



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**Caracterización Físicoquímica y Sensorial de la
Miel de Abeja (*Apis mellifera* L.) que se Produce en
el Estado de Hidalgo**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTA

Magali Granillo Espinoza

**Director: Dra. Rosa Hayde Alfaro
Rodríguez**

Tulancingo de Bravo, Hgo. 2011



UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Mayo 2011.

Los que suscriben hacen constar que la tesis titulada "**Caracterización Físicoquímica y Sensorial de la Miel de Abeja (*Apis mellifera* L.) que se Produce en el Estado de Hidalgo**", realizada por la pasante de Ingeniería Agroindustrial Magali Granillo Espinoza, se ha revisado minuciosamente y se han hecho la correcciones pertinentes, y manifestamos nuestra aceptación del trabajo mencionado para su impresión.

Amor, Orden y Progreso


Atentamente

H. Comité Revisor


M. en A. Jesús Franco Fernández


M. en C. Sergio Soto Simental


Dra. Aurora Quintero Lira


Dr. Martín Meza Nieto


Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

Agradecimientos

A la Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez por todo el apoyo que me brindo especialmente el tiempo y la paciencia que me tuvo, que mas que una profesora fue una gran amiga, gracias.

Al M. en C. Sergio Soto Simental, por todas las facilidades que me otorgo para la realización de este trabajo y por los conocimientos brindados a lo largo de la carrera, es un ejemplo a seguir.

A la Dra. Aurora Quintero Lira, por el apoyo y facilidades para la realización de este trabajo, por el tiempo brindado en revisarlo y las sugerencias otorgadas.

Al M. en C. Jesús Franco Fernández, por el apoyo y tiempo en revisar este trabajo gracias por sus sugerencias y los conocimientos brindados a lo largo de la carrera.

Al Dr. Martin Meza Nieto, gracias por el apoyo brindado y el tiempo en revisar este trabajo. A si mismo gracias por todos los desafíos que implanto son cosas que nunca se olvidan y hacen fuerte a uno.

A mis padres

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que pudo darle a un hijo, Amor. A quienes sin estimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, que me han formado y educado. A quienes la ilusión de su excelencia ha sido convertirme en persona de provecho, Y quienes nunca podre pagar sus desvelos ni con las riquezas más grandes del mundo.

Gracias por todo el apoyo que me brindaron y por todos los sacrificios que hicieron para realizar mis anhelos.

Los quiero y los respeto queridos padres mil gracias que Dios los bendiga llene de bendiciones.

Dedicatorias

A mis padres David y Petra, por todo el amor y apoyo que me brindaron a lo largo de mis estudios, gracias por no dejarme vencer y ayudarme a salir adelante, los quiero.

A lo más bonito que me ha dado la vida mi querido y amado hijo Brian Horacio y a mi esposo Andrés gracias por estar conmigo y apoyarme te amo.

A mis hermanos David, Yareli, Marlen y Lupita, por ser parte de mi vida y aunque las contrariedades a veces nos separan gracias por compartir parte de mi vida.

A mis compañeros que más que eso fueron como unos hermanos: Diana, Ceci, Yessi, Brenda, Israel, Ulises, Pancho, Ricardo y Zain, les deseo éxito en la vida y suerte en cada proyecto que emprendan.

A Liz y Carmen mis compañeras de casa, a Eduardo (el tío) por sus travesuras, a Maura y Nancy por apoyarme en la realización de este trabajo y por ser unas buenas amigas, a Alberto el gruñón, a Zaira gracias amiga, a Cristina una gran señora, las puchungas (Brenda y las Marisoles), a las consciencias (Yesser y Armando), a las lam-Vac (Nuria y Flor), a Juan Carlos mi hermanito, a Vero y a Gilberto, leo (el jefe), Alfonso a doña Anita, Sonia, Cary a Marcos, don Juanito, Jorge gracias por la amistad brindada.

A mis profesores: la Dra. Norma, Dra. Lucy, Ing. Lucio, Ing. Javier, Dra. Adriana y al Dr. Norberto gracias por su apoyo y enseñanzas brindadas a lo largo de mi carrera y por ser unos buenos amigos.

A doña Marce, Toñito y Raúl por brindarme un espacio en su hogar y ser una familia para mí.

A todos aquellos que me apoyaron y estuvieron conmigo en las buenas y las malas gracias.....

