzar el equilibrio en 20 horas.

- Color. El color de las mieles varía desde un amarillo translúcido casi imperceptible, pasando por todos los tonos ámbar hasta el prácticamente negro.

Los compuestos responsables de tal variedad de colores no son bien conocidos. Later von Fellenberg y Rusiecki (1938), citados por White (1976), separaron los compuestos responsables del color en dos fracciones: solubles en agua y liposolubles, encontrando que para mieles claras el color de la fracción acuosa era menos intenso que el de la fase oleosa e inversamente para mieles obscuras. Phillips (1929), citado por Eckert y Shaw (1960), reporta cinco pigmentos esenciales en la miel: clorofila, carotenos, xantofilas y dos pigmentos no identificados uno de color amarillo y otro verde.

Browne (1908), citado por White (1976), observó que de 92 mieles analizada, 25 dieron prueba positiva para compuestos fenólicos, pero las cinco pruebas más intensas fueron dadas por mieles muy obscuras (la oxidación de los polifenoles da pigmentos obscuros). Phadke (1962) notó la ausencia de tirosina y triptofano en las mieles claras en contraste con las obscuras.

Milum (1948) realizó estudios sobre el efecto del almacenamiento en el color, concluyendo que las mieles obscuras sufren un menor incremento en el color que las mieles claras a las mismas condiciones de tiempo y temperatura. White et. al.

(1964) encontraron que para incrementar en 10 mm. la escala de el colorímetro Pfund era necesario la producción de 3 mg. de - H.M.F. por 100 g. de miel.

Ya que el color de la miel es en muchos países un parámetro de calidad se han ideado métodos por comparación para - medir el color. Los colorímetros más usados son: Pfund que estima el color en milímetros por comparación con prismas de cristal, el colorímetro U.S.D.A. que utiliza como referencias soluciones de glicerina y caramelo, Lovibond que emplea prismas de cristal. En todos los casos se clasifica a el color de la miel en seis categorías: Blanco agua, extra blanco, ámbar extra claro, ámbar claro y ámbar obscuro. Actualmente se busca sustituir estos métodos por comparación por técnicas de medición más - exactas; Towsend (1969) reporta un método para clasificar el color de la miel en base a su absorbancia.

e) Propiedades Térmicas y Eléctricas.

Calor específico y Conductividad eléctrica. La miel necesita - para calentarse la mitad del calor que el mismo peso de agua; - pero es seis veces peor conductor del calor que el agua, de tal forma que puede calentarse muy rápidamente en un punto y permanecer fría al lado. Helvey (1954) reportó un valor para el calor específico de la miel de 0.54 a 20°C. Aunque pueden existir

algunas variaciones en los valores de calor específico obtenidos para diferentes mieles, atribuíbles a cambios en la composición.

Valor Calórico. Watt y Merril (1963) utilizando el método de Atwater, reportaron un valor de 1380 cal/l. de miel (3.04 cal por g. de miel).

Conductividad eléctrica. En general los valores de conductividad eléctrica varían en relación directa con el contenido de cenizas, ácidos orgánicos, proteínas y posibles materiales complejos como polioles. Vorwohl (1964) reportó valores entre 0.85 y 8.47 x 10^{-4}/ohm cm para soluciones de miel al 20%.

f) Cristalización.

Por lo general la miel comercial se vende en estado líquido, lo cual hace que algunas personas crean que la miel cristalizada o granulada es de mala calidad; esta idea es errónea, ya que la mayoría de las mieles son soluciones sobresaturadas es decir que contienen más carbohidratos de los que normalmente pueden permanecer en solución. La glucosa es mucho menos soluble que la fructosa, además la solubilidad de la glucosa hidratada decrece con el aumento de la concentración de fructosa. Jackson y Silsbee (1924) encontraron que a 30°C la glucosa hidratada tiene una solubilidad de 54.64% sin fructosa y decrece

a 32.5 % a una concentración de 39.4% de fructosa.

La cristalización puede presentarse en dos formas: - cristalización fina característica de mieles que no han sido calentadas, produciéndose en forma natural o intencional por medio de siembra con miel cristalizada finamente. Cuando la granulación se realiza con lentitud o la miel ha sufrido un tratamiento térmico ineficiente, el tamaño de los cristales formados es grande, reduciéndose el valor comercial de la miel.

La tendencia a cristalizar está relacionada con la - composición de la miel así como con la temperatura de almacenaje; a 14°C se obtiene un mayor porcentaje de cristalización que a temperaturas mayores o menores. A temperaturas de -18°C o menores se retrasa la cristalización, probablemente porque la viscosidad extremadamente alta reduce la difusión necesaria para - que los cristales aumenten de tamaño (White, 1975).

Se han hecho varios intentos de expresar la probabilidad de granulación; White et al (1962) demostraron que la relación glucosa/agua (G/A) se encuentra relacionada con la tendencia a cristalizar; una relación G/A menor o igual a 1.70 está - asociada con miel que no granula y valores mayores o iguales a 2.10 proporcionan una granulación completa.

5. Fermentación.

Uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta el apicultor es el de la descomposición de la miel por fermentación. Este problema fue ampliamente estudiado en los Estados Unidos en los años 20's y 30's y en la actualidad es bien conocido (White, 1976).

La fermentación es causada por la acción de levaduras osmófilas sobre la glucosa y fructosa dando como productos CO_2 y etanol el cual puede transformarse a ácido acético que proporciona sabor y olor desagradables.

Diferentes géneros de levaduras han sido aislados a partir de mieles fermentadas de los cuales, los más frecuentemente encontrados son: Nematospora, Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Schwanniomyces, Tórula y Zygosaccharomyces; pueden provenir de diversas fuentes como el néctar, el cuerpo de las propias abejas, el suelo del apiario y el equipo utilizado en la extracción de la miel (White 1976 y Crane 1980).

Se conoce que el calentamiento inhibe el desarrollo de levaduras, por lo que un tratamiento de pasteurización prevendrá la fermentación. White (1975) y Gojmerac (1980) reportan que 30 minutos a 65°C son suficientes para prevenir la fermentación y evitar la cristalización de la miel.

La fermentación de la miel es un proceso relativamente lento, está intimamente relacionado con dos factores: el contenido de humedad y la cantidad de levaduras presentes inicialmente en la miel (Martin en 1958 reportó 7 x 10^5 cel. / g.) Se cree que en una miel cuya humedad sea menor de 17.1%, el riesgo de fermentación es muy bajo independientemente de la cantidad de levaduras presentes (White 1975).

La higroscopicidad de la miel influye también en su deterioro; esta propiedad se refiere a la capacidad de la miel de captar agua de la humedad del aire siendo influenciada por la composición de azúcares; a mayor contenido de fructosa, mayor higroscopicidad (Crane, 1982). Esto es de gran importancia durante el almacenamiento ya que si una miel se almacena bajo condiciones de alta humedad relativa, absorberá agua hasta alcanzar un equilibrio favoreciendo la fermentación. Un pequeño incremento en el contenido de humedad (1 - 2%) incrementa considerablemente el riesgo de fermentación.

La cristalización está también involucrada en el proceso de fermentación ya que altera la relación de humedad en la parte líquida de la miel. Se sabe que la mayoría de las mieles fermentan después de la cristalización (White, 1975).

No siempre la fermentación es indeseable; existe un -

producto conocido como "Hidromiel" que es una bebida alcohólica obtenida por la fermentación de una mezcla de miel y agua, enriquecida con algunas sales minerales pudiendo inocularse con levaduras del género Saccharomyces (Morse y Steinkraus 1976, Root 1976, Jean-Prost 1981). Este tipo de producto es más bien de producción y consumo caseros; también es conocido como "mead", "aguamiel", "hidromel", "aloja", "meloja". Generalmente se obtiene a partir de las mieles que resultan de la fundición de los opérculos y/o de las aguas de lavado del material de extacción.

6. M E T O D O L O G I A .

A.1. Muestras.

Se analizaron muestras de miel provenientes de dos fuentes distintas:

a) Almacenadas. Muestras tomadas de los tambores en que se envasa la miel para su exportación, (una muestra por cada productor) en total 151 muestras.

b) Frescas. Muestras recolectadas directamente en los apiarios durante los meses de enero a abril; estas muestras presentaban el panal pudiendo ser éste de 3 tipos: operculado, semioperculado y sin opercular.

A.2. Origen de las muestras.

El total de muestras analizadas abarca poblados distribuídos en trece municipios de la región lacandona. La figura 6.1 muestra la división política y las cabeceras municipales de dichos municipios. La figura 6.2 muestra la localización de la mayoría de los poblados que forman la cooperativa apícola.

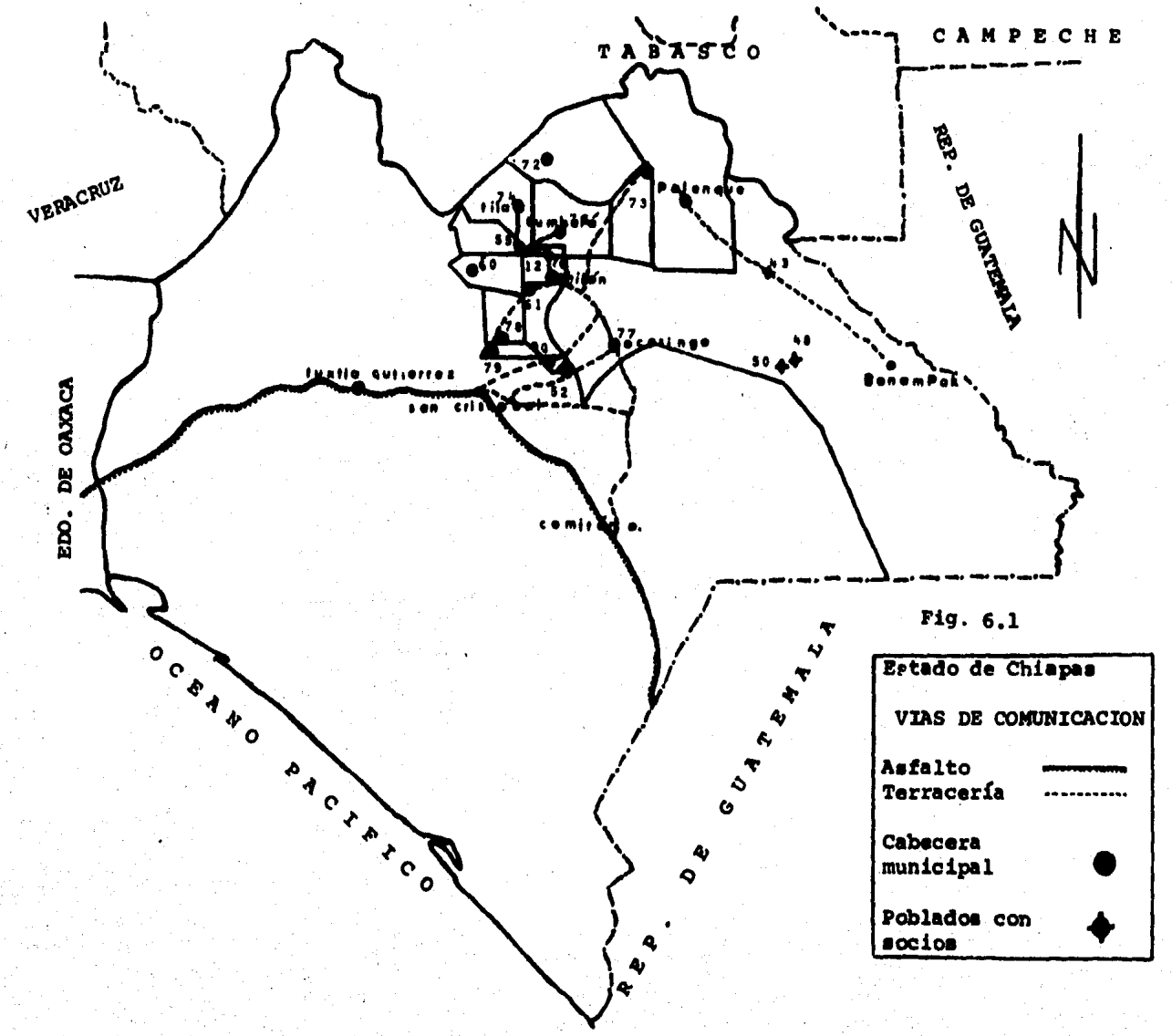
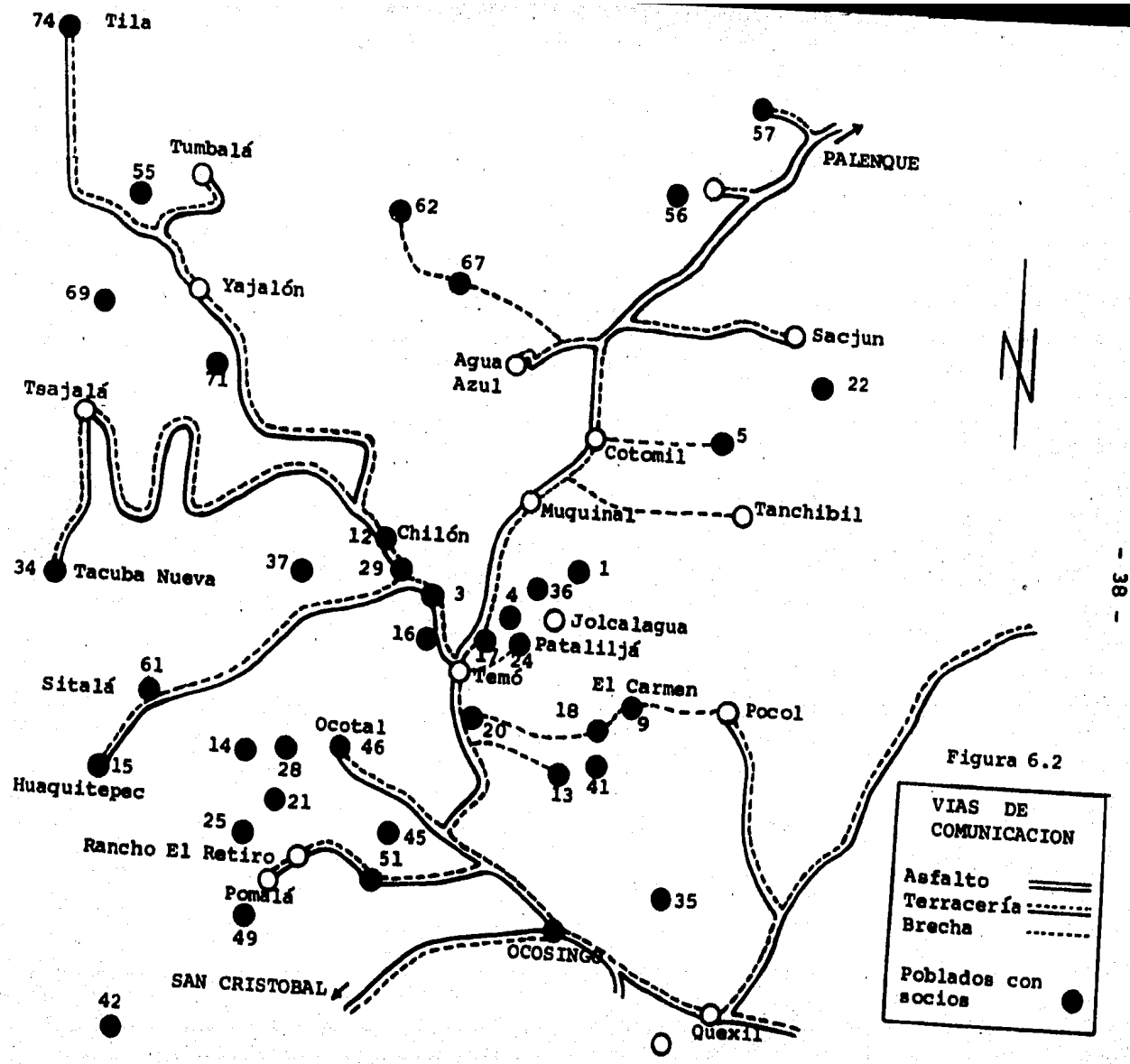

TABASCO
CAMPECHE
VERACRUZ
REP. DE GUATEMALA
EDO. DE OAXACA
OCEANO PACIFICO
REP. DE GUATEMALA
Palenque
Ocosingo
Benemerit
Estado de Chiapas
VIAS DE COMUNICACION
Asfalto
Terracería
Cabecera municipal
Poblados con socios

Fig. 6.1


74 Tila
Tumbalá
55
Yajalón
69
Tsajalá
71
34 Tacuba Nueva
37
12 Chilón
29
3
16
Sitalá
61
15
Huaquitepec
14
28
21
25
Rancho El Retiro
Pomalá
49
42
SAN CRISTOBAL
Ocotal
46
45
51
62
67
Agua Azul
57
PALENQUE
56
Sacjun
22
Cotomil
5
Muquinal
Tanchibil
1
4
36
Jolcalagua
Patalilja
17
24
Temó
20
18
El Carmen
9
Pocol
13
41
35
OCOSINGO
Quexil
Figura 6.2
VIAS DE COMUNICACION
Asfalto
Terracería
Brecha
Poblados con socios

Claves correspondientes a las figuras 6.1 y 6.2

Clave	Poblado	Clave	Poblado
1	Alancacualá	41	Xaxalá-Jericó
2	Alanzacún	42	Cancuc
3	Bachajón	43	Damasco
4	Baminas	44	Ejido Ocosingo
5	Bolontin	45	Gloria
6	Buenavista	46	Ocotal
7	Canoilja	47	Rancho Mateo
8	Cantetic	48	San Caralampio
9	Carmen	49	San Marcos
10	Cintajal	50	San Pedro
11	Chatetic	51	Sibacjá
12	Chilón (*)	52	Mabilza
13	Delina	53	Paraíso
14	Edén	54	Santa Lucía
15	Huaquitepec	55	Petalcingo (*)
16	Joybé	56	Embarcadero
17	Jolamaltzac	57	Punta Brava
18	Jatoaquil	58	Viena
19	Jotolá	59	San Lázaro
20	Las Canchas	60	Simojovel
21	Mequejá	61	Sitalá (*)
22	Oxjetjá	62	I. Allende
23	Pomalá	63	Cacahuatal
24	Patalilja	64	Cuctiepa
25	Pathuitz	65	Embarcadero
26	Paxilá	66	Pactium
27	Pechitón	67	V. Carranza
28	Pinabetal	68	Bachajón
29	Primavera	69	E. Zapata
30	Quisisal	70	Temó
31	Ramosil	71	Ventana
32	Reforma-Canaquil	72	Salto de Agua (*)
33	San Antonio Cacteal	73	Palenque (*)
34	Tacuba Nueva	74	Tila (*)
35	Tiaquil	75	Tumbalá (*)
36	Tunampay	76	Yajalón (*)
37	Tzoljá	77	Ocosingo (*)
38	Uxyoquet	78	Pantelhó (*)
39	Xabá	79	Chenalhó (*)
40	Xaquilá	80	Oxcuc (*)

* Cabeceras Municipales.

B. Evaluación de Calidad.

Se realizaron tres réplicas en todas las muestras - determinándose: %Humedad, Acidez, % Cenizas, % Azúcar Reductor Directo, % Sacarosa, H.M.F. y color; tomando como referencia - las técnicas y límites propuestos por la Norma Regional Europea elaborada por la Comisión Mixta FAO-OMS del (Codex Alimentarius. C. 1969)

1. Humedad. (Wedmore 1955). El contenido de humedad se determinó indirectamente por la medición de el índice de refracción. Se utilizó un refractómetro de Abbe efectuándose las mediciones a temperatura ambiente y corrigiendo los valores para una temperatura de 20°C. El % de humedad se obtuvo interpolando los valores obtenidos en la tabla que se reporta en la Norma. (Codex - Alimentarius, 1969).

2. Acidez. Se determinó por medio de una titulación directa de una solución de miel (5g. de miel en 75 ml. de agua destilada - libre de carbonatos) con NaOH 0.1 N, utilizando como indicador fenolftaleína al 1.0%. El resultado expresado en miliequivalentes de ácido/Kg. de miel se obtiene de la fórmula: (Codex Alimentarius C. 1969).

$$\text{Acidez (meq/Kg)} = \frac{N \times V \times 1000}{\text{g de muestra}}$$

3. Cenizas. Se determinó el contenido de cenizas pesando 5 g. de miel en un crisol a peso constante calcinando con un mechero hasta ennegrecimiento de la muestr, utilizando en este paso una gota de aceite de oliva para impedir la formación de espuma; -- posteriormente se calcinó en una mufla a temperatura de 600°C - hasta peso constante. El resultado se expresa en % de cenizas calculado de la siguiente forma: (Codex Alimentarius C. 1969).

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{\text{g de cenizas} \times 100}{\text{g de miel}}$$

4. Azúcar Reductor Directo. La Norma Regional Europea (Codex - Alimentarius C. 1969) recomienda la utilización del método de - Fehling, modificación de Lane-Eynon-Soxhlet. Dado el gran número de muestras a analizar y la mayor complejidad de este método se utilizó el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico (D.N.S.) - modificación de Bernfeld (Sumner J.B. 1921; Fischer y Stein, -- 1961; Noelting y Bernfeld 1948): sin embargo se estimó la correlación entre ambos métodos. (Apéndice IV).

Preparación del reactivo: 10 g de ácido 3,5-D.N.S. se suspen-- den en aproximadamente 200 ml. de agua destilada; se añade una solución de sosa (16 g en 150 ml de agua) gota a gota bajo una buena agitación, calentando un poco si es necesario; se añaden poco a poco 300 g de tartrato de sodio y potasio y se afora a - un litro. Se mantiene en oscuridad.

El método consiste en hacer reaccionar 1 ml. de la solución problema con 1 ml. de solución alcalina de D.N.S. incubando 5 minutos a temperatura de ebullición, enfriando posteriormente en baño de hielo y diluyendo para su posterior determinación de absorbancia a 540 nm. Se construye una curva patrón de diferentes concentraciones de mezclas equimoleculares de glucosa-fructosa contra Absorbancia a 540 nm. y se interpolan los valores obtenidos para los diferentes problemas.

Debido a que se tomaron como base los límites propuestos por la Norma Regional Europea, se efectuó una correlación entre los métodos para obtener el grado de confiabilidad del método de D.N.S. con respecto al de Fehling; para lo cual se prepararon soluciones de 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 y 2.0 g/l de mezclas equimoleculares de glucosa y fructosa; se les determinó el contenido de reductores por ambos métodos a excepción de aquellas soluciones en las que, por su baja concentración, no pudiera ser aplicado el método de Fehling, ya que el volumen gastado en la titulación debe ser entre 15 y 50 ml. (las concentraciones de dichas soluciones fueron de 0.2-1.0g/l)

5. Sacarosa. Se efectuó la medición de el contenido de Reductores Totales para lo cual se utilizó la inversión de Walker (A.O.A.C.) que consiste en calentar la muestra de ensayo hasta 65 °C

en Baño María, añadir HCl 6.34 N y dejar reposar 15 min. fuera del baño, enfriar hasta 20°C y neutralizar con NaOH 5 N utilizando papel tornasol como indicador. Esta solución se analiza de la misma forma que la anterior. El contenido de sacarosa se obtiene con la fórmula:

% Sacarosa = (% Red. Tot. - % Red. Dir.) 0.95

6. Hidroximetilfurfural. Se siguió el método de Winkler(1955) que consiste en hacer reaccionar una solución de miel con una solución al 10% de p-toluidina en isopropanol y una solución de ácido barbitúrico al 0.5% para formar un complejo colorido al que se determinará Densidad Optica en un espectrofotómetro (PYE UNICAM SP 30 UV) a una longitud de onda de 550 nm. hasta que la mezcla alcance su valor máximo.

El resultado se expresa en ppm (mg. de H.M.F./Kg. de miel) calculado de la fórmula:

$$\text{H.M.F. (ppm)} = \frac{\text{Absorbancia}}{\text{espesor de la celda}} \times 192$$

para una muestra de 10 g. de miel analizada en la forma que indica la Norma. (Codex Alimentarius C. 1969).

7. Color. Se realizó un método por comparación, utilizando un aparato Lovibond 100 para mieles. El color se clasifica de acuerdo a la siguiente escala arbitraria, dada en unidades Lovibond (U.L.).

U.L.	Color
6 - 12	Extra Blanco
14 - 24	Blanco
28 - 40	Ambar extra claro
42 - 63	Ambar claro
68 - 98	Ambar obscuro

C. Beneficio de la miel.

Para este estudio se utilizó al grupo de muestras frescas realizándose mezclas y determinándoles posteriormente % humedad, Acidez, % cenizas, % Azúcares Reductores directos, % sacarosa, H.M.F. y color con base en las técnicas descritas.

El criterio de clasificación para efectuar las mezclas se basó en las medias globales de humedad, cenizas, acidez H.M.F. y color de cada grupo de muestras frescas dando lugar a 5 categorías arbitrarias: excelente, muy buena, buena, regular y ligeramente mala. El grupo de muestras que presentó valores medios dentro de los límites permitidos por la Norma Regional Europea se clasificaron como de excelente, muy buena, buena y regular calidad, dependiendo del margen de tolerancia entre el valor medio y el límite permitido. El grupo que excedió en por lo menos un valor límite de los análisis, se calificó como ligeramente mala.

Para obtener las mezclas se realizaron los siguientes pasos:

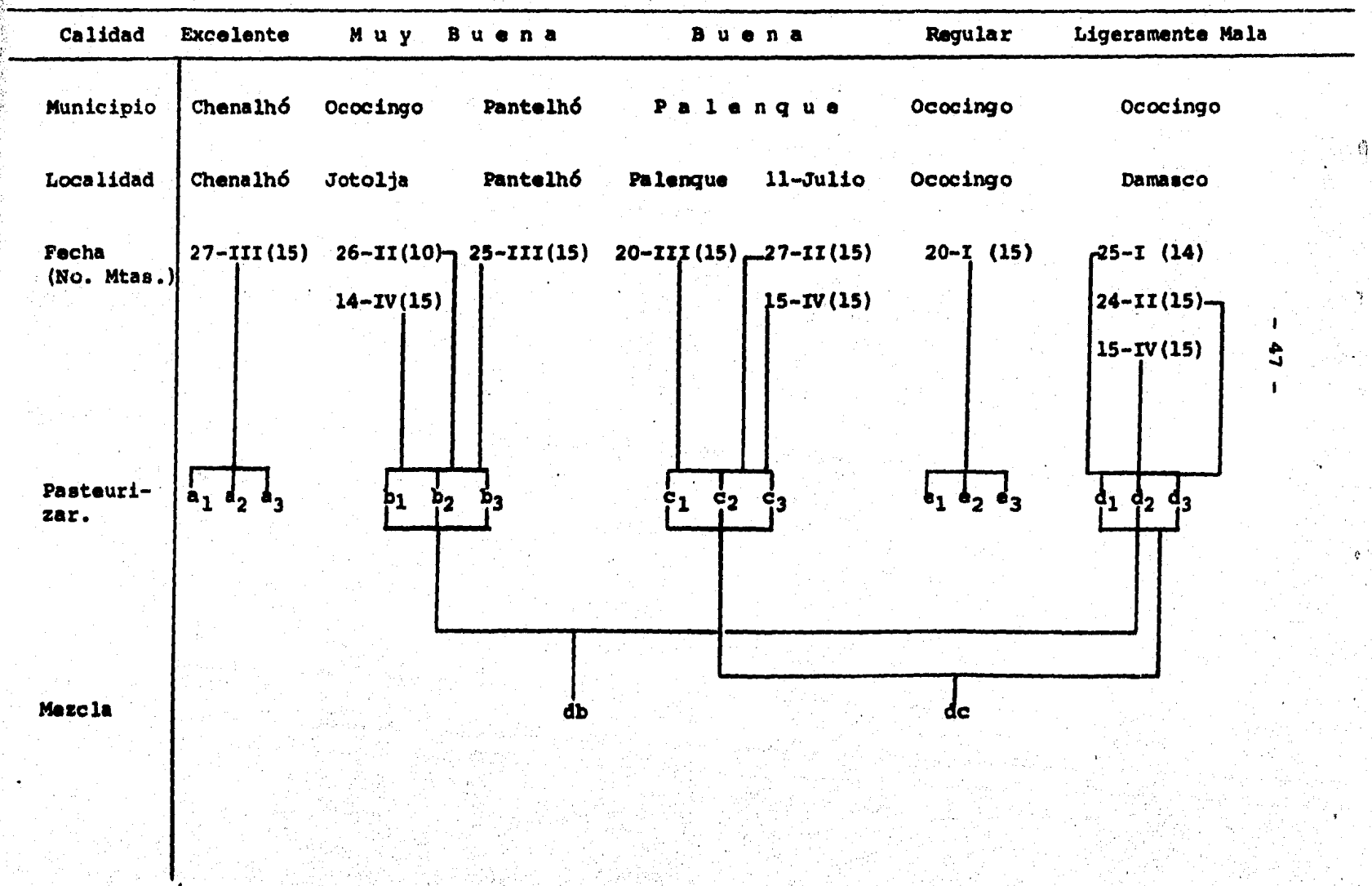
1) Extracción de la miel por medio de la compresión manual del panal, mezclándose con base en las cinco categorías formadas y generando tres sublotes de cada una de las categorías: $a_{1\,2\,3}$; $b_{1\,2\,3}$; $c_{1\,2\,3}$; $d_{1\,2\,3}$; $e_{1\,2\,3}$ (Figura 6.3).

2) Pasteurización. Las mezclas fueron calentadas a 65°C durante 30 minutos en un baño a temperatura controlada (White 1975 y Gojmerac 1980).

3) Transcurrido el tiempo de pasteurización, las muestras se homogenizaron mecánicamente en caliente y se enfriaron en agua hasta temperatura ambiente retirando de la superficie la cera remanente una vez solidificada.

Finalmente se obtuvieron dos muestras más: la primera (db), resultado de la mezcla equivalente de las muestras de muy buena calidad con las ligeramente malas y la segunda (dc), se obtuvo de la mezcla equivalente de las muestras de buena calidad con las de ligeramente mala. (Figura 6.3).

Fig. 6.3 Diagrama de Beneficio de la Miel.



D. Procesamiento de resultados.

Los resultados obtenidos para los grupos de muestras almacenadas y frescas se procesaron electrónicamente con el paquete computacional Statistical Analysis System (SAS) versión - 82 2 (Barr et al. 1976). Para el grupo de muestras beneficia-- das se utilizó el módulo STAT PAC de Hewlett-Packard 41 C.

D.1 Análisis Estadístico.

Para cada uno de los grupos de muestras en estudio se realizaron los siguientes análisis estadísticos que a continuación se describen.

D.1.1 Análisis Descriptivo.

A los factores humedad, acidez, cenizas, reductores - directos, sacarosa, HMF y color se les evaluó la media, desviación estándar, valores mínimos y máximos y el coeficiente de variación, globales y por municipios.

D.1.2 Análisis de Correlación

Se elaboró una matriz de correlación simple para muestras almacenadas y frescas de todas las posibles combinaciones entre los factores humedad, cenizas, acidez, reductores direc-- tos, sacarosa, HMF y color evaluando aquellas correlaciones que

presentaron valores significativos y altamente significativos - (Daniel 1977 y Kreyszig 1979).

D.1.3 Análisis de Factores.

Para los grupos de muestras frescas y almacenadas se realizó un análisis de Factores, considerando las características humedad, cenizas, acidez, reductores directos, sacarosa, H. M.F., color y estado de cristalización (Morrison D.F. 1976, -- Mardia K.V. et al. 1981, Pablos y Del Río 1983).

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. Aceptación o rechazo de Mieles.

A.1 Muestras Almacenadas (Apéndice I).

En el grupo de muestras almacenadas se observó que la acidez y el contenido de hidroximetilfurfural (H.M.F.) son los principales factores que determinaron la calidad de la miel en base a los límites fijados por la Norma Regional Europea. Respecto a la acidez, el 13.3% de las muestras está por arriba de los 40 meq/Kg permitidos mientras que en H.M.F., el 10% sobrepasó el límite de 40 ppm. En forma global el 18% no cumplió con acidez, H.M.F. o ambos parámetros. Respecto a los valores de humedad, sacarosa, cenizas y reductores directos, se cumplen satisfactoriamente los límites marcados por la Norma, especialmente en reductores directos y cenizas. El color no es un factor limitante, sin embargo es un criterio altamente relacionado con la calidad de la miel.

A.2 Muestras Frescas (Apéndice II).

En el grupo de muestras frescas, además de la acidez y el HMF, la humedad fue también un factor importante en la calidad. El 27% de las muestras presentó en forma individual al menos uno de los 3 factores por arriba del límite permitido; específicamente respecto a humedad el 4.4%, el 25.79% respecto a

acidez y el 5.03 % respecto a H.M.F.

Tanto en el grupo de muestras almacenadas como en el de las muestras frescas, la acidez es el factor principal de la calidad en un mayor número de muestras.

A.3 Muestras Beneficiadas (Apéndice III).

Las muestras beneficiadas provienen de la mezcla de diferentes mieles frescas tratadas térmicamente (Fig. 6.3). En forma global, el 17.6% sobrepasó uno o los dos parámetros críticos que fueron acidez y HMF. Concretamente el 17.6% respecto a acidez y el 5.9% respecto a H.M.F.

A.4 D.N.S. Y Fehling.

Por correlación se obtuvo un valor de -0.9803 cuya ecuación es: ml gastados = 74.15 - 39.62A_{540} para ml de Fehling contra absorbancia; si se considera % de reductores por Fehling contra % de reductores por DNS el valor de correlación es 0.9957 cuya ecuación es: % Red Dir (Fehling)=4.55 +0.92% Red Dir (DNS); esto permite utilizar a DNS como un método alternativo (Apéndice IV).

B. Análisis Descriptivo.

El número total de muestras analizadas fue 326 a las cuales se les calculó sus valores: máximo, mínimo, media, desviación estándar y coeficiente de variación de cada parámetro de calidad, agrupándose por municipio, así como en forma global.

B.1 Muestras Almacenadas (Cuadro 7.1).

B.1.1 Humedad. La media global es de 18.54% ± 0.94 con un coeficiente de variabilidad bajo, el valor mínimo encontrado es de 15.3%, muestra perteneciente al municipio de Chilón y el valor máximo es de 20.9% localizada en este mismo municipio. Las medias por municipio se pueden considerar con una dispersión baja respecto a la media global, los valores medios extremos se localizan en el municipio de Oxcuc con 16.3% y en el de Sitalá 19.7% sin embargo, en estos municipios solamente se contó con una muestra por lo que estos "valores medios" no son representativos. Se observa que en los municipios con mayor número de muestras, la media tiende a valores de 18% ó 19% de humedad, valores que son aceptables para el 21% límite que señala la Norma o de 19% fijado por la cooperativa. (Fig. 7.1a).

B.1.2 Cenizas. El valor medio global es de 0.18%; todos los valores medios por municipio tienden a este valor, no obstante, los coeficientes de variacción son altos; los valores máximos nos indican una poca probabilidad de que alguna muestra sea rechazada por este parámetro. El valor máximo encontrado es de 0.4% mientras que la Norma fija un límite máximo de 0.6%, este margen está expresado en la figura 7.1 b.

Cuadro No. 7.1 Análisis Descriptivo de las muestras de miel almacenada.

Variable		Global	MUNICIPIOS										
			Chilón	Ocosingo	Oxcuc	Pantelhó	Petalcingo	S.de Agua	Simojovel	Sitalá	Tila	Tumbalá	Yajalón
Humedad	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
(21%Max)*	Max	20.90	20.90	20.00	16.30	18.20	20.0	19.40	19.10	19.70	19.20	20.00	19.90
	Min	15.30	15.30	16.70	16.30	17.70	18.90	18.20	17.00	19.70	18.80	16.60	18.60
	$\bar{X}$	18.54	18.41	18.52	16.30	17.90	19.45	19.00	18.05	19.70	19.07	18.80	19.12
	S	0.94	1.02	0.84	---	0.27	0.78	0.49	1.49	---	0.23	0.75	0.53
	CV	5.05	5.55	4.54	---	1.48	4.00	2.61	8.23	---	1.21	3.97	2.76
Cenizas	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
(0.6% Max)*	Max	0.40	0.37	0.38	0.16	0.19	0.35	0.32	0.28	0	0.36	0.40	0.26
	Min	0.02	0.02	0.05	0.16	0.12	0.16	0.10	0.18	0.18	0.16	0.10	0.13
	$\bar{X}$	0.18	0.15	0.22	0.16	0.15	0.26	0.21	0.23	0.18	0.25	0.19	0.18
	S	0.07	0.07	0.06	---	0.04	0.13	0.08	0.07	---	0.10	0.08	0.05
	CV	42.47	48.25	28.98	---	25.81	52.69	38.62	30.74	---	40.60	39.24	25.92
Acidez	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
(40meq Max)	Max	54.36	46.66	54.36	20.56	37.23	30.28	34.47	40.96	36.15	30.52	51.15	43.90
Kg *	Min	18.29	18.29	20.68	20.56	31.82	28.63	24.67	30.74	36.15	23.38	25.34	26.46
	$\bar{X}$	33.28	32.83	37.73	20.56	34.88	29.46	31.04	35.85	36.15	27.09	37.51	33.30
	S	6.21	6.06	6.53	---	2.77	1.17	3.82	7.23	---	3.58	5.71	5.84
	CV	18.65	18.46	19.94	---	7.95	3.96	12.32	20.16	---	13.21	15.22	17.52
Red.Dir.	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
(60% Min)*	Max	84.86	84.86	84.59	76.90	75.45	76.92	80.37	79.02	71.90	78.96	77.15	77.23
	Min	68.70	70.52	71.06	76.90	74.71	72.46	73.30	77.90	71.90	72.81	68.70	73.93
	$\bar{X}$	75.84	76.67	75.87	76.90	75.18	74.69	75.60	78.46	71.90	75.77	73.07	75.90
	S	3.04	3.05	3.07	---	0.41	3.15	2.80	0.79	---	3.08	2.11	1.23
	CV	4.01	3.98	4.05	---	0.54	4.22	3.70	1.01	---	4.07	2.89	1.62
Sacarosa	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
(10% Max)*	Max	8.49	7.24	7.43	3.70	7.13	4.55	8.49	3.36	2.89	6.85	8.12	6.75
	Min	0.00	0.00	0.00	3.70	3.89	0.00	2.03	2.47	2.89	0.00	0.26	1.74
	$\bar{X}$	2.82	2.32	2.94	3.70	5.54	2.28	5.92	2.92	2.89	2.43	3.10	3.53
	S	2.18	2.12	1.88	---	1.62	3.22	2.99	0.63	---	3.83	1.90	1.96
	CV	77.13	91.56	63.88	---	29.24	141.42	50.53	21.59	---	157.46	61.09	55.60

Cuadro No. 7.1 Análisis Descriptivo de las muestras de miel almacenada. (Cont.)

Variable		Global	MUNICIPIOS										
			Chilón	Ocosingo	Oxcuc	Pantelhó	Petalcingo	S.de Agua	Simojovel	Sitalá	Tila	Tumbalá	Yajalón
H.M.F. (40ppm Max)*	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
	Max	76.61	58.48	63.40	28.99	39.28	28.81	39.44	76.61	19.81	30.78	49.99	45.33
	Min	5.19	5.19	13.50	28.99	30.29	13.63	24.00	22.20	19.81	10.42	15.75	14.01
	$\bar{X}$	27.44	25.39	29.26	28.99	33.36	21.22	30.75	49.41	19.81	22.96	29.56	27.26
	S	10.32	9.41	10.50	---	5.13	10.73	6.30	38.47	---	10.97	8.69	10.82
	CV	37.62	37.05	35.89	---	15.36	50.58	20.50	77.87	---	47.78	29.41	39.69
Color (U.L.)	N	150	73	33	1	3	2	5	2	1	3	21	6
	Max	83.00	48.00	83.00	28.00	48.00	48.00	48.00	68.00	28.00	42.00	48.00	48.00
	Min	24.00	24.00	34.00	28.00	34.00	42.00	28.00	42.00	28.00	34.00	24.00	42.00
	$\bar{X}$	39.79	39.75	41.21	28.00	40.67	45.00	37.20	55.00	28.00	36.67	36.00	46.00
	S	7.74	6.17	10.13	---	7.02	4.24	7.82	18.36	---	4.62	5.69	3.10
	CV	19.46	5.53	24.59	---	17.27	9.42	21.03	33.43	- -	12.60	15.81	6.74

N = Número de muestras
Max = Valor máximo
Min = Valor mínimo
$\bar{X}$ = Valor medio
S = Desviación Estandar
CV = Coeficiente de variación
* Valor límite propuesto por la norma Regional Europea.