ÍNDICE

Contenido	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE CUADROS.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
RESUMEN	IV
INTRODUCCIÓN	V
I REVISIÓN DE LITERATURA	1
1.1 La flor.....	1
1.2 La savia.....	2
1.3 La miel.....	2
1.4 Clasificación de la miel.....	3
1.5 Composición de la miel.....	3
1.6 Las abejas.....	5
1.7 Comportamiento de las abejas y sus transformaciones.....	9
1.8 Cosecha por el apicultor.....	11
1.9 Labores básicas para el proceso de la miel.....	12
1.10 Métodos físico-químicos para establecer la calidad de la miel de abeja.....	20
1.10.1 Hidroximetilfurfural (HMF).....	20
1.10.2 Determinación de diastasa.....	21
1.10.3 Cristalización.....	21
1.10.4 Humedad.....	24
1.10.5 Azúcares.....	25
1.10.6 Minerales.....	27
1.10.7 Conductividad eléctrica.....	28
1.10.8 pH.....	29
1.10.9 Acidez.....	29
1.10.10 Color.....	30
1.11 Análisis sensorial.....	33

1.11.1	Especificaciones sensoriales.....	33
1.11.2	Parámetros sensoriales de la miel de abeja.....	35
1.12	Elección de jueces (panelistas)	39
1.13	Pruebas sensoriales.....	41
1.13.1	pruebas afectivas.....	41
1.13.2	pruebas discriminativas.....	42
1.13.3	Pruebas descriptivas.....	43
1.14	Producción de miel.....	44
1.15	Estado de Hidalgo.....	44
II	JUSTIFICACIÓN.....	50
	OBJETIVO GENERAL.....	51
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	51
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	52
3.1	Muestras de miel.....	52
3.2	Análisis de las muestras.....	53
3.3	Variables de estudio.....	53
3.3.1	Humedad.....	53
3.3.2	Cenizas.....	54
3.3.3	pH.....	55
3.3.4	Acidez.....	55
3.3.5	Conductividad eléctrica.....	56
3.3.6	°Brix.....	56
3.3.7	Determinación de color.....	56
3.3.8	Hidroximetilfurfural.....	57
3.3.9	Índice de diastasa.....	58
3.4	Análisis sensorial de las muestras de miel de abeja.....	59
3.4.1	Fase 1: Entrenamiento de jueces.....	59
3.4.2	Fase 2: Evaluación sensorial de la miel.....	62
IV	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	64
4.1.1	Acidez.....	65
4.1.2	pH.....	66

4.1.3 °Brix.....	67
4.1.4 Contenido de humedad.....	68
4.1.5 Conductividad eléctrica.....	69
4.1.6 Cenizas.....	70
4.1.7 Color.....	71
4.1.8 Hidroximetilfurfural (IMF).....	72
4.1.9 Diastasa.....	73
4.2 Resultados de las pruebas sensoriales.....	75
4.2.1 Muestras de floras específicas.....	75
4.2.2 Resultados multiflora.....	76
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
VI BIBLIOGRAFÍA.....	79
VII ANEXOS.....	90
7.1 Hoja de respuestas.....	90

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Composición de la miel de abeja en 100 g de miel.....	4
2 Composición de la miel de abeja de acuerdo a la Norma Mexicana de la Miel (NMX-F-036-1997).....	5
3 Etapas de desarrollo de la abeja expresada en días.....	8
4 Clasificación del color de la miel.....	33
5 Lugar de procedencia y flora de la muestras de miel.....	55
6 Material utilizado para el entrenamiento de jueces.....	64
7 Muestras de miel recolectadas en diferentes municipios del Estado de Hidalgo.....	67
8 Promedios de la acidez total y de los principales componentes que la conforman (libre y lactona).....	69
9 Promedios del pH analizado en las muestras de miel.....	70
10 Promedios de los °Brix analizados en las mieles recabadas del Estado de Hidalgo.....	71
11 Promedios de la humedad presente en las mieles analizadas.....	72
12 Valores de la conductividad eléctrica presente en las distintas mieles del Estado de Hidalgo.....	73
13 Promedios del contenido de ceniza presente en las mieles de las diferentes regiones del Estado de Hidalgo.....	74
14 Promedios del color de las distintas mieles analizadas en el estado de Hidalgo.....	75
15 Promedios del Hidroximetilfurfural presente en las mieles analizadas del Estado de Hidalgo.....	76
16 Promedios de la actividad de Diastasa presente en las mieles de distintas floraciones del estado de Hidalgo.....	77
17 Características sensoriales de la miel de abeja obtenida de floras específicas de diferentes regiones del Estado de Hidalgo.....	79
18 Características sensoriales obtenidas de la multiflora de diferentes regiones del Estado de Hidalgo.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Principales partes de una flor.....	1
2 Anatomía de la abeja (<i>Apis mellifera L.</i>).....	7
3 Principales partes de la abeja	9
4 Danza de las obreras, baile en ocho y baile del círculo	11
5 Diagrama de flujo del proceso de la miel	20
6 Clasificación de pruebas sensoriales afectivas dirigidas al consumidor	44
7 Clasificación de pruebas sensoriales analíticas dirigidas al producto	46
8 Mapa que muestra las principales zonas productoras de miel del Estado de Hidalgo.....	48
9 Imagen que muestra las capsulas de porcelana dentro de la estufa donde se llevó a cabo la determinación de humedad.....	57
10 Imagen que muestra las capsulas de porcelana dentro de la mufla para la determinación de ceniza.....	58
11 Medición de la conductividad eléctrica en las muestra de miel del Estado de Hidalgo	58 59
12 Determinación del color de las diferentes mieles del Estado de Hidalgo	60
13 Imagen que muestra la ordenación del material para la realización de una prueba triangular.....	63
14 Apreciación de dos personas realizando un entrenamiento del sentido del olfato	65
15 Representación del acomodamiento de material y realización del entrenamiento del sentido del gusto.....	65
16 Figura que muestra la representación del material y realización del entrenamiento del sentido de la vista.....	65
17 Figura que representa el acomodo de material y el análisis final de las muestras de miel.....	65 69