B.1.3 Acidez. El valor medio global fue de 33.28 meq/Kg ±6.21, el coeficiente de variación de 18.65% indica una dispersión relativamente baja entre los valores encontrados. Se tiene un valor mínimo de 18.29 meq/Kg de una muestra perteneciente al municipio de Chilón y un valor máximo de 54.36 meq/Kg de una muestra perteneciente al municipio de Ocosingo. La Norma fija un límite máximo de 40 meq/Kg, encontrándose en los municipios de Chilón, Ocosingo, Simojovel, Tumbalá y Yajalón muestras por arriba de este valor límite; esto es significativo ya que de los 11 municipios analizados, cinco presentan problemas de acidez. Sin embargo, las medias por municipio, no están dispersas respecto de la media global, (Fig. 7.1c) sugiriendo que la práctica del beneficio permitiría la aceptación de la mayoría o la totalidad de las muestras.

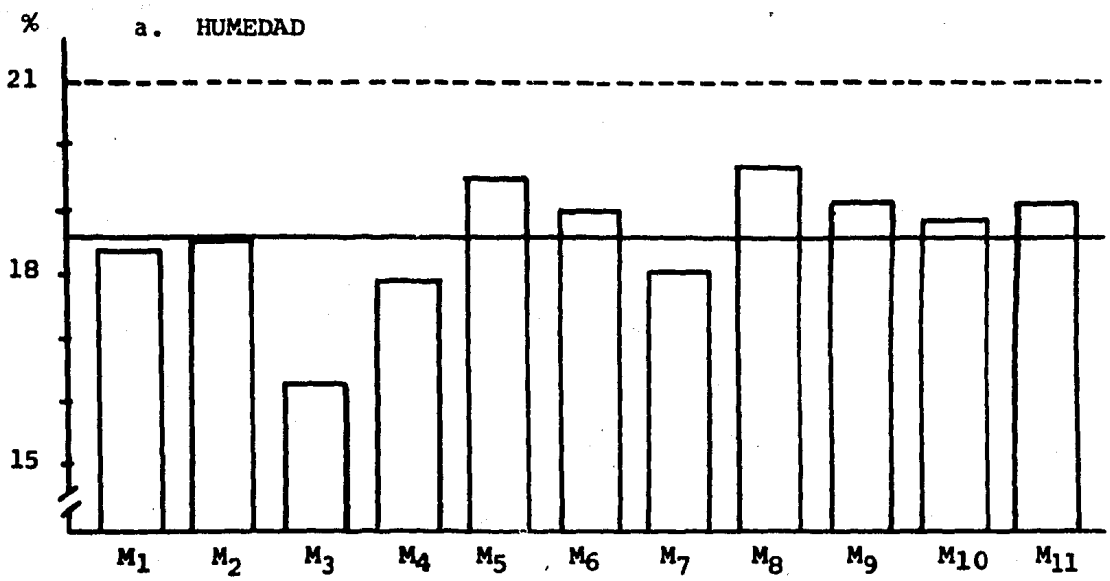
B.1.4 Reductores Directos. El valor medio global es de 75.84% ± 3.04% y un coeficiente de variación bajo. El comportamiento estadístico por municipio es muy similar. El valor mínimo se localiza en una muestra perteneciente al municipio de Tumbalá con 68.70 %, valor muy por arriba del límite inferior de 60.0% que marca la Norma (Fig. 7.1d). Esto sugiere que el porcentaje de reductores no representa un problema en la calidad de la miel.

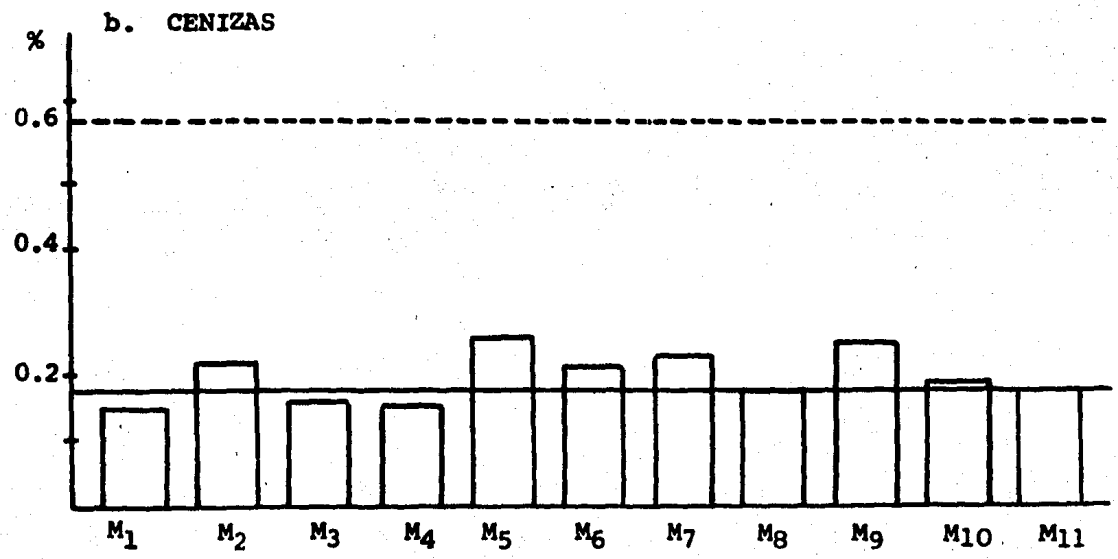
B.1.5 Sacarosa. Se encontró un valor medio global de 2.82% - ± 2.18 y un valor alto de coeficiente de variabilidad, esta dispersión se ve reflejada en los valores mínimos y máximos que van de 0 a 8.49%; la tendencia por municipios es muy similar (Fig.7. 1 e), esto posiblemente porque el contenido de sacarosa, además de estar relacionado con el origen del néctar, lo está con la - eficiencia de hidrólisis enzimática de la abeja.

B.1.6 H.M.F. El HMF es uno de los parámetros que limitó en - 10% la calidad de las muestras almacenadas; sin embargo, las medias toman valores aceptables a excepción de Simojovel cuyo valor es de 49.41 ppm, es decir, 9.41 ppm por arriba del límite, aunque se trata de un municipio poco representativo pues sólo - se contó con dos muestras, de las cuales, una de ellas tuvo un contenido alto de HMF, aunado a esto se tiene la tendencia de - las medias las cuales se centran entre 20 y 30 ppm confirmando que el problema no es grave, pues la mayoría de las muestras - que fueron rechazadas, no se excedieron en más de 10 ppm; este exceso de HMF está relacionado con la naturaleza de las mues-- tras ya que el almacenamiento es una de las causas de la elevación del HMF (White, 1980).

En los municipios en los que se encontró muestras con un contenido de HMF por arriba del límite son: Chilón, Ocosingo, Simojovel, Tumbalá y Yajalón.

Fig. 7.1 Tendencia de los valores medios respecto al valor fijado por la Norma Europea de las diferentes características analizadas para muestras almacenadas



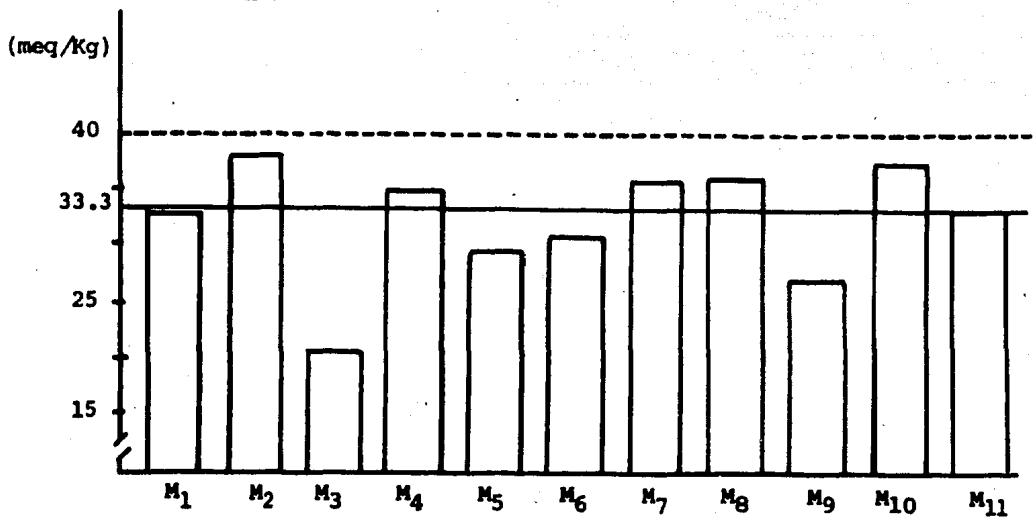


----- Límite Norma

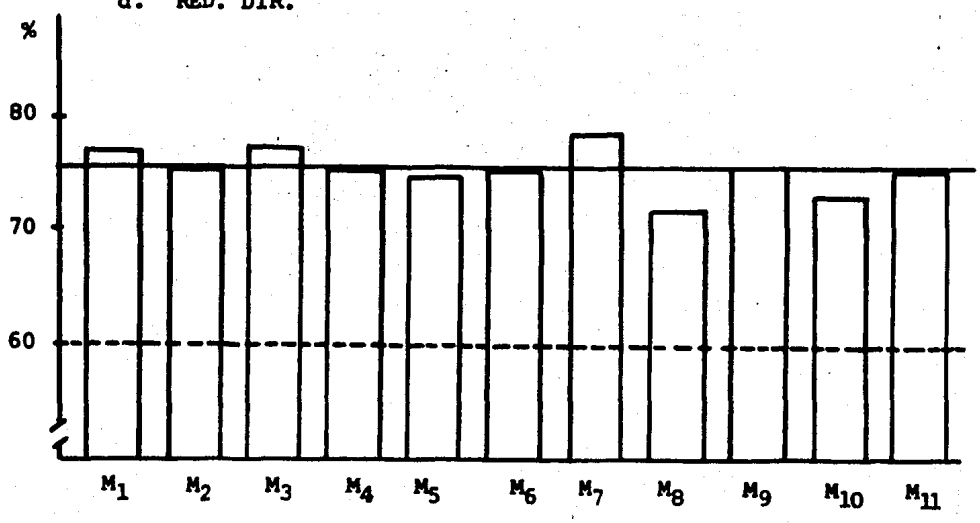
——— Media Global

Fig. 7.1 (Cont.)

c. ACIDEZ



d. RED. DIR.

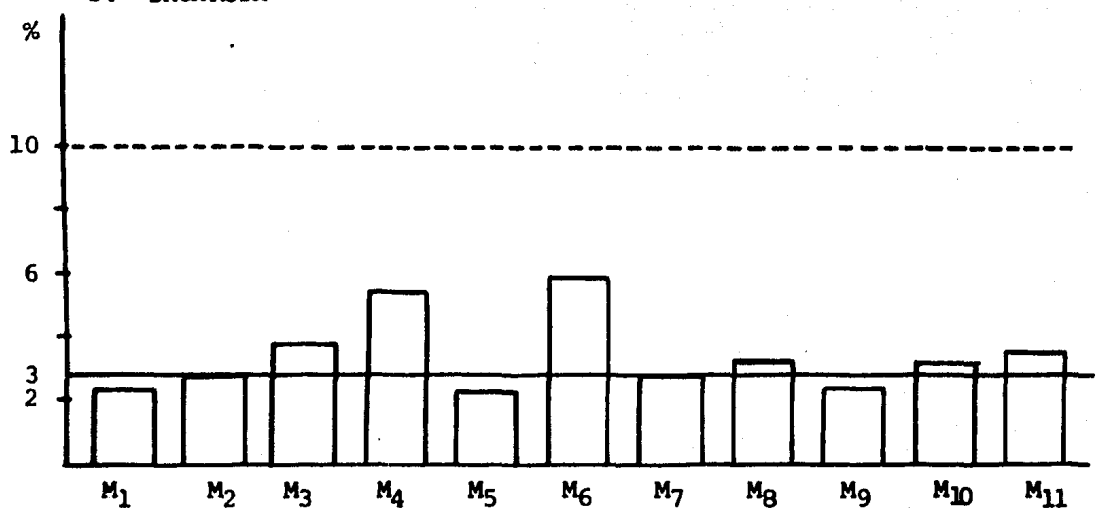


----- Límite Norma

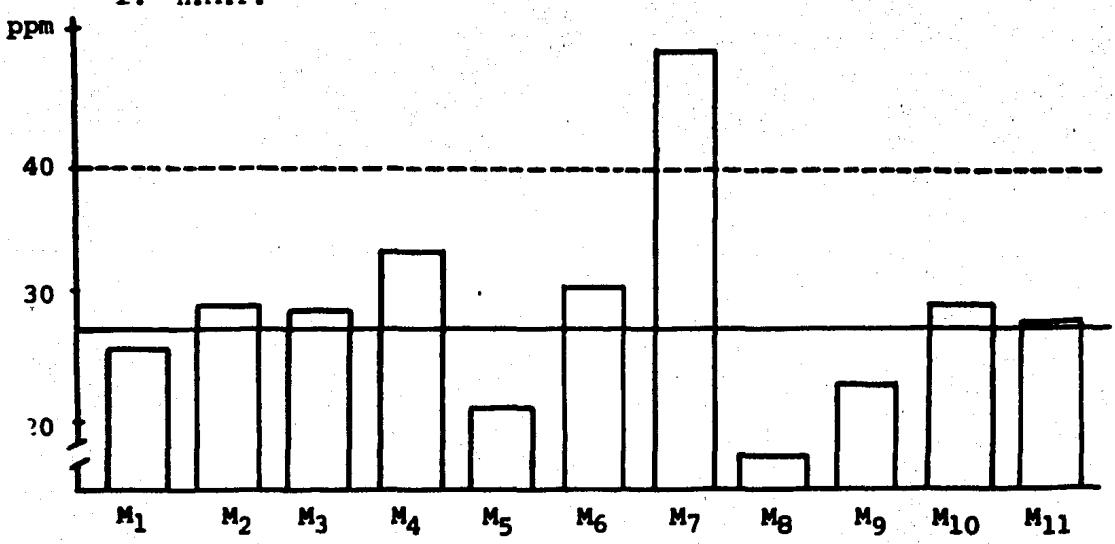
——— Media Global

Fig. 7.1 (Cont.)

e. SACAROSA



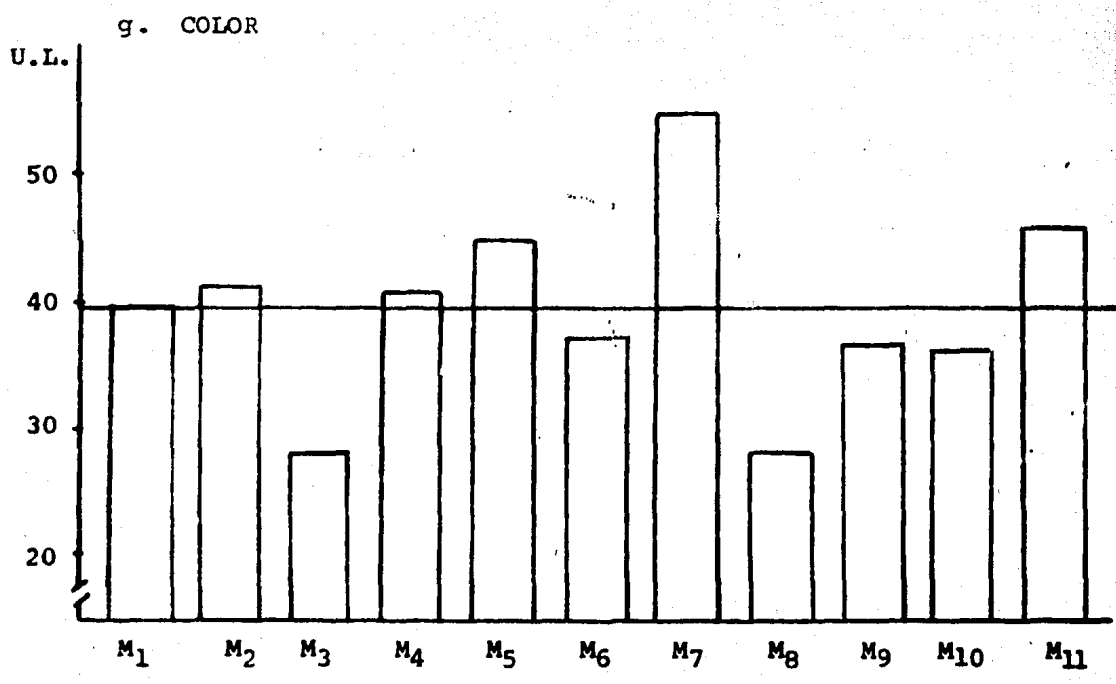
f. H.M.F.



------ Límite Norma

——— Media Global

Fig. 7.1 (Cont.)



Municipios:

M_1= Chilón M_2= Ocosingo M_3= Oxcuc M_4= Pantelhó

M_5= Petalcingo M_6= S. de Agua M_7= Simojovel

M_8= Sitalá M_9= Tila M_{10}= Tumbalá M_{11}= Yajalón

------ Límite Norma

——— Media Global

B.1.7 Color. Es un factor importante en el gusto del consumidor. Generalmente valores superiores a 68 unidades Lovibond - (U.L.) corresponden a mieles de color ámbar obscuro cuyo precio comercial se ve reducido en el mercado Europeo.

La media global es de 39.79 U.L. ± 7.74; donde la mayoría de los municipios presentan esta tendencia a excepción de Simojovel cuya media es de 55 U.L.; sin embargo, recuérdese que se trata de un municipio poco representativo. Los coeficientes de variación nos señalan poca dispersión de valores.

B.2 Muestras Frescas. (Cuadro 7.2).

B.2.1 Humedad. La media global es de 18.15% ± 1.65; el coeficiente de variación, aunque es bajo, es mayor que para el grupo de muestras almacenadas; esto indica una dispersión de valores más amplia que es reflejada en valores por arriba del 21% estipulado; sin embargo, son muestras aisladas las que sobrepasan - la Norma, por tanto, poco significativas; estas se localizan en los municipios de Ocosingo, Pantelhó y Palenque; es importante hacer notar el comportamiento estadístico de las muestras procedentes de Chenalhó que, no sólo presenta el valor medio más bajo (16.41%), sino que se coeficiente de variación es también bajo, presentando un valor máximo de 17.50% y 14.80% como valor - mínimo. Este bajo porcentaje de humedad permite a las muestras

Cuadro No. 7.2 Análisis descriptivo para las muestras de miel fresca.