RESUMEN

Se estudiaron algunos parámetros físico químicos y sensoriales de mieles de abeja *Apis mellifera L.* de diferentes municipios del estado de Hidalgo. Estas mieles provinieron de floras específicas (flor de mezquite (*Prosopis laevigata*), rumerillo zupacli (*Bidens sp. B*), tuna de órgano (*Opuntia ficus*) y frutales y multifloral. A estas mieles se les realizaron análisis sensorial y físico químicos (humedad, pH, acidez, azúcares totales, conductividad eléctrica, color, hidroximetilfurfural y actividad diastásica), siguiendo el procedimiento A.O.A.C. (Official Methods of analysis) (2005). Los resultados obtenidos fueron comparados con los establecidos por la Norma Mexicana NMX-F-036-1997 la cual indicó que las muestras de miel en cuanto a la acidez la muestra 10 presentó mayor concentración (172.92 meq/kg), el pH la muestra 10 y 12 sobrepasan el límite permitido por la Norma (3.0-4.0), las cenizas de las muestras 10,12,13 sobrepasan los límites permitidos (máximo 0.60), el valor más alto de diastasa lo obtuvo la miel 13, a lo que se refiere al color la miel más oscura fue la 12 y la más clara la 16, en cuanto a HMF, conductividad eléctrica y °Brix todas las mieles entraron dentro de los límites permitidos. El análisis sensorial se desarrolló en tres secciones la primera fue de floras específicas presentando la muestra 12 mayor olor, la 10 mayor color y la muestra 5 mayor sabor. Las otras dos secciones fueron multiflora de las cuales la muestra 2 y 11 presentaron mayor olor, las muestras 14 y 9 mayor color y las muestras 6 y 11 mayor sabor estos datos fueron obtenidos gracias a 13 jueces entrenados.

INTRODUCCIÓN

La miel se define como la sustancia dulce natural producida por las abejas a partir del néctar de las flores, de secreciones o de otras partes vivas de la planta, que las abejas recolectan, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan en panales (NMX-F-036-1997-NORMEX) para que madure y añeje (Codex Alimentarius, 1981).

La composición química de la miel depende principalmente de las fuentes vegetales de las cuales se deriva, pero también de la influencia de factores externos, como el clima, el manejo de extracción y almacenamiento (Crane, 1980), todos estos factores afectan la calidad tanto físico-química como sensorial.

La evaluación de los alimentos desde el punto de vista sensorial, es una disciplina integrada que permite establecer la calidad desde punto de vista de los atributos del producto (NMX-F-036-1997-NORMEX). El control de la calidad de la miel de acuerdo análisis sensorial se realiza considerando los atributos: Apariencia: color, tamaño, forma, conformación, uniformidad. Olor: los miles de compuestos aromáticos que contribuyan al aroma. Gusto: dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente astringente o metálico entre otros) y Textura: las propiedades físicas como dureza, granulosis, viscosidad.

El origen de este estudio es la necesidad de masificar y diversificar el consumo de miel tanto en el estado de Hidalgo como en nuestro país, así como dar un mayor valor agregado al producto de la miel. Para conservar la calidad de la miel y llevar un manejo adecuado, este trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y sensorial de las mieles producidas por *Apis mellifera* en el estado de Hidalgo las cuales no presentan un estudio que las evalúe como auténticas y de buena calidad. Las mieles analizadas fueron monoflorales (flor de mezquite, rumanillo zupacli, tuna de órgano, huahua y frutales) y multiflorales.

I REVISION DE LITERATURA

1.1 Flor

Es la producción de la planta de color y a menudo olorosa. Es una estructura que tiene por lo menos uno de los dos sexos. Cuya función es la reproducción, es decir, la fecundación del ovario para perpetuar la especie. Esto se lleva a cabo mediante la polinización, que se puede definir como llevar, mediante cualquier factor los granos de polen de una flor a otra (Damerval, 2007).

La flor se compone por distintas partes las cuales se describen en los siguientes incisos y se muestran en la figura No. 1:

- a) Estigma: parte del pistilo que recibe el polen.
- b) Estilo: parte central del pistilo.
- c) Ovario: parte inferior del pistilo que contiene óvulos.
- d) Pistilo (Ginesio): conjunto de partes femeninas de la flor.
- e) Receptáculo: parte de la flor nacen el pistilo y los estambres.
- f) Pedúnculo (rabillo): parte fina que une la flor al tallo.
- g) Sépalo: cada de las partes del cáliz de la flor.
- h) Pétalo: cada de las partes de la corola de la flor.
- i) Estambre: órgano reproductor y masculino de la flor.
- j) Antera: parte del estambre que contiene el polen.

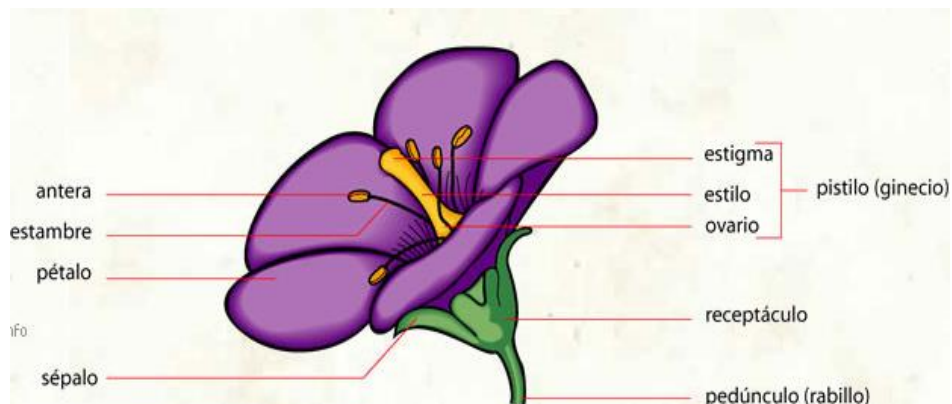


Figura No. 1 Principales partes de una flor (Fontúrbel, 2009).

1.2 La savia

Dentro de las plantas circula la savia que es el fluido transportado por los tejidos de conducción (xilema o floema) y otros líquidos exudados por las plantas, tales como látex, cerumen, resinas o mucílago, muchas veces son incorrectamente denominados savia.

La savia transportada por el xilema (denominada "*savia bruta*") consiste principalmente de agua, elementos minerales, reguladores de crecimiento y otras sustancias que se hallan en disolución. La savia transportada por el floema (denominada "*savia elaborada*") está compuesta principalmente por agua, azúcares, fito reguladores y minerales disueltos. El transporte de la savia en el xilema se produce desde las fuentes (el lugar donde los carbohidratos se producen y almacenan) hacia los destinos (lugares de la planta donde los carbohidratos se utilizan) (González, 1995).

1.3 La miel

Agregando lo anteriormente mencionada del significado de la miel, ésta es el resultado de la recolección y elaboración por las abejas de los jugos azucarados de las plantas, estos jugos pueden ser de dos tipos:

- Néctares: se obtiene por la transformación de la savia de las plantas que proceden de los nectarios, situados en general, en los alrededores del ovario de la flor, aunque algunas plantas pueden tener nectarios extraflorales. La producción de néctar depende de tres factores: del tipo de planta (varia en cantidad y composición), del tipo de suelo sobre el que esta la vegetación y de la meteorología (exceso de agua o sequía, vientos secos, heladas, temperaturas entre otros factores) (Gómez, 2004).
- Mielatos o mieladas: son las secreciones azucaradas producidas en las plantas fuera de los nectarios, generalmente por acción del ataque de pulgones, cochinillas u otras plagas (como hemípteros y parásitos) (Gómez, 2004).