Variable (norma)		Global	MUNICIPIOS			
			Ocosingo	Pantelhó	Chenalhó	Palenque
Humedad	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	24.90	22.40	24.90	17.50	21.80
(21%Max)	Min	14.80	14.90	15.70	14.80	15.70
	$\bar{X}$	18.15	18.39	17.29	16.41	18.56
	S	1.65	1.58	2.48	0.89	1.12
	CV	9.07	8.58	14.34	5.44	6.04
Cenizas	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	0.45	0.41	0.31	0.34	0.45
(0.6%Max)	Min	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08
	$\bar{X}$	0.23	0.23	0.13	0.21	0.25
	S	0.09	0.07	0.06	0.11	0.10
	CV	39.23	29.36	49.98	49.76	40.46
Acidez	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	91.88	91.88	32.73	27.59	90.76
(40 meq max)	Min	13.32	18.69	14.75	13.32	20.68
Kg	$\bar{X}$	35.48	40.51	25.17	18.08	35.33
	S	16.60	18.45	4.37	4.03	12.15
	CV	46.77	45.55	17.37	22.28	34.39
Red. Dir.	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	83.59	83.59	81.52	82.14	81.80
60%Min)	Min	67.57	67.57	74.10	73.30	70.18
	$\bar{X}$	76.23	76.07	76.79	77.95	75.75
	S	2.73	2.85	2.09	2.21	2.64
	CV	3.58	3.75	2.72	2.84	3.49
Sacarosa	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	9.07	8.82	7.94	8.02	9.07
(10%Max)	Min	0.00	0.00	0.68	0.00	0.00
	$\bar{X}$	3.40	3.43	2.94	2.56	3.97
	S	2.30	2.26	1.87	1.96	2.54
	CV	66.59	65.72	63.64	76.43	63.93

Cuadro No. 7.2 Análisis descriptivo para las muestras de miel fresca. (Cont.)

Variable (norma)		Global	MUNICIPIOS			
			Ocosingo	Pentelhó	Chenalhó	Palenque
H.M.F.	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	196.90	196.90	11.49	9.80	119.36
	Min	0.24	0.24	2.45	1.91	1.78
(40ppm Max)	$\bar{X}$	12.84	16.24	5.40	5.71	11.34
	S	21.92	26.82	2.38	2.43	17.45
	CV	170.76	165.09	44.06	42.61	153.90
Color (U.L.)	N	159.00	84.00	15.00	15.00	45.00
	Max	98.00	98.00	34.00	24.00	83.00
	Min	6.00	8.00	6.00	17.00	14.00
	$\bar{X}$	24.47	26.58	17.80	19.33	24.47
	S	17.18	20.61	8.02	3.42	14.18
	CV	70.18	77.53	45.05	17.67	57.98

N = Número de muestras
Max = Valor maximo
Min = Valor mínimo
$\bar{X}$ = Valor medio
S = Desviación Estandar
CV = Coeficiente de variación
* Valor límite propuesto por la norma Regional Europea.

tener una mayor estabilidad frente a los factores que afectan - la calidad, así se podrá observar que en todos los factores analizados, estas muestras presentan los valores óptimos.

B.2.2 Cenizas. La media global es de 0.23% ± 0.09; el coeficiente de variación de 39.23%, expresa una variación alta. Los valores medios en tres de los cuatro municipios están muy cercanos a la media global, solamente el municipio de Pantelhó presenta una media mucho menor (0.13%) que es comparativamente similar a la que se obtuvo para el grupo de muestras almacenadas. Nuevamente se hace evidente que el parámetro cenizas no representa una limitante en la calidad de la miel.

B.2.3 Acidez. La media global de 35.48 meq/Kg se encuentra - muy cercana al valor límite de la Norma. Un grupo numeroso de muestras que está principalmente localizado en el municipio de Ocosingo, presenta valores altos de acidez; el valor medio para este municipio sobrepasa en 0.51 meq/Kg el límite de 40 meq/Kg, su coeficiente de variación, al igual que el global, es elevado; esta dispersión de valores se ve reflejada en los valores máximo y mínimo de 91.88 y 18.69 meq/Kg respectivamente. Otro porcentaje, aunque menor, de muestras rechazadas se localiza en el municipio de Palenque; en contraste con los dos municipios señalados, Pantelhó y Chenalhó presentan medias de acidez mucho menores que la media global, no encontrándose muestras con proble

mas de acidez alta, esto está muy asociado con el porcentaje de humedad de las muestras como veremos posteriormente.

B.2.4 Reductores Directos. El mismo comportamiento que para el grupo de muestras almacenadas se vuelve a encontrar en este grupo; esto es, valores medios tanto global como por municipios muy homogéneos que fluctúan entre 75 y 77%, coeficientes de variación muy bajos y desviaciones estándar con valores inferiores a 3%. Nuevamente se señalará que este parámetro no es determinante de la calidad de miel de la región.

B.2.5 Sacarosa. Los valores medios por municipio respecto a la media global, no tienen gran diferencia quedando comprendidos entre 2 - 4%, sin embargo, los coeficientes de variación son altos, encontrándose una gran dispersión como se observó en el grupo de muestras almacenadas.

B.2.6 H. M. F. Los valores medios global y por municipios son muy bajos respecto a el valor límite de la Norma, no obstante, este parámetro representó el 5.03% de rechazo que, aunque es bajo, es significativo dada la naturaleza de las muestras, ya que la miel fresca no debería presentar un contenido de H.M.F. muy grande (White, 1980); esto nos está indicando que un factor externo está determinando este comportamiento que más tarde, en el análisis de correlación, se verá. Además, hay que subrayar

que el contenido de HMF en las muestras rechazadas es muy superior al que pudo encontrarse en las muestras almacenadas. Nuevamente es en los municipios de Ocosingo y Palenque donde se localizan las muestras rechazadas, mientras que los valores obtenidos para las muestras de Pantelhó y Chenalhó son compatibles con su naturaleza.

B.2.7 Color. Los valores medios son comparativamente menores a los que se obtuvieron en el grupo de muestras almacenadas, con la diferencia de que los coeficientes de variación para Ocosingo y Palenque son muy altos; esta dispersión se observa en los valores mínimos y máximos señalados que, para el caso de Ocosingo son 8 y 98 U.L. respectivamente; sin embargo, el valor medio que, como se mencionó es bajo, indica que son pocas estas dispersiones a valores mayores.

B.3 Muestras Beneficiadas. (Cuadro 7.3).

B.3.1 Humedad. La media global obtenida es de 17.7% que comparada con la media global de el grupo de muestras frescas es menor en 0.38%. Ninguna de las mezclas sobrepasa el límite máximo fijado por la Norma. El valor máximo de 19.3% que excede en 0.3% al límite que fija la cooperativa, se encuentra localizado en el grupo d, que es el resultado de la mezcla de muestras del municipio de Ocosingo, específicamente del poblado de Damasco -

Cuadro No. 7.3 Estadistica descriptiva para el grupo de miel beneficiada.

Parámetro		Clave de clasificación							
		Global	a	b	c	d	e	bd	cd
% Humedad (21% Max)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	19.30	16.9	17.6	19.10	19.20	17.7	17.9	18.3
	Min	15.80	15.8	16.8	18.80	18.30	16.7	17.9	18.3
	$\bar{X}$	17.77	16.43	17.23	18.90	18.90	17.17	17.9	18.3
	S	1.04	0.57	0.40	0.17	0.53	0.50	---	---
	C.V.	5.86	3.46	2.35	0.92	2.80	2.93	---	---
% Cenizas (0.6% Max)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	0.25	0.22	0.20	0.26	0.25	0.21	0.22	0.22
	Min	0.19	0.20	0.19	0.22	0.22	0.19	0.22	0.22
	$\bar{X}$	0.22	0.21	0.20	0.24	0.23	0.20	0.22	0.22
	S	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	---	---
	C.V.	9.34	5.41	2.94	8.55	6.55	5.68	---	---
Acidez (40meq/Kg)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	86.48	19.63	23.74	33.95	86.48	31.04	29.20	32.32
	Min	14.90	14.90	22.62	26.68	45.30	23.29	29.20	32.32
	$\bar{X}$	31.54	16.75	23.34	29.18	61.36	27.57	29.20	32.32
	S	17.04	2.53	0.62	4.14	22.03	3.94	---	---
	C.V.	54.04	15.11	2.67	14.17	35.90	14.28	---	---
H.M.F. (40 ppm)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	47.48	7.68	6.81	14.86	47.48	8.21	13.60	17.19
	Min	5.64	5.64	6.10	12.28	9.17	6.02	13.60	17.19
	$\bar{X}$	12.36	6.70	6.53	13.83	25.71	7.02	13.60	17.19
	S	10.10	1.02	0.38	1.36	19.68	1.11	---	---
	C.V.	81.71	15.26	5.79	9.87	76.54	15.75	---	---

Cont. Cuadro No. 7.3

Parámetro		Clave de clasificación							
		Global	a	b	c	d	e	bd	cd
Red. Dir. (60% min)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	81.49	80.41	78.88	78.59	77.71	81.49	79.30	77.63
	Min	74.59	78.05	74.59	78.06	76.14	80.15	79.30	77.63
	$\bar{X}$	78.56	79.55	77.17	78.34	76.84	80.95	79.30	77.63
	S	1.81	1.30	2.27	0.27	0.80	0.71	---	---
	C.V.	2.30	1.64	2.95	0.34	1.04	0.87	---	---
Sacarosa (10% Max)*	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	4.04	3.59	4.04	0.15	4.42	3.09	3.19	3.74
	Min	0.0	0.15	0.71	0.00	1.35	1.79	3.19	3.74
	$\bar{X}$	2.05	1.86	2.02	0.05	2.75	2.61	3.19	3.74
	S	1.52	1.72	1 77	0.09	1.55	0.71	---	---
	C.V.	81.71	15.26	5.79	9.87	76.54	15.75	---	---
Color (U.L.)	N	17	3	3	3	3	3	1	1
	Max	68.00	17.00	17.00	42.00	68.00	40.00	42	48
	Min	17.00	17.00	17.00	34.00	40.00	34.00	42	48
	$\bar{X}$	34.88	17.00	17.00	38.67	57.00	38.00	42	48
	S	16.17	0.00	0.00	4.16	14.93	3.46	---	---
	C.V.	46.37	0.00	0.00	10.77	26.20	9.12	---	---

N = Número de muestras
Max = Valor maximo
Min Valor mínimo
* Valor límite propuesto por la norma Regional Europea.

$\bar{X}$ = Valor medio
S = Desviación Estandar
CV = Coeficiente de variación

que es donde se localiza el mayor número de rechazo; el valor - mínimo de 15.8 proviene de la mezcla de las muestras del municipio de Chenalhó.

B.3.2 Cenizas. El porcentaje medio de cenizas no presenta en todas las mezclas una gran dispersión respecto a la media global; ésta no se vió afectada significativamente con el proceso de beneficio, ya que es de 0.22% mientras que para el grupo de muestras frescas es de 0.23%.

B.3.3 Acidez. El coeficiente de variación global es grande lo que indica amplia dispersión, se tiene así que el valor medio - es de 31.54 meq/Kg y los valores máximo y mínimo son de 86.48 y 14.9 meq/Kg respectivamente. El valor máximo está muy por arriba del límite permitido (40 meq/Kg) y pertenece a una mezcla de el grupo d cuyo valor mínimo es de 45.30 meq/Kg que también está por arriba de lo permitido. Sin embargo, se ve que al realizar una nueva mezcla de este grupo con el grupo b y el c, el valor de acidez cae dentro de los límites de la Norma; de esta -- forma se logra que una miel que pudiera haber sido rechazada no lo sea y, si la nueva mezcla es adecuada, alcanzará una buena - calidad, además el proceso fermentativo que probablemente originó la elevada acidez queda detenido durante el beneficio, al realizarse la pasteurización.

B.3.4 Reductores Directos. La media global es de 78.56% ± 1.81 los valores medios por mezcla no se encuentran muy alejados de este valor. Los coeficientes de variabilidad son bajos en todos los casos. Comparativamente con los resultados de las muestras frescas existe un aumento de 1 a 2% de reductores directos que posiblemente se deba entre otras cosas, a una concentración de sólidos por evaporación de agua durante el beneficio.

B.3.5 Sacarosa. Al igual que en los otros dos grupos analizados (frescas y almacenadas), los coeficientes de variación son altos siendo los valores mínimo y máximo 0 y 4.04% respectivamente. Las medias de las mezclas no presentan una dispersión superior a ± 2% con respecto al valor medio global de 2.05%

B.3.6 H.M.F. La media global de 12.36 ppm no presenta una diferencia significativa respecto al valor medio global del grupo de muestras frescas. El coeficiente de variación global es alto, esto se ve reflejado en los valores mínimo (5.64 ppm) y máximo (47.48 ppm). Los valores medios bajos se encontraron en las mezclas a, b y e; es necesario hacer notar que los valores medios de estas no presentan una dispersión significativa respecto a las muestras frescas lo que indica que un tratamiento térmico adecuado durante el beneficio no repercute en un aumento del contenido de HMF.

Por otra parte, las mezclas c y d tienen los valores

medios más altos y corresponden a los municipios de Palenque y Ocosingo donde se encontró muestras frescas con valores por - arriba del límite; como se observa, el beneficio ha permitido - el paso de la mezcla, más aún, una segunda mezcla con otro grupo de mieles (bd y cd) permite reducir aún más la probabilidad de ser rechazada por este factor.

B.3.7 Color. Las mezclas a y b presentan ambas una media de - 17 U.L. que corresponde a un color blanco miel, mientras que el resto de las mezclas tienen un color ámbar claro; consecuente-- mente la media global de 34.8 U.L. corresponde a un color extra claro. Algo que se hizo evidente es que aquellas muestras con un color ámbar más obscuro predominan sobre las de color más - claro, así por ejemplo la mezcla bd que resultó de la mezcla -- equivalente de b con 17 U.L. y de d con 57 U.L., se obtuvo una media de 42 U.L. siendo que la media matemática que se esperarí a sería de 37 U.L.

Fig. 7.2 Tendencia de los valores medios respecto al valor fijado por la Norma Europea de las diferentes características analizadas para muestras frescas.

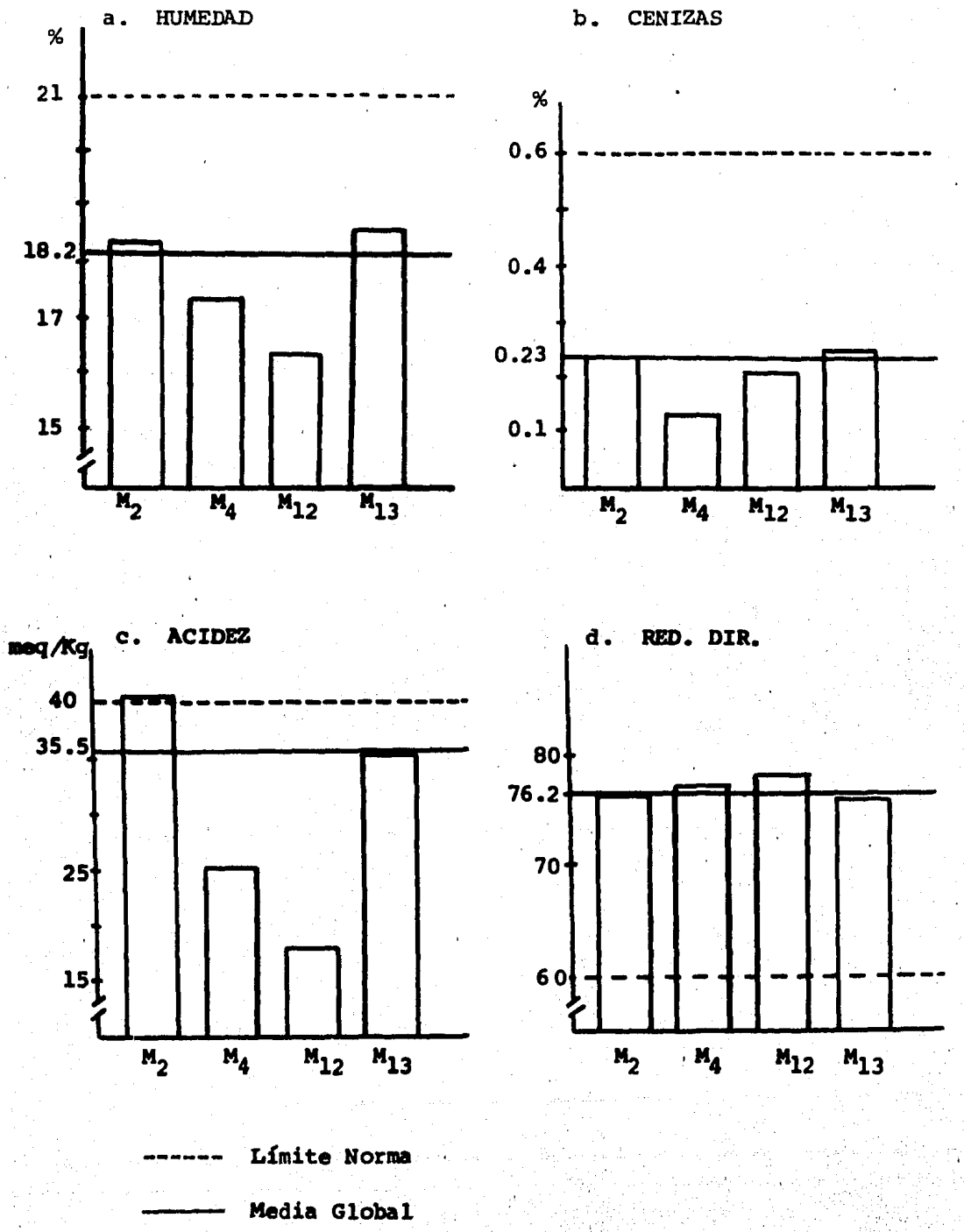
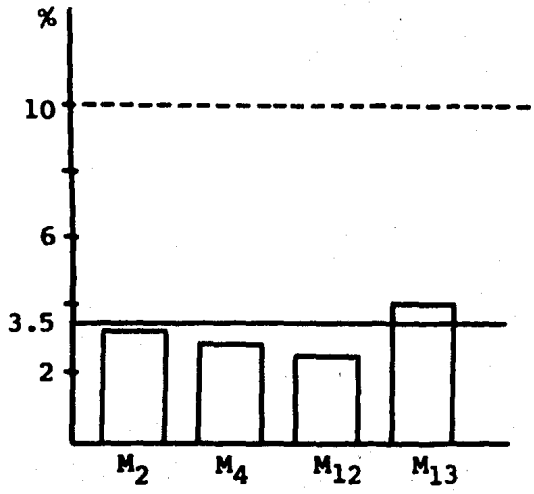
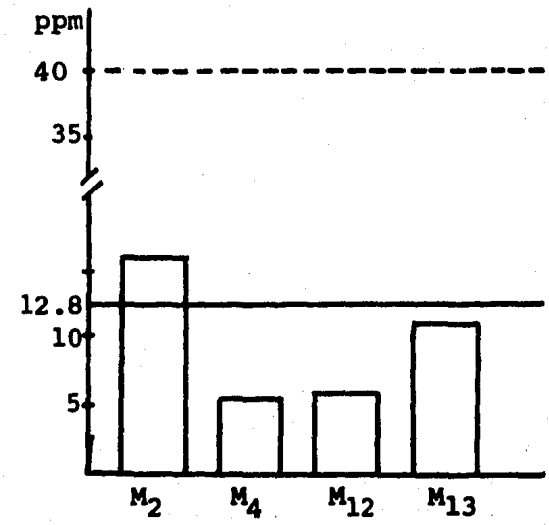


Fig. 7.2 (Cont)

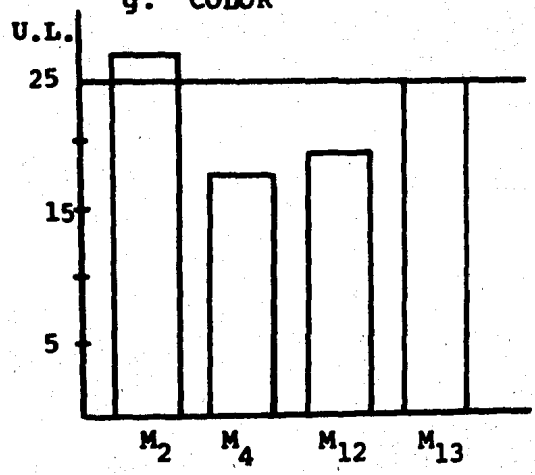
e. SACAROSA



f. H.M.F.



g. COLOR



Municipios:

M_2= Ocosingo

M_4= Pantelhó

M_{12}= Chenalhó

M_{13}= Palenque

---- Límite Norma

—— Media Global

C. Análisis de Correlación.

C.1 Muestras Almacenadas.