1.4 Clasificación de la Miel

La Norma Mexicana NMX-F-036-1997 alimentos-miel-especificaciones y métodos de prueba, clasifica la miel en las siguientes modalidades:

- a) Miel en Panal: Es la miel que no ha sido extraída de su almacén natural de cera y puede consumirse como tal.
- b) Miel Líquida: Es la miel que ha sido extraída de los panales y que se encuentra en estado líquido, sin presentar cristales visibles.
- c) Miel Cristalizada: Es la miel que se encuentra en estado sólido o semisólido granulado como resultado del fenómeno natural de cristalización de los azúcares que la constituyen.
- d) También establece que la miel debe designarse con el nombre de la región geográfica o topográfica, si ha sido producida exclusivamente en el área a que se refiere la denominación.

1.5 Composición de la miel

Para lograr un producto de buena calidad que satisfaga las expectativas de los consumidores y que no genere ningún riesgo a la salud, es importante verificar que los productos, en este caso la miel no sufra ninguna alteración que modifique sus características.

La composición de la miel depende de las flores de las cuales procede, ya de que ello dependerá mucho la calidad y las características sensoriales que presente la miel. Dicha composición depende del material vegetal del que las abejas toman el néctar y de la región geográfica en que se encuentra ubicado el apiario (Dadant, 1975 citado por Carpio, 2008).

En el Cuadro 1 se muestra la composición de la miel evaluada por la norma NMX-F-036-1997-NORMEX, donde se muestra los nutrientes, vitaminas y minerales principales

presentes en la miel de abeja; por otro lado en el Cuadro 2 se muestra la composición físico química de acuerdo a la Norma Mexicana de la Miel, donde presenta un mínimo y máximos de los componentes especificados, es importante señalar que esta última presenta rangos establecidos en cuanto a la miel.

Cuadro 1. Composición de la miel de abeja en 100g de miel.

Nutriente	%
Humedad	14-20
Carbohidratos (totales)	82-95
Fructosa	28-44
Glucosa	22-38
Sacarosa	0.2-5
Maltosa	2-16
Otros azucares	0.1-8
Proteínas y aminoácidos	0.2-2
Grasas (lípidos)	0
Colesterol	0
Energía	304 Kcal.
Vitaminas	
	mg
Tiamina	<0.0
Riboflavina	< 0.06
Niacina	< 0.36
Ácido pantoténico	< 0.11
Piridoxina (B6)	< 0.32
Ácido ascórbico	2.2 - 2.4
Minerales	
	mg
Calcio	4.4-9.2
Cobre	0.003 - 0.10
Hierro	0.06 - 1.5
Magnesio	1.2 - 3.50
Manganeso	0.02 - 0.4
Fósforo	1.9 - 6.30
Potasio	13.2 - 16.8
Sodio	0.0 - 7.6
Zinc	0.03 - 0.4
Cenizas	0.2-1%

Fuente: Norma Mexicana NMX-F-036-1997-NORMEX

Cuadro 2. Composición de la miel de abeja de acuerdo a la Norma Mexicana de la Miel (036-1997)

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Contenido aparente de azúcar reductor expresado como % (g/100g)	63.88	-
Contenido de sacarosa % (g/100g)	-	5.00
Contenido de glucosa % (g/100)	-	38.00
Humedad % (g/100)	-	20.00
Sólidos insolubles en agua % (g/100)	-	0.03
Cenizas % (g/100)	-	0.06
Acidez expresada como miliequivalentes de ácido/Kg.	-	40.00
Hidroximetilfurfural (HMF), expresado en mg/kg en miel envasada. En más de 6 meses.	-	80.00
Hidroximetilfurfural (HMF), expresado en mg/kg en miel envasada. En menos de 6 meses.	-	40.00
Índice de diastasa.	-	8.0

1.6 Las abejas

La abeja de miel *Apis mellifera* L. es una de las más viejas formas de vida animal, la cual existe desde la época Neolítica. Su nombre científico, *Apis mellifera* L.; literalmente significa “la abeja que lleva la miel”. Es originaria del suroeste de Asia y probablemente de la región de Afganistán y existen registros de que humanos primitivos recogían miel de colonias silvestres 7000 años a.C., probablemente el primer hombre en criar de abejas (apicultor) lo hizo entre 3000 a 5000 años a. C. (Erickson, 1986). La apicultura como tal comenzó cuando el hombre aprendió a proteger, cuidar y controlar las colonias de abejas (Dadant, 1975 citado por L. de la Torre, 2008).

La especie *mellifera* L.; la verdadera abeja melífera, es la especie que es la mayor productora de miel y de los sub-productos de la colmena, esta se introdujo en varias regiones para uso apícola.

La zoología clasifica a las abejas como se muestra a continuación:

Dominio: Eucaria
Reino: Animal
Subreino: Metazoarios
Serie: Anteníferos
Clase: Insectos
Subclase: Pterógenos
Orden: Himenópteros
Superorden: Artrópoda
Phylum: Artrópoda
Familia: Apidos
Género: *Apis*
Especie: *melífera* L.

Las abejas son insectos que viven en familias porque un solo individuo o un grupo demasiado pequeño, no pueden sobrevivir. Las familias se componen de tres clases de abejas: la reina o hembra fértil que es el único ejemplar que puede ser fecundado, de ello depende que la especie se conserve y perpetué; los zánganos o machos que fecundan a la reina y las obreras, hembras que tienen atrofiado el aparato sexual y por lo tanto no son fecundadas, aunque en ocasiones extraordinarias pueden ovar o depositar huevecillos. Las obreras reciben su nombre por que realizan múltiples actividades, unas en el campo y otras en el interior de la colmena.

Sus partes bucales les permiten masticar y en ellas presentan modificaciones para chupar y lamer, funciones sin las cuales no pueden desarrollar su alimentación ni su organización. Tienen un exoesqueleto muy resistente y antenas delgadas. A los lados de la cabeza cuentan con dos ojos considerablemente grandes compuestos por múltiples facetas y en la parte central o frente, tienen tres ojos múltiples llamados *ocelos*. Sus patas son articuladas y finas; de la parte superior del tórax salen dos pares de alas membranosas como se ver en la figura No. 2.

Su sistema de reproducción es de dos maneras: las hembras se gestan sexualmente, los machos se multiplican por partegonesis, es decir, a partir de huevos no fecundados puestos por la reina o las obreras (Zúñiga, 1990, Grape, 2001).

1. Ojos compuestos
2. Ojos simples
3. Antenas
4. Tórax
5. Abdomen
6. Alas membranosas
7. Tibia
8. Peine
9. Cesto y pinza
10. Cepillo
11. Aguijón
12. Corazón con ostiolo
13. Músculos cardiacos
14. Buche
15. Tubo igestive
16. Ciegos gástricos
17. Sacos aéreos
18. Ganglios nerviosos
19. Glándula venenosa

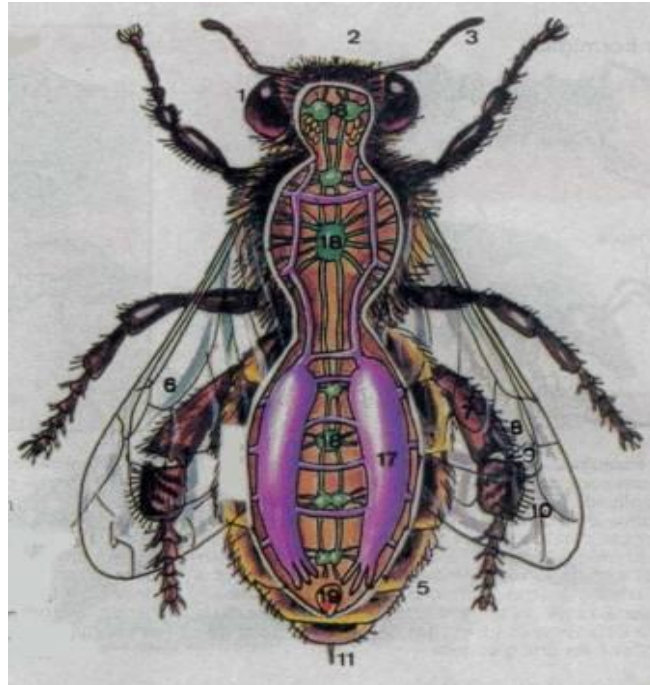


Figura No. 2 Anatomía de la abeja (*Apis mellifera L.*)(Grape, 2001).

En cuanto a sus etapas de desarrollo pueden variar en más o menos por un día, según el tipo, especie o raza de abeja de que se trate, y también del clima y época del año.

Cuadro 3. Etapas de desarrollo de la abeja expresada en días.

Acontecimientos de desarrollo	Reina	Obrera	Zángano
Huevo	3	3	3
Crecimiento de la larva	5	6	6 ½
Pupa: Hilado del	1	2	1 ½

capullo			
Pupa: Período de reposo	2	2	3
Pupa: Cambio de crisalido o muda	1	1	1
Pupa: Período de perfeccionamiento	3-4	7	9
Duracion total	15-16	21	24

Fuente: Guzzetti y Santi (2006)

Las abejas se componen principalmente por tres partes: la cabeza, el tórax y el abdomen como se muestra en la figura No.3:

- **La cabeza**

La cabeza de las obreras es achatada y de forma triangular; la de la reina es ovalada y la del zángano es redonda. En ella se encuentran los principales órganos de los sentidos, la vista, el tacto, el olfato, el cerebro, los órganos de succión, las mandíbulas y la boca.