El cuadro no. 7.4 muestra la matriz de correlación y los valores de significancia (α) entre los diferentes paráme-- tros de calidad de las muestras almacenadas.

Para la evaluación de la correlación muestral simple, se considerará arbitrariamente el valor absoluto, designando -- una correlación baja para valores comprendidos entre 0 y 0.3, _ correlación media entre 0.3 y 0.6, correlación alta de 0.6 a _ 0.9 y correlación muy alta para valores superiores a 0.9.

Por otra parte, los valores de α serán calificados como altamente significativos cuando sean menores o iguales a 0.01 y significativos si se encuentran entre 0.01 y 0.05. En este - caso, sólo se analizarán las correlaciones que presenten un valor de significancia menor a 0.05. Así se tiene que: a) Los parámetros de humedad y reductores directos presentan una correlación simple baja e inversa, donde el valor de α igual a - 0.012 indica que a mayor porcentaje de humedad, menor contenido de reductores directos; esto es de esperarse ya que, son precisamente estos dos, los componentes mayoritarios de la miel por lo que, al aumentar la proporción de uno, el otro disminuirá. b) La relación entre humedad y HMF presenta, lo mismo que en - el caso anterior, una correlación baja inversa, altamente sig--

Cuadro No. 7.4 Matriz de correlación para muestras almacenadas.

		Humedad	Cenizas	Acidez	Red.Dir.	Sacarosa	HMF	Color
Humedad	Corr	1.000	0.0095	0.140	-0.203*	-0.0097	-0.263**	0.036
	α		0.909	0.087	0.012	0.9060	0.001	0.665
Cenizas	corr		1.000	0.077	-0.067	-0.037	-0.026	-0.029
	α			0.352	0.414	0.964	0.749	0.720
Acidez	corr			1.000	-0.226**	0.017	0.456**	0.327**
	α				0.005	0.836	0.0001	0.0001
Red. Dir.	corr				1.000	-0.479**	-0.026	-0.029
	α					0.0001	0.757	0.721
Sacarosa	corr					1.000	0.053	0.026
	α						0.521	0.748
H.M.F.	corr						1.000	0.459**
	α							0.0001
Color	corr							1.000
	α							

NOTA: * denota significativo $\alpha \leq 0.05$

** denota altamente significativo $\alpha \leq 0.01$

nificativa, indicando que a mayor contenido de humedad, menor - contenido de HMF; se explica debido a que un incremento del contenido de humedad tendrá efecto de dilución sobre los demás componentes.

c) Entre los parámetros acidez y reductores directos se establece una correlación baja, inversa y altamente significativa - siendo ésta de tipo causal, es decir, que una mayor acidez se - presentará en muestras con menor contenido de reductores directos ya que, es principalmente a partir de reacciones de degradación de éstos que se produce un aumento en la acidez; dichas - reacciones pueden ser de tipo enzimático por acción de la glucosa oxidasa proveniente de microorganismos o de la propia miel (White, 1963; 1975).

d) Para la relación acidez y HMF se obtiene una correlación - directa, media y altamente significativa indicando que a mayor acidez, mayor será también el contenido de HMF; estos dos parámetros son principalmente los que limitaron la calidad de las - muestras, por lo tanto, el control de ellos permitirá elevar la calidad.

e) La acidez y el color presentan un coeficiente de correlación directo, medio y altamente significativo lo que implica - que un color más obscuro se presentará en muestras con mayor - acidez.

f) Se encuentra una correlación altamente significativa, directa y media entre HMF y color asociándose a muestras con elevado contenido de HMF, un color más obscuro. Se trata en este caso de una relación causal, ya que el calentamiento de los carbohidratos produce reacciones de caramelización que dan como resultado pigmentos obscuros que imparten a la miel un color más intenso (Wootton et al. 1976, 1).

Es importante hacer notar que un color más intenso está relacionado a los dos parámetros que limitaron la calidad de la miel(acidez y HMF) con base en el porciento de rechazo ya señalado.

g) Por último, entre el contenido de sacarosa y el de reductores directos se establece una correlación media, inversa y altamente significativa indicando que un menor contenido de sacarosa se presentará en muestras con mayor contenido de reductores directos. Esta es también una relación causal ya que, si bien el néctar de las flores tiene un elevado contenido de sacarosa, al ser hidrolizada por las abejas, se reduce incrementando el contenido de reductores directos. (Jean-Prost, 1981).

C.2 Muestras Frescas.

En el cuadro 7.5 se señalan los valores de correlación y significancia global para las muestras frescas.

Cuadro No. 7.5 Matriz de correlación para el grupo de muestras frescas.

Variable		Humedad	Cenizas	Acidez	Red. Dir.	Sacarosa	H.M.F.	Color
Humedad	corr	1.000	0.226**	0.451**	-0.424**	0.020	0.205**	0.212**
	α	0.000	0.004	0.0001	0.0001	0.800	0.0095	0.007
Cenizas	corr		1.000	0.363**	-0.192*	0.150	0.338**	0.384**
	α		0.000	0.0001	0.016	0.059	0.0001	0.0001
Acidez	corr			1.000	-0.229**	0.157*	0.679**	0.774**
	α			0.000	0.004	0.048	0.0001	0.0001
Red. Dir.	corr				1.000	-0.554**	-0.246**	-0.168*
	α				0.000	0.0001	0.0017	0.034
Sacarosa	corr					1.000	0.259**	0.161*
	α					0.000	0.001	0.043
H.M.F.	corr						1.000	0.763**
	α						0.000	0.0001
Color	corr							1.000
	α							0.000

* denota significativo $\alpha \leq 0.05$

** denota altamente significativo $\alpha \leq 0.01$

Siguiendo el mismo criterio que para el análisis de las muestras almacenadas se observa que se mantienen, en este segundo caso, las correlaciones de reductores directos con acidez y con sacarosa; las de HMF con acidez y color aumentando el valor de medio a alto; la de acidez con color, aumentando de bajo a alto y la de humedad con reductores directos aumentando de bajo a medio, adquiriendo al mismo tiempo mayor significancia.

Se establecen además otras correlaciones entre los diferentes parámetros.

a) Para la relación entre humedad y acidez se obtiene una correlación media, directa y altamente significativa indicando que a mayor humedad, mayor contenido de acidez. Esto se debe a que un contenido alto de humedad favorecerá el desarrollo de levaduras fermentativas produciendo un incremento en la acidez (White, 1975).

b) Entre la humedad y el color se establece una correlación directa, baja y altamente significativa que implica que a mayor humedad, mayor color. Esto es importante ya que, nuevamente se encuentra relacionado un color intenso con uno de los parámetros que limitó la calidad de la miel que, como ya se mencionó, en este grupo de muestras lo es también la humedad.

c) Se obtienen tres correlaciones directas, bajas o medias y altamente significativa entre el contenido de cenizas y los tres factores limitantes de la calidad (humedad, acidez y HMF), indicando que se encontrará un mayor contenido de cenizas en muestras que presenten valores altos de uno o más de estos factores. Asimismo, se encuentra una correlación directa, media y altamente significativa entre cenizas y color; esto indica que en muestras obscuras se encontrará un mayor contenido de cenizas que en muestras claras, lo que concuerda con lo reportado por Schuette y Remyk (1932), White et al (1962), Crane (1980) y Hooper (1982).

Otra correlación de cenizas se obtiene con los reductores directos, siendo en este caso inversa, baja y poco significativa indicando que a mayor contenido de reductores directos menor contenido de cenizas; esto puede explicarse por el hecho de que los reductores son los componentes mayoritarios de la miel por lo cual, si se incrementa su proporción disminuirá el contenido de las otras especies presentes.

d) Una correlación baja, directa y poco significativa se establece entre acidez y sacarosa, sugiriendo que a mayor acidez existe un porcentaje más alto de sacarosa, esto es también una relación causal ya que las levaduras fermentativas utilizan como sustrato primeramente los monosacáridos antes de aprovechar la sacarosa, lo mismo sucede con la enzima glucosa oxidasa.

e) Una correlación baja, inversa y significativa se establece

entre reductores directos y el contenido de HMF o sea, a mayor contenido de HMF, la muestra tendrá menor porcentaje de reductores directos. Este hecho probablemente se deba a que el HMF se genera de la degradación de los monosacáridos glucosa y fructosa por lo que al aumentar la producción de HMF, los reductores directos disminuirán (White, 1964). Sin embargo, pudiera ser que fuera ésta una correlación poco significativa debido a que los parámetros correlacionados tienen unidades de concentración muy diferentes, por lo tanto, un incremento muy grande del contenido de HMF producirá sólo una variación pequeña del contenido de reductores.

f) La correlación baja, inversa y poco significativa entre reductores directos y color indica que muestras con menor contenido de reductores presentarán un color más intenso, lo cual se ajusta a las demás correlaciones encontradas para color, discutidas anteriormente.

g) Se obtienen dos correlaciones bajas, una altamente significativa entre sacarosa y contenido de HMF y otra poco significativa entre sacarosa y color. La primera sugiere que a mayor porciento de sacarosa, mayor contenido de HMF y la segunda, a mayor porciento de sacarosa, las mieles presentan un color más intenso. Ambas correlaciones se ajustan a lo ya expresado acerca de que es la degradación de los monosacáridos la que produce HMF y pigmentos obscuros que imparten un color más intenso a la miel y no la degradación de la sacarosa.

Resta analizar una correlación directa baja y altamente significativa entre humedad y HMF que llama la atención ya que en el grupo de muestras almacenadas dicha correlación es inversa.

La correlación inversa, cuando fue explicada para el grupo de muestras almacenadas, se mencionó que se trataba de una relación causal ya que a menor humedad, la concentración de sólidos totales y HMF se elevan.

La correlación directa que ahora se analiza deberá tener explicación en el origen de las muestras; una humedad baja asociada con un contenido bajo de HMF generalmente deberá estar relacionado con muestras frescas. Sin embargo, es válido plantear la correlación opuesta, a una alta humedad corresponde un elevado contenido de HMF; es aquí donde se clasifica el 5.03% de muestras frescas que no cumplieron con el límite máximo de 40 ppm de HMF. Estas muestras no solamente presentan un elevado contenido de HMF sino que están asociadas con una elevada humedad(y por consiguiente, alta acidez) y un color ámbar obscuro.

Son dos los posibles factores entre otros que están involucrados para que las muestras frescas presenten un elevado contenido de HMF aún comparado con los valores obtenidos para muestras almacenadas.

El primer factor es de tipo analítico; muestras con - un color obscuro, se ha visto tanto en la literatura como experimentalmente presentan elevado contenido de HMF (Singh et al , 1948 y Crane 1980). Es probable que una especie química estuviese interfiriendo en la determinación colorimétrica del HMF.

Por otra parte se sabe que el HMF se origina de una - degradación por calentamiento de los carbohidratos en medio ácido, este proceso está asociado con la formación de pigmentos oscuros (White, 1980; Badui, 1981; Santos, 1982). Por tanto es necesario plantear un segundo factor que explique como es que -- muestras frescas presenten un elevado contenido de HMF, aún --- cuando no han sufrido un tratamiento térmico y/o almacenamiento.

El primer factor adquiere menor importancia al recordar que, para llevar a cabo la determinación de HMF se emplea - un blanco de la miel en estudio (Winkler 1955), esto eliminaría una interferencia por el color de la miel.

El segundo factor es posiblemente el que mayor influencia tuvo; éste fue apoyado por el hecho de que en los municipios donde se presenta el problema las abejas probablemente recolecten los carbohidratos no del néctar de las flores, sino de melaza de caña de azúcar que se utiliza en la alimentación del ganado (Guillén, 1983).

D. Análisis de Factores.

D.1 Muestras Almacenadas.

D.1.1 Determinación del número de Factores.

En el cuadro 7.6 se presentan los eigenvalores de la matriz de correlación reducida y el porciento de variación explicado por cada uno de los factores. Observando los valores de porciento de variación explicado, asi como los coeficientes de los factores rotados obtenidos, se decidió por considerar a los primeros tres factores, los que explican el 99.20 porciento de la variación total.

En el cuadro 7.7 se ilustran los valores de las comunalidades de las características en estudio. En este cuadro se observa que las comunalidades varían de 0.081 a 0.565. Estos valores, mientras más se aproximan a la unidad, indican que la variabilidad (varianza) de la característica en cuestión es explicada por los factores comunes, establecidos en el modelo de factores.

Para el caso particular, las características acidez, reductores directos, sacarosa y HMF son explicados de manera regular mientras que humedad, cenizas, color y estado de cristalización son explicados de manera insatisfactoria. Lo anterior no significa que las últimas características no sean importan--

Cuadro 7.6 Eigenvalores de la matriz de correlación reducida y porciento de variación total explicado por cada uno de los factores del grupo de Muestras Almacenadas.

Factor	Eigenvalor	Porciento de Variación Total	Porciento de Variación Total Acumulado
1	1.470	49.57	49.57
2	0.984	33.18	82.75
3	0.488	16.45	99.20
4	0.242	8.18	107.37
5	0.122	4.10	111.47
6	0.031	1.04	112.51
7	0.144	4.87	107.65
8	0.223	7.65	100.00

Cuadro 7.7. Comunalidades de las características del grupo de Muestras Almacenadas.

Característica	Comunalidad
Humedad	0.330
Cenizas	0.081
Acidez	0.502
Reductores Directos	0.551
Sacarosa	0.520
H. M. F.	0.565
Color	0.476
Estado de Cristalización	0.312

tes en el producto en consideración, sino que el método de factores no es sensible para las citadas características.

D.1.2 Discusión de los Factores.

En el cuadro 7.8 se presentan los coeficientes de los valores de los primeros tres factores comunes considerados. Vale la pena recordar que en este caso, el procedimiento utilizado para obtener los factores fue el de factores principales y éstos se obtienen a partir de la matriz de correlación reducida, lo que se traduce en que los coeficientes de los factores rotados o sin rotar, son coeficientes de correlación entre el factor en consideración y la característica respectiva. A modo de ejemplo, en el cuadro 7.8 se puede observar que el factor 1 y la característica acidez presentan un coeficiente de 0.634, es decir, el factor 1 y la acidez presentan una correlación de 0.634.

Con el objeto de facilitar la discusión de los factores obtenidos, para una posible interpretación en base a las características en estudio, a estos se les aplicó la rotación varimax de Kaiser. (Mardia et. al. 1981 y Morrison 1976).

También es conveniente señalar que el objetivo de rotar los factores es, que los valores de los coeficientes de estos se polaricen, es decir, algunos coeficientes presentarán valores absolutos cercanos a la unidad para algunas de las carac-

Cuadro 7.8. Coeficientes de los Factores de las características del grupo de Muestras Almacenadas.

Característica	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Humedad	0.048	0.279	0.453
Cenizas	0.043	-0.063	0.084
Acidez	0.634	0.115	0.227
Reductores Directos	0.436	0.600	0.003
Sacarosa	0.283	-0.515	0.396
H. M. F.	0.605	0.388	0.205
Color	0.540	0.308	0.014
Estado de Cristalización	0.370	-0.136	0.156

terísticas en estudio, y otras características presentarán coeficientes con valores absolutos cercanos a cero. En esta base, cada columna de los factores nos indican las características -- promedio que influyen en ese factor.

En el cuadro 7.9 se presentan los coeficientes de - los factores rotados. Esta tabla muestra que el Factor 1, el - cual explica el 49.57% de la variación total, presenta dos coeficientes mayores que 0.6 (valor considerado como valor crítico en los factores rotados; Morrison 1976, Mardia 1981, Pablos y Del Río 1983); estos coeficientes son los correspondientes a las características HMF (0.66), color (0.661) y también se puede -- considerar acidez (0.59). Esto se traduce en que son las características más correlacionadas y por ende las más importantes - del Factor 1. A este factor en consideración se le puede denominar el factor HMF - color. Vale la pena recordar que la ca-- racterística HMF se encuentra correlacionada con color 0.459 y acidez 0.327 (Cuadro 7.4).

El Factor 2 explica el 33.18% de la variación total - y en forma conjunta con el Factor 1, el 82.75% de la variación total. En este factor se presentan como coeficientes de mayor magnitud los correspondientes a las características Reductores Directos -0.612 y sacarosa 0.719, es decir, el segundo factor - se encuentra correlacionado con reductores directos -0.612 y -

Cuadro 7.9. Coeficientes de los factores rotados de las características del grupo de Muestras Almacenadas.

Característica	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Humedad	-0.024	0.044	0.567
Cenizas	-0.007	0.013	0.020
Acidez	0.592	0.057	0.147
Reductores Directos	-0.060	-0.612	-0.229
Sacarosa	0.013	0.719	-0.046
H. M. F.	0.660	0.030	0.321
Color	0.661	0.008	0.039
Estado de Cristalización	0.144	0.098	0.052

con sacarosa 0.719. Estas dos características se encuentran - correlacionadas con un valor de -0.479. Este factor, debido a las características que presenta con mayor correlación, se le - puede denominar Factor Carbohidratos.

El Factor 3 explica un 16.45% de la variabilidad to-- tal. El coeficiente de mayor magnitud en este factor, aunque se encuentra por debajo del valor crítico considerado de 0.6, co-- rresponde a la característica humedad 0.567, por tanto este factor se le puede denominar Factor Humedad.

Totalizando la información proporcionada por los tres factores mencionados, se puede decir que en el grupo de muestras almacenadas, las variables que más influyen en la variación total de éstas, son las características HMF, color, reductores directos, sacarosa, humedad y acidez.

D.2 Muestras Frescas.

D.2.1 Determinación del número de Factores.

En el cuadro 7.10 se presentan los eigenvalores de la matriz de correlación reducida y el porciento de variación ex-- plicado por cada uno de los factores. Observando los valores - de la columna de eigenvalores y la columna de porciento de va-- riación explicado, asi como los coeficientes de los factores rotados obtenidos, se decidió por considerar a los primeros tres

Cuadro 7.10. Eigenvalores de la matriz de correlación reducida y porciento de variación total explicado por cada uno de los factores del grupo de Muestras Frescas.

Factor	Eigenvalor	Porciento de Variación Total	Porciento de Variación Total Acumulado
1	2.804	65.90	65.90
2	0.952	22.37	88.27
3	0.520	12.22	100.49
4	0.180	4.23	104.72
5	0.034	0.80	105.52
6	0.043	- 0.10	104.52
7	0.192	- 4.52	100.00

Cuadro 7.11. Comunalidades de las características del grupo de Muestras Frescas.

Característica	Comunalidad
Humedad	0.511
Cenizas	0.386
Acidez	0.803
Reductores Directos	0.624
Sacarosa	0.596
H. M. F.	0.767
Color	0.802

factores, los que explican el 100% de la variación total.

En el cuadro 7.11 se ilustran los valores de las comunalidades de las características en estudio. En este cuadro se observa que las comunalidades varían de 0.386 a 0.802. Como se mencionó anteriormente, estos valores, mientras más se aproximan a la unidad, indican que la variabilidad (varianza) de la característica en cuestión es explicada por los factores comunes postulados en el modelo de factores. Para el caso particular, las características acidez, reductores directos, HMF, color y sacarosa son explicados de manera satisfactoria por el modelo de factores propuesto; las características humedad y sacarosa son explicadas de manera regular y, la característica cenizas es explicada de manera insatisfactoria. Como se mencionó en el caso de la discusión del grupo de muestras almacenadas, lo anterior no significa que las últimas características no sean importantes sino que la técnica de análisis de factores no es sensible para estas características.

D.2.2 Discusión de los Factores.

En el cuadro 7.12 se presentan los coeficientes de los valores de los primeros tres factores en consideración. Sería redundante explicar otra vez el significado de los coeficientes, tal como se mencionó para el grupo de muestras almacenadas y por tal motivo se procederá a discutir los factores obtenidos.

Cuadro 7.12 Coeficientes de los factores de las características del grupo de Muestras Frescas.

Característica	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Humedad	0.437	-0.176	0.535
Cenizas	0.470	0.003	0.059
Acidez	0.847	0.209	-0.153
Reductores Directos	-0.447	0.642	0.093
Sacarosa	0.357	-0.583	0.352
H. M. F.	0.812	0.171	0.232
Color	0.828	0.307	0.142

En el cuadro 7.13 se presentan los coeficientes de los factores rotados. En este cuadro se observa que el Factor 1, el cual explica el 65.9% de la variación total, presenta tres coeficientes mayores que 0.6 y estos son los correspondientes a las características color 0.856, HMF 0.824 y acidez 0.77. Esto quiere decir que las anteriores características (que fueron las mismas que para el grupo de muestras almacenadas) están correlacionadas con el primer factor con una magnitud igual al coeficiente respectivo. Esto implica que son las características color, HMF y acidez, las más importantes en este factor. Estas citadas características a su vez, están correlacionadas: color y HMF, 0.763; color y acidez, 0.774 y acidez con HMF 0.679. Este factor (1) se puede denominar nuevamente Factor HMF - Color.

El Factor 2 explica el 22.37% de la variación total y en forma conjunta con el factor anterior, el 88.27%. Este factor presenta como coeficientes de mayor magnitud el correspondiente a las características reductores directos -0.664 y sacarosa 0.757. Esto se traduce en que, son las características reductores directos y sacarosa las más importantes de este segundo factor. A este factor se le denomina al igual que las muestras almacenadas, Factor Carbohidratos.

Cuadro 7.13 Coeficientes de los factores rotados de las características del grupo de Muestras Frescas.

Característica	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Humedad	0.157	0.090	0.680
Cenizas	0.274	0.106	0.146
Acidez	0.774	0.051	0.393
Reductores Directos	-0.069	-0.664	0.410
Sacarosa	0.123	0.757	0.041
H. M. F.	0.824	0.207	0.059
Color	0.856	0.066	0.089

El Factor 3 explica el 12.22% de la variación total - y en forma conjunta con los dos primeros, explica el 100% de la misma variación total. Este factor presenta sólo una caracte-- rística de importancia y esta es la característica humedad 0.68. Dada la característica de importancia en este factor, éste se - puede denominar Factor Humedad.

Bajo un enfoque totalizador de los resultados obtenidos mediante el análisis de factores para ambos grupos de muestras, se puede decir que las características que más influyen - en la variación total son color, HMF, acidez, reductores directos, sacarosa y humedad.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Analizando los resultados se concluye:

1° La mayoría de las muestras de miel de abeja son aceptables en todos sus parámetros analizados, encontrándose que la miel de mejor calidad procede de los poblados de Oxcuc (Oxcuc), Chenalhó (Chenalhó), Jotolja (Ocosingo) y Santa Lucía Pantelhó (Pantelhó) y el mayor porcentaje de rechazo se registró en los poblados de Damasco (Ocosingo), 11 de Julio (Palenque) y Tumbalá (Tumbalá), pudiendo reducirse este porcentaje de muestras rechazadas con la práctica del beneficio.

2° Las características que influyeron en la calidad de la miel en orden de importancia fueron color, acidez, H.M.F., reductores directos, sacarosa y humedad. El color, característica que por lo general no se contempla en los métodos de prueba de las normas de calidad para miel, resultó el factor más importante, ya que son altamente significativas las correlaciones con acidez, H.M.F. y humedad (Cuadros 7.4 y 7.5); además, juega un papel importante en el beneficio de la miel ya que es predominante un color obscuro en una mezcla de miel clara con una obscura (Cuadro 7.3).

La acidez y H.M.F. fueron características importantes ya que aportaron el mayor porcentaje de mieles rechazadas; así, en el grupo de mieles almacenadas el 13.3% fue rechazado por alta acidez y el 10% respecto a H.M.F. y en el grupo de mieles frescas constituyeron el 25.79% y el 5.03% de rechazo en acidez y H.M.F. respectivamente; considerando el porcentaje global de rechazo, representó el 18% para el grupo de muestras almacenadas y el 27% para las muestras frescas.

Reductores directos y sacarosa fueron características importantes porque no representaron un factor de rechazo y por ser en conjunto los componentes mayoritarios de la miel de abeja.

Humedad, además de ser el segundo componente en importancia, fue una característica de rechazo del 4.4% de muestras frescas.

3° El beneficio de la miel tiene un efecto positivo ya que permite sean aceptadas mieles que originalmente serían rechazadas, gracias al mezclado de mieles de calidad con otras de menor categoría; adicionalmente, se logra reducir el porcentaje de humedad asi como el peligro de fermentación, además de que no repercute significativamente en la elevación del contenido de H.M.F. (Apéndice III).

El desarrollo de este trabajo permite plantear las siguientes recomendaciones:

1° Debe considerarse la determinación de el color tanto en la Norma Europea como en la Norma Oficial Mexicana (NOM F 416 C 1982) que son las normas que rigen el mercado de miel en México. Es recomendable emplear en esta medición el colorímetro Pfund o el método óptico propuesto por Towsend (1969).

2° Contemplar en las Normas el uso del método DNS para determinación de reductores directos y totales, en especial debe ser considerado por la Norma Mexicana, la cual hace uso de los análisis de glucosa, fructosa y sacarosa por métodos enzimáticos o cromatográficos que resultan largos y costosos, siendo que se ha visto que las características reductores directos y sacarosa describen suficientemente este aspecto de la composición de la miel. Sería justificable la determinación de glucosa y fructosa para predicción del grado de cristalización (White et al. 1962)

3° Efectuar un estudio detallado sobre el contenido de HMF en mieles obscuras.

4° Proporcionar al apicultor información actualizada para: la compra de equipo, manejo de la colmena, cosecha, almacenamiento y especialmente para llevar a cabo la práctica del bene-

ficio; todo esto repercutirá indudablemente en una mayor producción y mejoramiento de la calidad de la miel de abeja y por ende, una mejor comercialización tanto en el mercado nacional como en el extranjero.

B I B L I O G R A F I A

Alvin E.G., Patty G.E. 1982. World Honey Crop Reports. Report # 19. Bee World 63 (3): 105 - 109.

A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Cap. 31, pags. 520-528.

Badui Dergal. S. 1981. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana. Pags. 59-60.

Barr J.A., Goodnight H.J., Sall P.J. y Helwing T.J. 1976. A User's Guide to SAS. SAS Institute Inc. Pp. 92-98 y 112 - 119.

Beutler, Ruth. 1953. Nectar. Bee World 34: 106-116, 123-136, -- 156-162.

Brown. 1961. Conductivity as a measure of electrolyte content in nectar. Bot. Gaz. 22: 314-315.

Carballido Meza, Reyes A.P., Valdéz S.R., Díaz C.J., Reyes P.R., Martínez R.E., Hernández R.M., Orozco M.G., Moreno G.V., Macías H.M., García R.M., Cos L.R., Bucher M.P. 1980. Guía de Planeación y control de las actividades Apícolas. Fondo de Cultura Económica. Pags. 9 y 22-25.

Codex Alimentarius Commission. 1969. Recommended European Regional Standard for Honey. Rome: Joint F.A.O./W.H.O. -- Food Standards Programme CAC/RS.

Cremer E. y Riedmann M. 1964. Identifizierung von gaschromatographisch getrennten Aromastoffen in Honigen. Z. Naturf. 19 b(1): 76-77.

Cremer E. y Riedmann M. 1965. Gaschromatographische untersuchungen. Zur Frage des Honigaromas Mh. Chem 96 (2): 364 - 368.

Crane E. 1980. A Book of Honey. Oxford University Press. Cap. 3

Crane E. 1982. Learning about Honey through Fructose. Bee World 63 (4): 174-177.

Daniel W.W. 1977. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la Salud. Editorial Limusa. México. Caps. 1 y 8.

Donadieu Yves. 1979. La Miel. Maloine S.A. Editeur Paris. Pags. 5-36.

Eckert J.E. y Shaw F.R. 1960. The Characteristics of Honey. Cap. 15. New York. The Mc. Millan Co.

Fischer E.H. y Stein E.A. 1961. α -Amylase from Human Saliva. Biochemical Preparations. 8, 27.

Gojmerac L. Walter. 1980. Bees, Beekeeping, Honey and Pollination Avi Publishing Co. Inc. Cap. 15

Gómez E.R. y Quintero R. 1981. Honey. Second Part. Comercio Exterior de México. 27 (12): 531 - 534.

Guillén Manuel. 1983. Presidente de la Soc. Cooperativa de Apicultores de la Selva Lacandona, S.C. de C.V. Personal. - Acuerdo México-Alemania. Av. Progreso num. 5. Coyoacán D. F. México.

Haydak M.H., Palmer L.S., Tanquary M.C. y Vivino A.E. 1942. - Vitamin content of Honey. J. Nutr. 23: 581-588.

Haydak M.H., Palmer L.S., Tanquary M.C. y Vivino A.E. 1943. - The effect of commercial clarification on the vitamin content of Honey. J. Nutr. 26 (3): 319-321.

Helvey T.C. 1953. Colloidal constituents of dark buckwheat -- Honey. Fd. Res. 18 (2): 197-205.

Helvey T.C. 1954. Study on some physical properties of honey. Food Research 19 (3): 282-292.

Hoopen H.J.G. 1963. Flüchtige carbonylverbindungen in Honig. - Z. Lebensmitt Untersuch. 119 (6): 478-482.

Hooper T. 1982. Las Abejas y la miel. Gúia para el apicultor. Ed. El Ateneo. Pag. 271-275.

Jackson R.F. y Silsbee C.G. 1924. Saturation relations in Mixtures of sucrose, dextrose and levulose. Technologic Pap. B Stand Wash 259: 277-304.

Jacobs M.B. 1962. The Chemical Analysis of Foods and Food Prods. Third Ed. D. van Nostrand Co., Inc. U.S.A.

Jean-Prost P., Medori P. 1981. Apicultura. Mundi-Prensa. Madrid. Pags. 274-275.

Kitzes G., Schuette H.A. y Elvehjem C.A. 1943. The B vitamins in honey. J. Nutr. 26 (3): 241-250.

Kreyszig E. 1979. Introducción a la Estadística Matemática. Principios y Métodos. Ed. Limusa. México. Caps. 6 y 18.

Luttge O. 1962. Ueber die Zuzammensetzung des Nektars and den - Mechanismus seiner Sekretion II. Planta 59: 108-114.

Maeda S., Mukai A. Kosugi N. Okada Y. 1962. The flavour compo-- nents of honey. J. Fd. Sci. Tech. 9 (7): 270-274.

Mardia K.V., J.T. Kent, J.M. Bibby. 1981. Multivariate Analysis Academic Press. London.

Maillard S. 1983. MEXIQUE. Pour les paysans indiens, le miel de l'independance. C.C.F.D.-INFO aout No. 17.

Martin E.C. 1958. Some aspects of hygroscopic properties and - fermentation of honey. Bee World 39 (7): 165-178.

Michelotti y Margheri G. 1969. Studio sul contenuto in aminoacidi del miele. Scienza Aliment. 15 (7): 179-180.

Milum V.G. 1948. Some factors affecting the colour of Honey. - J. Econ. Ent. 41 (3): 495-505.

Morrison D.F. 1976. Multivariate Statistical Methods. Mc. Graw Hill, New York.

Morse R.A. y Steinkraus K.H. 1976. Wines from the fermentation of Honey. De Honey: a comprehensive survey. ed. E. Crane. London Heinemann in Cooperation with IBRA, Pags. 392-403.

Nelson E.K. 1930. The flavour of orange honey. Ind. Engng. - Chem. Ind. 22: 448.

Nelson E.K. y Mottern H.H. 1931. Some organic acids in honey. Ind. Engng. Chem. 23 (3): 335.

Nixon H.L. y Ribbands C.R. 1952. Food Transmission in the honey bee cummunity. Proc. R. ent. Soc. London B 140: 43-50.

Noelting G. y Bernfeld P. 1948. La β - amylase: dosage d'activité et controle de l'abscence d' α - amylase. Helv. Chim. - Acta 31, 286.

Norma Oficial Mexicana para Miel de Abeja. NOM-F-416C-1982. - Diario Oficial. 3-II-1982.

Pablos H.J.L. y Del Río J.I. 1983. Evaluación Estadística de - las propiedades sensoriales de dos sazonadores. Comunica-- ción Personal. Secretaría del Trabajo. Anillo Periférico _ Sur 4271. Ed. B nivel 22. Col. Fuentes del Pedregal. México D.F.

Phadke R.P. 1962. Physico-Chemical Composition of major uniflo- ral honeys from Mahaboleshwar (Western Ghats). Indian Bee J. 24 (7/9): 59-65.

Pryce-Jones J. 1953. The rheology of honey. Chap IV In Scott - Blair G.W. Food stuffs their plasticity, fluidity and consistency. Inter-science Pub., Inc., New York. Pags. 148 - 176.

Root A.I. 1976. ABC y XYZ de la Apicultura. 10a. ed. Editorial Hochette Buenos Aires.

Santos Moreno A. 1982. Obscurecimiento en Alimentos. Imprenta Universitaria de la UACH. Pags. 22-28.

Schepartz y Subers M.H. 1966 a. Catalase in Honey. J. Apicultural Research 5 (1): 37-43.

Schepartz A.I. y Subers M.H. 1966 b. Observations on Honey Diastase. J. Apicultural Research. 5 (1): 45-48.

Schmalfuss H. y Barthmeyer H. 1929. Diacetyl als Aromabestandteil von Lebens und Genussmitteln. Biochem Z 216:330-335.

Schuett H.A. y Remyk. 1932. Degree of pigmentation and its probable relationship to the mineral constituents of honey. J. Am. Chem. Soc. 54: 2909-2913.

Schuette H.A. y Huenink D.J. 1937. Mineral constituents of honey II. Phosphorus, Calcium, Magnesium. Food Res. 2: 529-538.

Schuette H.A. y Triller R.E. 1938. Mineral constituents of honey III. Sulfur and chlorine. Fd. Res. 3 (5): 543-547.

Schuette H.A. y Woessner W.W. 1939. Mineral constituents of - honey IV.Sodium and potassium. Fd. Res. 4 (4): 349-353.

Siddiqui I.R. 1970. The Sugars of Honey. Chapter in "Advances in Carbohydrate Chemistry and Biochemistry", R.S. Tipson. Ed. Academic Press, New York. Pags. 285-309.

Sigma Chemical Company. 1983. 2. Price List. P.O. Box 14508. - St. Louis Mo 63178 U.S.A.

Singh B., Dean G.R. y Cantor S.M. 1948. The role of 5-(hidroxi metil)-furfural in the discoloration of sugar solutions. - J. Am. Chem. Soc. 70, 517.

Stat Pac HP-41C. Basic Statistics for two Variables. Hewlett - Packard. U.S.A. Pags. 10-13.

Sumner J. B. 1921. Dinitrosalicylic Acid: A reagent for the estimation of sugar in Normal and Diabetic Urine. J. Biol. - Chem. 47 (5)

Townsend G.F. 1969. Optical Density as a means of colour - Classification of Honey. Journal of Apicultural Research. 8 (1): 29-36.

Vorwohl G. 1964. Die Beziehungen zwischen der elektrischen. -- Leitfähigkeit der Honige und ihrer trachtmässigen Herkunft Annls Abeille 7 (4): 301-309.

Watt B.K. y Merril A.L. 1963. Composition of Foods. Agric. -- Handb. U.S. Dep. Agric # 8 . Pag. 34.

Wedmore E.B. 1955. The accurate determination of the water - content of honeys. Bee World 36 (11): 197-206.

White J.W. y Maher J. 1953. α - maltosil β -D-fructofuranoside, a trisaccharide enzimically synthesized from sucrosa. J. - Am. Chem. Soc. 75: 1259-1260.

White J.W., Riethof M.L., Subers M.H. y Kushnir I. 1962. Composition of American Honeys. Tech Bull U.S. Dep. Agric. No. 1261: 124.

White J.W. Jr., Subers M.H. y Schepartz A.I. 1963. The identification of inhibina, the antibacterial factor in Honey as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. Biochem. biophys. Acta 73: 57-70.

White J.W. Jr., Kushnir I. y Subers M.H. 1964. Effect of storage and processing temperatures on honey quality. Food Tech. - 18 (4): 153-156.

White J.W. 1975. La miel. De La Colmena y la Abeja Melífera. - Ed. por Dadant e hijos. Editorial Hemisferio Sur, Uruguay. Pags. 635-677.

White J.W. 1976. Composition of Honey. De Honey a comprehensive survey ed. E. Crane. London: Heinemann in cooperation - with IBRA. Pags. 157-239.

White J.W. y Rudyj N.O. 1978. The Protein content of Honey. - Journal of Apicultural Research 17 (4): 234-238.

White J.W.Jr. 1980. Hydroximethyl Furfural content of Honey as an indicator of its adulteration with invert sugar. Bee - World (61): 29-37.

White J.W. 1981. Natural Honey Toxicants. Bee World 62 (1): 23-28.

Winkler O. 1955. Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von - Oxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig Z. Lebensmitte-- lunters U. Forsch 102 (3): 161-167.

Winton A.L. y Winton K.B. 1939. The Structure and Composition of Foods. John Wiley & Sons. Inc. U.S.A. Vol. IV.

Wootton M. Edwards R.A., Faraji-Haremi R. y A.T. Johnson. 1976 (1). Effect of accelerated storage conditi ons on the chemi cal composition and Properties of Australian honeys. 1. Co lour, acidity and total nitrogen content. Journal of Apicul tural Research 15 (1): 23-28.

Wootton M. Edwards R.A. y Faraji-Haremi R. 1976. (2) Effect of accelerated storage conditions on the chemical composition and properties of Australian honeys. 2. Changes in sugar and free aminoacid contents. Journal of Apicultural Res. 15 (1): 29-34.

A P E N D I C E S

Apéndice I

Resultados de los análisis de las características consideradas para la evaluación de la calidad de las muestras almacenadas.

MUNICIPIO: Chilón.