- **El tórax**

El tórax o segunda parte del cuerpo de las abejas está formado por cuatro segmentos. El más cercano a la cabeza articula el primer par de patas; en el siguiente esta el segundo par de patas y el primero de alas; en el penúltimo segmento se articulan el tercer par de patas y el segundo de alas; el cuarto segmento forma un pedúnculo con el que se articula el abdomen. Las glándulas salivales torácicas corresponden al aparato digestivo y abarcan parte de los primeros segmentos.

- **El abdomen**

La tercera sección del cuerpo de las abejas es el abdomen, que contiene la mayor parte de los órganos y glándulas, así como el sistema respiratorio y el digestivo. En este lugar producen una sustancia que despiden un olor característico cuando la abeja

es molestada, al cual se le llama “olor de alarma” e indica a las demás obreras que deben ayudarla y sirve también para marcar las fuentes de alimento que encuentran en el campo (Zúñiga,1990).

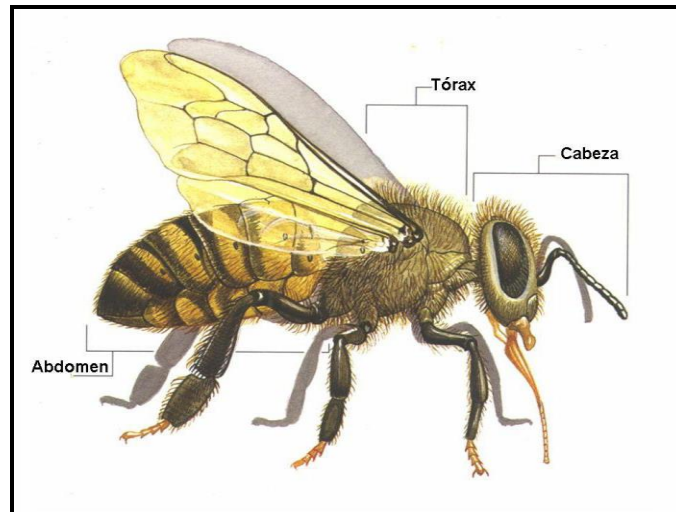


Figura No. 3 Principales partes de una abeja (Zúñiga, 1990).

1.7 Comportamiento de las abejas y sus transformaciones

Las abejas recogen jugos azucarados (néctares y mielatos) para su alimentación y transformarlos en miel con el fin de conservarlos como reserva para los tiempos de escasez.

El néctar se traslada a la colmena en el buche de las abejas (ubicado en la parte posterior del abdomen, con paredes muy elásticas) Al llegar lo bombean hacia el exterior pasándolo a otra abeja joven que lo recoge, trasegando la gota de néctar, pasa por mas abejas; si la floración es lenta la gota de néctar pasa por unas pocas abejas y es depositada rápidamente en los panales.

Cuando el néctar pasa de una abeja a otra, además de perder agua, recibe el aporte de enzimas de las glándulas salivales de las abejas, que rompen las moléculas de los azúcares pesados (sacarosa, meletosa, levulosa, maltosa, trehalosa, rafinosa, glucosa, etc.), convirtiéndolas en moléculas de azúcares más sencillos, mas digeribles. Estos

aportes de la abeja hacen que las mieles de floraciones lentas tengan menos humedad, más enzimas, y azúcares más sencillos que las floraciones rápidas.

Una vez trasegado, el néctar se deposita en las celdas del panal de forma que no queden llenas, para que la masa tenga la máxima superficie de contacto con el aire de la colmena (Gómez, 2004).

Las abejas empiezan entonces un mecanismo de ventilación y renovación de aire que hace que este néctar haya perdido agua. Cuando en una zona del panal se alcanza el punto óptimo de evaporación de agua (18%) de humedad, las abejas lo reagrupan llenando celdillas y tapándolas con una fina capa de cera, el opérculo. Este cierre de cera aun que tiene una cierta porosidad, preserva la miel madura.

La obtención de mieles monoflorales o de mielatos de determinada planta es posible gracias a la comunicación de las abejas. Como es conocido, cuando una abeja encuentra una fuente de alimento vuelve a la colmena y, mediante la danza en ocho, transmite a las que están dentro en qué dirección y a qué distancia se encuentra la fuente de alimento (Gómez, 2004). Mientras que la danza circular indica una fuente importante de néctar o que la fuente de néctar o de polen se halla a una distancia aproximada de 25 metros, mientras que la danza en ocho al retorno a la colmena, indica que deben prepararse para un vuelo más largo (Fig.No.4). (Grape, 2001). Estas danzas pueden durar hasta un minuto. Luego la ejecución puede reiniciarla en otro lugar o bien retornar a la fuente de néctar, Las abejas que se hayan cerca entran en un estado de agitación, manteniendo sus antenas cerca de la danzarina (Root, 2002).