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/Kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
1C	1A1	19.4	0.14	28.11	77.42	N.D	12.56	34
2C	1A2	19.3	0.21	37.94	79.80	1.10	21.67	34
3C	1B1	15.3	0.26	31.67	83.48	N.D	24.60	40
4C	1B2	17.5	0.13	22.78	73.22	3.78	21.00	34
5P	1B2	19.0	0.13	38.48	72.22	2.52	28.71	48
6C	1B3	18.1	0.14	25.23	77.38	N.D	20.22	34
7C	1B4	17.9	0.13	38.47	72.61	5.54	23.62	34
8P	1C1	18.0	0.04	21.75	74.94	2.29	20.93	34
9C	1C2	17.8	0.14	37.27	77.29	5.77	52.19*	34
10C	1C3	17.6	0.19	29.22	76.21	1.12	15.50	48
11C	1C4	18.2	0.26	29.95	75.74	0.48	25.58	40
12C	1C5	19.6	0.10	36.29	77.74	2.53	16.96	48
13C	1C6	19.3	0.22	24.47	73.91	0.44	17.35	40
14C	1E1	17.0	0.19	24.31	80.36	N.D	21.23	40
15C	1H1	17.1	0.18	30.16	76.94	5.32	36.76	48
16P	1H1	19.3	0.13	43.81*	76.88	2.29	20.65	34
17C	1H1	20.3	0.09	42.51*	79.86	N.D	31.13	42
18C	1H1	19.2	0.04	36.78	75.90	7.24	20.66	48
19C	1H1	17.0	0.12	30.57	76.72	3.56	31.21	48
20C	1H1	18.5	0.16	30.87	80.16	2.85	26.05	40
21C	1H1	17.5	0.04	44.24*	70.52	6.21	43.62*	48
22C	1J1	20.1	0.09	34.31	77.24	4.02	14.94	34
23C	1J1	19.3	0.16	36.69	81.03	0.72	23.51	34
24C	1J2	18.6	0.14	28.09	78.49	5.03	11.01	42
25C	1J2	19.0	0.08	23.81	80.78	1.90	21.14	48
26P	1J2	18.1	0.05	30.10	75.62	N.D	22.71	34
27P	1J2	18.1	0.11	28.95	74.25	2.10	16.07	34

MUNICIPIO: Chilón. (cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/Kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
28C	1J3	17.8	0.16	28.85	76.53	6.67	19.80	40
29C	1J4	17.6	0.07	26.46	75.54	3.85	7.63	34
30C	1L1	17.8	0.09	34.41	74.30	3.02	24.54	40
31C	1L1	18.2	0.06	32.71	75.49	0.16	27.97	42
32P	1L1	18.3	0.12	31.48	77.85	N.D	22.28	40
33C	1M1	20.9	0.13	26.41	71.85	5.49	5.19	34
34C	1O1	19.3	0.30	34.76	71.26	2.39	29.63	48
35P	1P1	18.2	0.12	42.86*	76.81	N.D.	58.48*	48
36C	1P1	17.8	0.13	34.79	78.46	3.73	21.30	24
37P	1P1	20.2	0.13	- - -	- - -	- - -	- - -	--
38P	1P2	18.1	0.26	37.21	79.02	N.D.	31.54	48
39C	1P2	17.8	0.17	36.09	78.88	N.D	41.08*	48
40P	1P2	18.0	0.22	33.09	74.51	3.15	29.22	40
41P	1P3	17.6	0.09	33.15	77.08	N.D	42.45*	34
42C	1P3	18.5	0.06	30.04	72.61	4.68	27.46	40
43P	1P3	18.9	0.16	41.92*	72.40	5.22	42.84*	48
44P	1P4	18.1	0.24	31.88	76.32	N.D	25.75	40
45C	1P5	18.6	0.10	29.33	76.31	2.32	26.39	40
46C	1P6	18.3	0.16	32.74	76.83	1.10	24.12	34
47P	1P7	19.9	0.21	36.30	74.80	N.D	22.11	40
48C	1Q1	19.3	0.19	34.00	82.16	N.D	21.27	34
49C	1Q1	18.1	0.18	30.46	79.09	4.97	27.85	34
50C	1R1	19.5	0.19	33.55	78.93	N.D	18.07	34
51C	1R1	18.6	0.25	32.94	75.97	4.70	20.17	24
52C	1R2	16.5	0.09	36.42	77.55	N.D	35.59	34
53P	1R2	19.1	0.12	27.34	76.28	3.53	23.58	48
54C	1S1	18.4	0.14	36.10	76.87	1.29	22.00	40
55C	1T1	19.3	0.17	45.70*	75.50	1.83	19.89	48

MUNICIPIO: Chilón. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/Kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
56P	1T1	17.8	0.24	45.61*	78.48	N.D	31.82	48
57C	1T1	17.8	0.09	33.22	75.55	4.53	37.04	48
58C	1T1	18.2	0.15	25.46	72.11	5.61	28.84	48
59C	1T1	17.5	0.31	35.66	76.07	0.73	34.65	48
60C	1T2	17.7	0.14	31.46	73.23	6.41	13.28	34
61C	1T3	17.8	0.14	31.68	79.62	1.68	18.39	34
62C	1T4	20.4	0.04	23.02	79.53	1.43	25.10	40
63C	1T4	20.0	0.03	26.79	72.08	2.09	23.53	34
64C	1U1	19.8	0.13	35.99	76.56	5.11	17.67	40
65C	1U1	18.9	0.37	46.66*	78.39	1.40	26.94	40
66P	1X1	15.9	0.19	37.19	77.68	2.82	24.21	42
67C	1X2	18.6	0.04	38.00	75.73	2.01	33.86	40
68C	1X2	16.6	0.12	28.61	76.30	1.38	18.76	34
69C	1X2	18.9	0.25	33.48	72.07	2.86	20.79	40
70C	1X3	18.3	0.18	23.49	84.86	N.D	13.07	34
71P	1X3	18.9	0.20	32.62	79.73	2.28	31.63	42
72P	1X3	18.1	0.02	18.29	80.20	N.D	36.92	48
73C	1X3	18.3	0.21	37.82	79.24	N.D	33.57	40
74P	1X3	19.8	0.14	33.51	70.81	3.91	23.34	34

MUNICIPIO: Ococingo.

1C	2C1	18.1	0.25	22.55	76.74	3.40	22.99	34
2C	2C1	16.7	0.25	30.37	75.02	5.27	31.03	34
3P	2D1	18.5	0.24	37.21	77.61	1.22	46.28*	48
4L	2D1	20.0	0.20	41 14*	71.06	6.01	30.19	42

MUNICIPIO: Ococingo. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/Kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
5P	2D1	19.4	0.25	54.36*	72.56	4.72	63.40*	83
6P	2D1	18.0	0.13	39.04	75.73	4.64	37.02	48
7C	2D1	19.7	0.20	38.81	75.97	0.50	32.23	63
8C	2D1	18.2	0.15	38.84	77.81	2.61	50.18*	48
9C	2D1	18.5	0.20	29.06	79.46	0.33	33.72	40
10C	2E1	17.2	0.13	32.61	77.70	4.18	44.63*	34
11C	2E1	17.3	0.21	28.79	84.59	N.D	34.11	34
12L	2E1	17.7	0.18	37.32	71.35	7.43	34.93	48
13C	2G1	18.8	0.32	40.33*	72.07	2.16	21.60	34
14C	2O1	18.6	0.05	28.23	76.71	1.15	35.61	34
15C	2R1	17.3	0.13	33.17	77.36	3.06	23.56	48
16P	2S1	19.0	0.21	35.62	74.13	4.05	26.82	40
17C	2S2	17.4	0.38	31.59	75.72	1.95	19.60	40
18P	2S2	19.6	0.22	29.95	71.66	4.28	16.70	34
19C	2S2	17.9	0.20	30.64	76.36	4.25	32.61	34
20C	2S3	18.4	0.22	37.57	71.55	2.36	31.32	40
21C	2S4	18.0	0.20	33.61	77.92	1.96	23.95	34
22P	2S4	19.0	0.13	29.99	74.55	3.66	29.66	48
23C	2S4	19.2	0.20	26.01	76.82	0.68	13.50	34
24C	2S4	18.4	0.22	29.75	74.91	4.80	16.57	34
25C	2S4	19.3	0.27	20.68	76.50	3.76	20.05	40
26P	2S4	19.3	0.21	35.55	72.35	0.99	24.11	40
27C	2S4	19.4	0.18	28.94	78.96	0.81	17.84	40
28C	2S4	19.4	0.25	28.67	80.43	2.37	25.99	34
29P	2S4	18.3	0.27	24.39	73.42	5.70	21.93	34
30C	2S4	18.2	0.28	28.66	77.44	2.55	27.52	34
31C	2S4	18.4	0.25	37.87	72.15	2.97	26.43	48
32C	2S4	18.2	0.24	25.79	77.60	3.31	27.15	40

MUNICIPIO: Ocosingo

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
33C	2S4	19.9	0.28	32.94	79.49	N.D.	22.29	40

MUNICIPIO: Oxcuc

1C	3M1	16.3	0.16	20.56	76.90	3.70	28.99	28

MUNICIPIO: Pantelho.

1P	4P1	18.2	0.19	37.23	75.37	3.89	39.28	40
2C	4S1	17.8	0.12	35.58	74.71	7.13	30.52	48
3C	4S1	17.7	0.13	31.82	75.45	5.61	30.29	34

MUNICIPIO: Petalcingo.

1C	5P1	20.0	0.16	28.63	76.92	N.D.	13.63	28
2C	5P1	18.9	0.35	30.28	72.46	4.55	28.81	42

MUNICIPIO: Salto de Agua.

1P	6E1	18.2	0.32	31.24	73.88	2.03	34.95	42
2C	6P1	19.1	0.19	24.67	73.30	8.19	24.00	28
3C	6P1	19.4	0.23	31.30	75.17	8.49	26.86	34
4C	6P1	19.4	0.19	33.50	80.37	3.39	28.49	34
5P	6V1	18.9	0.10	34.47	75.28	7.51	39.44	48

MUNICIPIO: Simojovel.

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/Kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
1C	7S1	17.0	0.18	40.96*	77.90	3.36	76.61*	68
2C	7S2	19.1	0.28	30.74	79.02	2.47	22.20	42

MUNICIPIO: Sitalá.

1C	8S1	19.7	0.18	36.15	71.90	2.89	19.81	28

MUNICIPIO: Tila.

1P	9T1	19.2	0.16	27.38	75.53	0.45	27.67	42
2C	9T2	18.8	0.23	23.38	78.96	N.D	30.78	34
3L	9T3	19.2	0.36	30,52	72,81	6,85	10.42	34

MUNICIPIO: Tumbalá.

1P	10A1	18.7	0.24	35.34	72.87	1.77	28.75	34
2C	10A1	19.2	0.23	38.88	72.87	3.93	26.00	40
3C	10A1	19.2	0.25	35.15	71.87	2.22	24.21	42
4C	10A1	18.9	0.29	35.58	71.25	2.82	32.81	28
5C	10A1	20.2	0.17	40.56*	75.36	3.05	15.75	42
6P	10A1	18.1	0.20	31.39	72.70	3.59	18.50	28
7P	10C1	19.2	0.13	25.54	74.16	0.68	23.64	34
8C	10C1	16.6	0.10	31.83	73.95	4.46	34.71	34
9C	10C1	19.7	0.13	39.49	69.10	4.92	31.34	34
10C	10C1	18.1	0.15	41.25*	77.15	2.51	49.99*	34
11P	10C1	18.9	0.14	40.37*	72.55	5.92	31.66	42

MUNICIPIO: Tumbalá. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color Lovibond
12P	10C1	18.2	0.40	38.34	73.30	3.72	34.54	24
13P	10C2	18.9	0.12	51.15*	74.22	0.26	41.96*	34
14P	10C2	18.6	0.22	38.24	71.37	4.42	46.91*	48
15P	10C2	18.5	0.17	41.96*	73.82	0.85	27.55	34
16P	10E1	19.1	0.23	41.26*	70.72	1.85	29.63	40
17C	10P1	18.1	0.28	27.83	75.87	3.22	19.53	34
18C	10V1	19.6	0.13	45.16*	73.69	1.29	23.51	42
19C	10V1	19.2	0.23	33.93	68.70	8.12	27.40	40
20P	10V1	18.6	0.11	38.02	75.62	1.46	23.89	34
21P	10V1	19.1	0.12	36.43	73.34	4.15	28.37	34

MUNICIPIO: Yajalón.

1C	11B1	19.9	0.14	33.93	73.93	1.74	14.01	42
2C	11B1	19.4	0.17	31.69	77.23	1.85	23.83	42
3P	11E1	18.7	0.13	30.45	75.58	2.62	29.30	48
4C	11T1	19.4	0.19	43.90*	76.58	3.28	45.33*	48
5C	11U1	18.6	0.18	33.39	75.24	6.75	31.12	48
6C	11U1	18.7	0.26	26.46	76.85	4.93	20.00	48

N.D. No detectable

--- No analizado.

Claves empleadas.

Muestras Almacenadas.

- Estado de cristalización:

Está señalado por las variables C, P y L, localizadas junto al número de muestra.

C = miel cristalizada.

P = miel parcialmente cristalizada

L = miel no cristalizada.

- Origen:

Señala el Municipio y el poblado; así por ejemplo, la muestra No. 1 del Municipio de Chilón tiene la clave 1 A 1 donde:

1 Es el municipio: Chilón

A1 Es el poblado: Alancacualá

Lista total de municipios, poblados y productores:

Municipio 1: Chilón

Muestra	Origen	Poblado	Productor
1	1A1	Alancacualá	Jiménez Gómez Esteban
2	1A2	Alanzacún	Moreno Pérez Sebastián
3	1B1	Bachajón	Gómez Saragos Antonio
4	1B2	Baminas	Méndez Gómez Manuel
5	1B2	Baminas	Demesa Gómez Sebastián
6	1B3	Bolontiná	Guzmán Jiménez Jerónimo
7	1B4	Buenavista	López Martínez Mauro
8	1C1	Canoilja	Gómez López Martín
9	1C2	Cantetic	Zaragos Gómez Manuel
10	1C3	Carmen	Morales Gutiérrez Manuel
11	1C4	Cintajel	Jiménez López Antonio
12	1C5	Chatetic	Alvaro Cruz Jacinto
13	1C6	Chilón	Pérez Hernández María
14	1D1	Delina	Aguilar Pérez Pascual
15	1E1	Edén	Pérez Gómez Juan
16	1H1	Huaquitepec	Gómez Gómez Juan
17	1H1	Huaquitepec	Gómez Hernández Sebastián
18	1H1	Huaquitepec	Gómez Hernández Tomás
19	1H1	Huaquitepec	Gutiérrez Hernández Francisco
20	1H1	Huaquitepec	Guzmán Gómez Miguel

Muestra	Origen	Poblado	Productor
21	1H1	Huaquitepec	Pérez Jiménez Pedro
22	1J1	Joybé	Espinoza Moreno Miguel
23	1J1	Joybé	Espinoza Saragos Mariano
24	1J2	Jolamaltzac	Jiménez Ramírez José
25	1J2	Jolamaltzac	Demesa Gutiérrez Manuel
26	1J2	Jolamaltzac	Demesa Jiménez Jerónimo
27	1J2	Jolamaltzac	Demesa Jiménez Nicolás
28	1J3	Jotoaquil	Guzmán Gutiérrez Antonio
29	1J4	Jotolá	Jiménez Ramírez José
30	1L1	Las Canchas	Méndez Feliciano Francisco
30	1L1	Las Canchas	Méndez Feliciano Francisco
31	1L1	Las Canchas	Méndez Solórzano Juan
32	1L1	Las Canchas	Solórzano Moreno Manuel
33	1M1	Mequejá	Pérez Hernández Juan
34	1O1	Oxjetja	Méndez Solórzano Jerónimo
35	1P1	Pomalá	Jiménez García Antonio
36	1P1	Pomalá	Jiménez García Juan
37	1P1	Pomalá	Moreno Luna Pascual
38	1P2	Patalilja	Díaz Guzmán Cristóbal
39	1P2	Patalilja	Díaz Hernández Cristóbal
40	1P2	Patalilja	Díaz Hernández Gabriel
41	1P3	Pathuitz	Gómez Gutiérrez Juan
42	1P3	Pathuitz	Gómez Gutiérrez Marcos
43	1P3	Pathuitz	Mora, Mariano
44	1P4	Paxilá	Miranda Méndez Sebastián
45	1P5	Pechitón	López Pérez Mario
46	1P6	Pinabetal	Gutiérrez Hernández Manuel
47	1P7	Primavera	Guzmán Deara Fernando
48	1Q1	Quisisal	Moreno López Jerónimo
49	1Q1	Quisisal	Moreno Saragos Jerónimo
50	1R1	Ramosil	Cruz Gómez Domingo
51	1R1	Ramosil	Gómez López Andrés
52	1R2	Reforma-Canaquil	Jiménez Pérez Juan
53	1R2	Reforma-Canaquil	Vera Gómez Juan
54	1S1	San Antonio Cacteal	Aguilar Hernández Antonio
55	1T1	Tacuba Nueva	Cruz Gutiérrez Nicolás
56	1T1	Tacuba Nueva	Gómez Guzmán Domingo
57	1T1	Tacuba Nueva	Gómez Vázquez Jerónimo
58	1T1	Tacuba Nueva	Gómez Vázquez Santiago
59	1T1	Tacuba Nueva	Jiménez Cruz Fernando
60	1T2	Tiaquil	Moreno Alvaro Miguel
61	1T3	Tunampay	Pérez Gómez Cristóbal
62	1T4	Tzoljá	Demesa Hernández Jerónimo
63	1T4	Tzoljá	Demesa Hernández Manuel
64	1U1	Uxyoquet	Hernández Gómez Crescencio
65	1U1	Uxyoquet	Pérez Méndez Jacinto
66	1X1	Xabá	García Estrada Juan
67	1X2	Xaquilá	Cruz Moreno Juan
68	1X2	Xaquilá	Moreno Gómez Victoria
69	1X2	Xaquilá	Ruiz Silvano Santiago
70	1X3	Xaxalá-Jericó	Aguilar Hernández Manuel

Muestra	Origen	Poblado	Productor
71	1X3	Xaxalá-Jericó	Cruz Núñez Sebastián
72	1X3	Xaxalá-Jericó	Díaz Gutiérrez Alberto
73	1X3	Xaxalá-Jericó	Méndez Cruz Juan
74	1X3	Xaxalá-Jericó	Núñez Pérez Lorenzo

Municipio 2: Ocosingo

Muestra	Origen	Poblado	Productor
1	2C1	Cancuc	Gómez López Marcos
2	2C1	Cancuc	López Santis Juan
3	2D1	Damasco	Gómez Hernández Manuel
4	2D1	Damasco	Guillén Hernández Manuel (#1)
5	2D1	Damasco	Guillén Hernández Manuel (#2)
6	2D1	Damasco	Guillén Hernández Sebastián
7	2D1	Damasco	Gutiérrez Méndez Domingo
8	2D1	Damasco	López Pérez Victoria
9	2D1	Damasco	Méndez Hernández Manuel
10	2E1	Ejido Ocosingo	Albores Sánchez José Luis
11	2E1	Ejido Ocosingo	Mesa, José Germán
12	2E1	Ejido Ocosingo	Moreno Gómez Calixto
13	2G1	Gloria	Gómez González Antonio
14	2O1	Ocotal	Gómez Cruz Anastasio
15	2R1	Rancho Mateo	Arguello Solórzano José
16	2S1	San Caralampio	Moreno Núñez Nicolás
17	2S2	San Marcos	Maldonado Sánchez Manuel
18	2S2	San Marcos	Méndez Maldonado Jacinto
19	2S2	San Marcos	Sanchez Hernández Antonio
20	2S3	San Pedro	Aguilar Ruiz Sebastián
21	2S4	Sibacjá	Alvaro Hernández Juan
22	2S4	Sibacjá	Domínguez Hernández Marcos
23	2S4	Sibacjá	Domínguez Méndez Sebastián
24	2S4	Sibacjá	Gómez Domínguez Antonio
25	2S4	Sibacjá	González Méndez Antonio
26	2S4	Sibacjá	Maldonado Rodríguez Nicolás
27	2S4	Sibacjá	Méndez Antonio Juan
28	2S4	Sibacjá	Osorio Méndez Jacinto
29	2S4	Sibacjá	Sánchez Hernández Antonio
30	2S4	Sibacjá	Sánchez Juárez Miguel
31	2S4	Sibacjá	Sánchez Juárez Miguel
32	2S4	Sibacjá	Sánchez Maldonado Gaspar
33	2S4	Sibacjá	Sánchez Sánchez Pedro

Municipio 3: Oxcuc

Muestra	Origen	Poblado	Productor
1	3M1	Mabilzá	López Gómez Alonso

Municipio 4: Pantelhó

Muestra	Origen	Poblado	Productor
1	4P1	Paraíso	Pérez Gutiérrez Mariano
2	4S1	Sta. Lucía	González Cruz Antonio
3	4S1	Sta. Lucía	González Juárez Nicolás

Municipio 5: Petalcingo.

1	5P1	Petalcingo	Pérez Pérez Juan
2	5P1	Petalcingo	Hernández Díaz Pedro

Municipio 6: Salto de Agua

1	6C1	Embarcadero	Vázquez López Domingo
2	6P1	Punta Brava	Martínez Lara José
3	6P1	Punta Brava	Méndez Arcos Miguel
4	6P1	Punta Brava	Sánchez Montejo Gaspar
5	6V1	Viena	Vázquez Díaz Martín

Municipio 7: Simojovel de Allende

1	7S1	San Lázaro	Juarez Cortés Benito
2	7S2	Simojovel	Vázquez Méndez Abelardo

Municipio 8: Sitalá

1	8S1	Sitalá	Gómez Pérez Pascual Alejandro

Municipio 9: Tila

1	9T1	Sin Registro
2	9T2	Sin Registro
3	9T3	Sin Registro

Municipio 10: Tumbala

1	10A1	I. Allende	López Vázquez Domingo
2	10A1	I. Allende	Vázquez López Sebastián
3	10A1	I. Allende	Vázquez Sánchez Agustín
4	10A1	I. Allende	Vázquez Sánchez Humberto
5	10A1	I. Allende	Vázquez Sánchez Rosendo
6	10A1	I. Allende	Vázquez Solís Domingo
7	10C1	Cacahuatal	Guzmán López Marcos
8	10C1	Cacahuatal	López Montejo Mateo
9	10C1	Cacahuatal	López Sánchez Francisco
10	10C1	Cacahuatal	Mayo Montejo Mateo

Muestra	Origen	Poblado	Productor
11	10C1	Cacahuatal	Mendoza Velazco Mateo
12	10C1	Cacahuatal	Sánchez Méndez Cristóbal
13	10C1	Cacahuatal	Velazco Méndez Andrés
14	10C1	Cuctiepa	López Sánchez Bernabé
15	10C2	Cuctiepa	López Sánchez Nicolás
16	10E1	Embarcadero	López Sánchez Jacobo
17	10P1	Pactium	Vázquez Arcos Mariano
18	10V1	V. Carranza	Alvaro Arcos Felipe
19	10V1	V. Carranza	Arcos Sánchez Francisco
20	10V1	V. Carranza	López Montejo Antonio
21	10V1	V. Carranza	Peniates Díaz Gregorio

Municipio 11: Yajalón

1	11B1	Bachajón	Gómez Pérez Jacinto
2	11B1	Bachajón	Guján Deara Fernando
3	11E1	E. Zapata	Díaz Encino Porfirio
4	11T1	Temó	Díaz Pérez Pedro
5	11V1	Ventana	Gómez López Carlos
6	11V1	Ventana	Pérez López Eduardo

Apéndice II

Resultados de los análisis de las características consideradas para la evaluación de la calidad de las muestras frescas.

MUNICIPIO: Chenalhó.

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
1	1X4	16.3	0.13	13.75	80.59	3.03	2.19	17
2	1X4	15.7	0.07	13.97	78.13	3.11	4.81	17
3	1X4	14.8	0.09	16.21	78.96	4.03	9.80	17
4	1Y4	15.1	0.07	20.03	78.83	2.35	2.73	17
5	1Y4	15.5	0.07	19.64	82.14	3.60	5.85	24
6	1X16	17.1	0.33	17.55	76.89	0.88	5.98	17
7	1X16	17.5	0.27	27.59	76.15	2.26	9.31	24
8	1Z16	16,1	0.32	14.16	78.09	1.42	5.87	17
9	1Z16	17.1	0.24	13.32	77.24	1.69	8.60	17
10	1Z16	17.5	0.34	14.21	76.93	1.72	6.90	17
11	1X28	17.1	0.24	20.97	77.46	0.80	1.91	17
12	1X28	17.1	0.24	17.80	77.65	1.23	6.34	24
13	1Z28	17.2	0.30	18.78	75.87	4.25	4.10	24
14	1Z28	16.3	0.15	23.09	81.08	N.D.	7.04	24
15	1Z28	15.7	0.34	20.08	73.30	8.02	4.26	17

MUNICIPIO: Ococingo.

1	1X1	17.4	0.20	40.46*	76.20	5.70	9.40	48
2	1Y1	17.8	0.21	46.19*	81.29	2.86	9.69	40
3	1Y1	18.1	0.22	51.58*	80.35	N.D.	13.02	48
4	1Z1	17.4	0.21	34.66	76.50	6.33	4.80	24
5	1Z1	18.5	0.19	39.55	74.27	5.04	7.04	17
6	1X2	16.8	0.19	36.05	77.83	4.24	4.46	17
7	1X2	16.7	0.24	56.90*	76.77	7.09	7.41	34
8	1X2	17.0	0.21	27.71	76.56	2.51	6.74	17
9	1X3	15.0	0.26	33.43	78.94	1.95	7.50	28

MUNICIPIO: Ococcingo. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
10	1X3	14.9	0.16	27.41	77.20	2.64	7.23	34
11	1X3	15.2	0.14	27.58	82.50	3.67	6.03	34
12	1Z3	16.7	0.18	28.27	76.19	4.47	6.50	17
13	1Z3	16.1	0.07	34.29	83.59	0.31	10.21	17
14	1Y4	18.9	0.22	29.83	75.84	5.40	8.35	17
15	1Y4	18.5	0.24	36.89	77.66	0.97	7.85	24
16	2X1	18.1	0.30	50.83*	77.81	0.81	18.06	34
17	2X1	18.3	0.27	56.57*	71.97	3.82	19.75	34
18	2X1	18.5	0.23	60.48*	77.95	5.42	13.37	40
19	2X1	19.6	0.34	61.77*	74.72	1.31	20.60	83
20	2Z1	20.1	0.33	70.88*	72.41	4.79	19.45	68
21	2X2	20.0	0.24	77.95*	80.53	3.01	38.15	40
22	2X2	19.3	0.16	75.90*	74.84	4.70	46.10	48
23	2X2	19.7	0.28	79.58*	77.32	3.86	37.92	48
24	2Z2	20.6	0.21	84.13*	78.35	0.17	12.45	34
25	2Z2	19.0	-	-	76.23	3.30	11.11	17
26	2X3	19.5	0.37	83.08*	70.85	8.82	94.05*	83
27	2X3	18.9	0.38	91.88*	70.76	8.23	109.44*	98
28	2X3	18.8	0.41	85.32*	73.39	8.82	196.90*	98
29	2Y3	20.8	0.32	76.70*	76.28	4.35	48.09*	63
30	2Y3	21.7*	0.27	69.46*	78.22	3.75	21.27	34
31	2Y1	19.6	0.17	46.13*	76.56	1.39	11.29	34
32	2Y1	19.3	0.19	44.55*	74.15	2.93	17.68	34
33	2Y1	20.4	0.19	42.84*	74.37	2.12	15.10	34
34	2Z1	19.4	0.20	44.89*	74.49	2.84	14.27	17
35	2Z1	21.6*	0.24	40.75*	70.58	3.36	8.58	17
36	2Y2	18.3	0.24	37.18	76.10	5.24	13.94	34

MUNICIPIO: Ococingo. (Cont)

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
37	2Y2	18.3	0.29	40.47*	77.42	1.65	12.20	40
38	2Y2	18.9	0.37	74.88*	76.23	1.28	11.84	40
39	2Z2	17.8	0.26	35.84	77.84	1.24	10.31	34
40	2Z2	17.7	0.26	44.31*	73.03	8.61	8.77	34
41	2X3	18.0	0.36	49.47*	76.19	0.82	60.77*	48
42	2X3	19.3	0.24	71.71*	72.24	3.43	51.89*	63
43	2Y3	17.7	0.36	54.25*	75.66	1.76	37.08	40
44	2Z3	22.0*	0.24	42.41*	74.00	N.D.	5.85	34
45	2Z3	22.4*	0.32	46.85*	72.88	0.63	10.79	34
46	2X1	19.6	0.22	20.67	73.88	3.34	3.56	8
47	2X1	19.1	0.17	24.48	74.99	4.90	6.50	8
48	2Y1	17.9	0.14	25.94	78.42	0.93	9.91	8
49	2Y1	17.3	0.17	26.20	78.23	4.05	8.49	8
50	2Z1	17.7	0.15	23.92	76.65	2.05	10.90	8
51	2X2	18.8	0.17	26.45	76.58	N.D.	10.10	14
52	2Y2	18.1	0.17	26.43	77.27	2.04	9.30	14
53	2Z2	18.1	0.25	27.49	74.24	5.63	10.26	17
54	2Z2	18.1	0.14	25.71	77.06	2.17	10.41	17
55	2X3	18.5	0.27	26.63	73.04	6.92	6.68	8
56	2X3	21.2*	0.24	34.32	68.34	5.80	5.31	17
57	2X3	21.2*	0.26	36.07	67.57	7.70	7.71	17
58	2Y3	20.9	0.30	32.65	71.93	8.41	7.83	12
59	2Y3	20.6	0.23	31.25	77.16	0.31	11.40	17
60	2Y3	19.4	0.23	31.71	76.18	3.43	9.58	17
61	3X1	17.4	0.25	23.67	73.98	3.95	9.30	8
62	3X1	18.1	0.31	24.00	75.68	2.12	10.72	8
63	3X1	17.6	0.31	24.63	70.44	7.64	12.01	8

MUNICIPIO: Ocosingo. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
64	3Z1	18.4	0.23	21.22	75.40	1.13	5.27	8
65	3Z1	18.4	0.25	26.83	74.75	3.42	5.31	8
66	3X3	17.7	0.22	29.88	75.52	3.06	8.68	8
67	3Z3	19.7	0.33	33.23	78.37	2.93	12.16	8
68	3Z3	19.9	0.22	34.75	76.71	1.23	6.74	8
69	3Z3	18.2	0.23	25.38	78.82	0.66	5.60	8
70	3Z3	17.5	0.21	27.23	77.77	2.69	6.03	8
71	3X1	17.6	0.25	37.24	76.92	2.67	0.24	17
72	3Y1	17.4	0.30	39.23	77.86	2.64	7.63	17
73	3Z1	17.8	0.26	34.08	78.38	2.50	4.19	12
74	3Z1	16.7	0.30	34.73	78.33	3.50	2.43	17
75	3X2	16.3	0.14	26.34	76.88	4.85	2.00	8
76	3X2	16.2	0.12	24.83	75.33	3.82	2.51	8
77	3Y2	16.2	0.15	18.69	76.21	5.39	2.41	8
78	3Y2	17.4	0.13	22.88	75.08	2.73	2.61	8
79	3Z2	15.7	0.12	26.21	76.72	5.51	4.57	8
80	3Y3	17.0	0.24	21.50	78.70	3.89	6.32	17
81	3Y3	18.0	0.19	24.36	79.61	2.09	2.54	17
82	3Y3	17.3	0.17	23.84	79.74	1.64	5.31	17
83	3Y3	17.9	0.16	22.85	77.09	0.97	2.24	17
84	3Y3	17.7	0.15	27.77	78.79	2.92	2.53	17
85	3Z3	16.9	0.26	35.56	76.39	4.26	4.71	17

MUNICIPIO: Palenque.

1	1Y1	16.9	0.40	22.42	78.09	4.22	5.27	24

MUNICIPIO: Palenque (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
2	1Y1	17.6	0.44	20.68	81.80	N.D.	7.16	24
3	1Y1	17.6	0.45	25.33	73.72	9.07	9.31	17
4	1Z1	19.3	0.28	26.08	76.98	2.10	4.51	17
5	1Z1	18.6	0.18	25.61	77.23	4.44	9.59	17
6	1Y2	16.5	0.40	27.05	77.80	5.76	5.78	34
7	1Y2	15.7	0.43	24.20	80.08	4.89	3.44	17
8	1Y2	16.7	0.28	36.51	80.96	N.D.	6.52	34
9	1Z2	17.9	0.35	31.42	77.42	4.06	1.78	24
10	1Z2	18.2	0.42	27.69	73.20	6.87	6.67	24
11	1Y3	19.8	0.35	90.76*	72.70	6.34	119.36*	83
12	1Y3	19.6	0.35	50.21*	75.23	2.96	24.35	68
13	1Z3	20.6	0.28	48.41*	80.62	4.39	7.67	34
14	1Z3	21.8*	0.26	49.63*	75.33	4.39	5.42	24
15	1Y5	19.4	0.33	53.17*	73.94	1.33	39.10	68
16	2X1	18.2	0.12	25.98	77.56	0.66	11.18	17
17	2Y1	18.7	0.09	30.69	76.22	2.17	8.91	17
18	2Z1	17.9	0.08	33.27	70.18	8.57	13.06	28
19	2Z1	18.1	0.24	30.30	77.56	N.D.	11.54	24
20	2Z1	17.9	0.28	31.53	74.29	7.47	8.83	24
21	2Y2	19.3	0.29	35.50	74.22	2.26	4.61	17
22	2Y2	19.0	0.28	37.31	75.84	1.89	5.28	17
23	2Z2	18.6	0.29	31.99	75.96	2.88	8.09	24
24	2Z2	18.6	0.18	29.71	77.53	0.29	9.28	24
25	2Z2	18.3	0.19	21.47	75.82	5.59	10.25	24
26	2X3	19.6	0.13	32.20	79.09	0.93	7.49	17
27	2Y3	19.7	0.21	32.82	71.26	6.31	6.68	28
28	2Z3	18.3	0.13	28.42	76.34	3.95	6.46	24
29	2Z3	20.3	0.26	28.86	72.12	3.49	4.63	24

MUNICIPIO: Palenque (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
30	2Z3	19.8	0.25	24.81	76.35	4.72	7.00	24
31	1X1	19.7	0.16	37.24	73.33	7.40	8.58	17
32	1X1	19.7	0.17	38.57	74.37	8.04	6.97	17
33	1Z1	18.9	0.29	30.11	70.94	8.48	11.53	17
34	1Z1	18.8	0.14	30.08	78.72	N.D.	7.91	17
35	1Z1	19.0	0.12	29.77	74.14	7.42	10.44	17
36	1X2	17.9	0.37	50.15*	77.49	2.43	10.09	17
37	1Y2	18.3	0.25	50.04*	75.86	2.62	9.86	17
38	1Y2	18.0	0.26	44.18*	74.55	2.87	9.68	17
39	1Z2	17.9	0.24	46.76*	76.42	2.53	10.72	17
40	1Z2	18.6	0.27	48.38*	76.50	2.32	11.29	17
41	1X3	17.6	0.10	35.22	73.33	3.72	5.18	17
42	1X3	18.3	0.35	38.90	76.46	5.49	9.58	17
43	1Y3	18.3	0.12	29.08	73.27	5.26	4.42	24
44	1Y3	18.1	0.14	33.03	72.67	5.11	9.08	17
45	1Z3	17.5	0.22	34.43	75.41	3.09	5.78	14

MUNICIPIO: Santa Lucia Pantelhó.

1	1X1	21.3	0.17	25.50	78.93	2.35	6.68	8
2	1Z1	16.6	0.11	26.81	81.52	0.68	6.82	17
3	1Z1	24.9	0.11	23.95	74.10	1.64	4.92	6
4	1Z1	16.6	0.11	24.25	77.14	7.94	7.41	24
5	1Z1	16.5	0.08	22.91	80.08	2.73	11.49	34
6	1X2	15.7	0.08	25.78	74.47	4.69	3.61	34
7	1Z2	16.5	0.08	30.14	75.30	3.96	2.65	8
8	1Z2	16.7	0.09	31.91	75.04	4.08	6.18	17
9	1Z2	15.7	0.10	22.66	75.95	2.50	6.69	17

MUNICIPIO: Santa Lucia Pantelhó. (Cont).

Muestra	Origen	Humedad (%)	Cenizas (%)	Acidez (meq/kg)	Red. Dir (%)	Sacarosa (%)	HMF (ppm)	Color (Lovibond)
10	1Z2	16.8	0.10	32.73	76.72	3.52	2.89	17
11	1X4	16.7	0.08	22.43	77.50	0.86	4.59	17
12	1X4	16.6	0.14	14.75	76.30	1.44	4.54	17
13	1Z4	16.5	0.13	25.96	74.87	3.83	6.49	17
14	1Z4	16.5	0.22	22.54	76.70	1.24	2.45	17
15	1Z4	15.8	0.31	25.31	77.25	3.09	3.53	17

Claves empleadas.

Muestras frescas.

- Todas las muestras se encontraron en estado líquido.

- Origen

Señala productor, estado de operculación del panal y número del cajón de donde se extrajo la muestra.

El estado de operculación está señalado por las variables X, Y, Z donde:

X = panal operculado

Y = panal semioperculado

Z = panal sin opercular

Relación de municipios, poblados y productores:

Municipio 12: Chenalhó

No. de Muestras	Poblado	Productor
1 a 15	Chenalhó	Agustín Arias P.

Municipio 2: Ocosingo

1 a 15	Ocosingo	Don Calixto
16 a 60	Damasco	Manuel Guillén
61 a 85	Jotoljá	Sin registro

Municipio 13: Palenque

1 a 15 y 31-45	11 de Julio	Manuel Guillén
16 a 30	Palenque	César Lagos

Municipio 4: Santa Lucía Pantelhó

1 a 15	Zona Baja	Antonio González Cruz

Apéndice III

Resultados de los análisis de las características consideradas para la evaluación de la calidad de las muestras beneficiadas.

Clave	Humedad %	Cenizas %	Acidez (meq/kg)	Red. Dir. %	Sacarosa %	HMF (ppm)	Color (lovibond)
a_1	15.8	0.22	14.90	80.18	1.84	7.68	17
a_2	16.9	0.22	19.63	78.05	3.59	5.64	17
a_3	16.6	0.20	15.71	80.41	0.15	6.79	17
b_1	16.8	0.20	23.65	78.04	1.31	6.10	17
b_2	17.3	0.19	22.62	78.88	0.71	6.68	17
b_3	17.6	0.20	23.74	74.59	4.04	6.81	17
c_1	18.8	0.25	26.90	78.36	N.D.	12.28	40
c_2	19.1	0.22	26.68	78.59	N.D.	14.86	34
c_3	18.8	0.26	33.95	78.06	0.15	14.34	42
d_1	18.3	0.22	52.31*	77.71	1.35	47.48*	68
d_2	19.1	0.23	45.30*	76.67	4.42	9.17	40
d_3	19.3	0.25	86.48*	76.14	2.48	20.49	63
e_1	17.7	0.21	28.38	80.15	2.95	6.84	40
e_2	16.7	0.19	31.04	81.49	3.09	6.02	40
e_3	17.1	0.21	23.29	81.20	1.79	8.21	34
bd	17.9	0.22	29.20	79.30	3.19	13.60	42
cd	18.3	0.22	32.32	77.63	3.74	17.19	48

APENDICE IV

Correlación simple entre los métodos Fehling y D.N.S. para la determinación de reductores.

A. Correlación entre ml. gastados en la titulación del Fehling vs. Absorbancia DNS, empleando soluciones patrones equimoleculares de glucosa - fructosa.

Glucosa-Fructosa (g/l)	ml. gastados en la titulación de Fehling	Absorbancia a 540 nm.
1.2	48.25	0.691
1.4	40.93	0.819
1.6	36.30	0.927
1.8	32.60	1.018
2.0	29.90	1.158

Factor de correlación = -0.9803

Ecuación: ml. gastados = 74.15 - 39.62 A_{540}

B. Correlación entre %Reductores directos método Fehling vs. % Red. Dir. método DNS empleando muestras de miel fresca del municipio de Chenalhó.

Muestra	% Red. Dir. (Fehling)	% Red. Dir. (DNS)
1	79.00	80.59
2	76.61	78.13
3	77.45	78.96
4	77.54	78.83
5	80.55	82.14
6	75.77	76.89
7	75.01	76.15
8	77.10	78.09
9	75.76	77.24
10	75.62	76.93

Factor de correlación = 0.9957

Ecuación: %Red. Dir. (Fehling) = 4.55 + 0.92 %Red Dir (DNS)

Tres fueron las consideraciones que se tomaron para la sustitución de la técnica de Fehling por DNS.

1°La rapidez en el análisis. Empleando el método DNS se permite duplicar el número de análisis por día.

2° La cantidad de muestra necesaria para el análisis. Para el método de Fehling se requieren 10 g de miel mientras que solamente es necesario 1 g en el método DNS.

3° El costo unitario de análisis (considerando únicamente reactivos con base en la cotización de Sigma Chemical Company, Feb. 1983). Utilizando la técnica de Fehling el costo es de 0.10 dólares y de tan sólo 0.015 dólares empleando el método DNS.

En cuanto al equipo y material requerido, resulta más costoso utilizar el método DNS, básicamente por requerir de un espectrofotómetro; sin embargo, esto se justifica porque el análisis de HMF necesariamente requiere de este aparato por lo que no es necesaria una inversión adicional.

Las correlaciones simples encontradas entre los métodos Fehling y DNS permiten la sustitución del método descrito por la Norma Regional Europea (Fehling modificado) por la técnica DNS.

La primera correlación permite confirmar la relación entre ambas técnicas de análisis. La segunda no solamente vuelve a confirmar la relación sino que además permite interconver-

tir el porcentaje de reductores de un método a otro, pues si - bien no son iguales, la variación no es mayor al 2%, notándose en todos los casos analizados valores más altos utilizando la - técnica DNS.