El reparto de pequeñas cantidades del néctar o mielato recolectado indicara a las abejas, además de donde esta que es lo que han de buscar. Estas abejas así activadas a la búsqueda acuden a la misma fuente de néctar que la primera hasta que la floración marcada se satura de abejas recolectoras y ya no aportan más comida. Llegando ese caso dejan de activarse abejas hacia esa mielada y se han de buscar otra. Las abejas, pues, son fieles a un determinado aporte de una planta, que recolectan de manera mayoritarias mientras ese aporte exista en suficiente cantidad (Gómez, 2004).

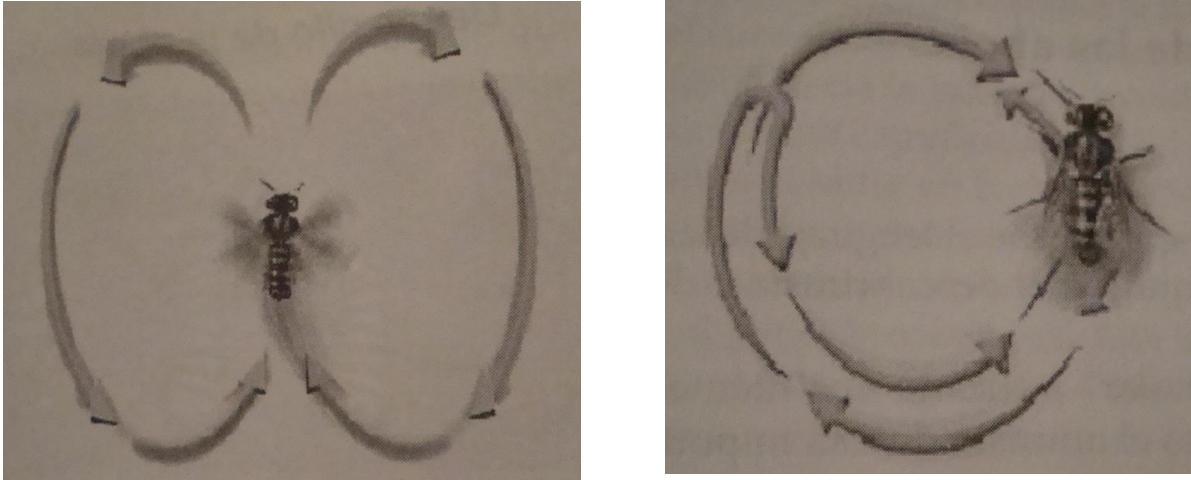


Figura No. 4 Danza de las obreras, baile en ocho y baile del círculo (Gómez, 2004).

1.8 Cosecha por el apicultor

Cuando un apicultor considera que la miel de sus colmenas ya está madura y puede ser cosechada procede a lo que en el lenguaje del sector se le llama la “cata” o “corte”, esto se lleva a cabo cuando al menos las tres cuartas partes de las celdillas estén cerradas con un opérculo de cera, es decir que tengan una humedad aproximada del 18 %.

La “cata” o “corte” varía de una zona a otra, y depende de la meteorología. La cosecha de la miel y depende de varios factores:

Saber si ya terminó la temporada de floración; considerar cuanta miel tienen almacenada las abejas y cuantas alzas se han añadido o cambiado a la colmena (Gómez, 2004).

Si ya terminó la floración y las abejas cuentan con suficiente reservas de miel, o sea entre diez o quince kilos por cada colmena, podemos extraer la miel que sobra.

Asegurarnos de que todas las celdillas de los panales de miel estén operculadas las que aun no lo estén contienen miel que todavía no ha alcanzado su punto.

Es importante eliminar el exceso de humedad de la miel, incluso después de la cosecha.

Una vez asegurando que los panales estén llenos de miel y sus celdillas se encuentren selladas, se retiran las alzas de la cosecha y se colocan en una habitación fresca y seca, almacenándolas en forma de cruz para que el aire pueda circular entre ellas y ayuda eliminar la humedad que pueda contener. Cuando se tienen todos los parámetros listos se puede extraer la miel (Zúñiga, 1990).

1.9 Labores básicas para el proceso de la miel

a) Desabejado

La primera fase de este proceso es el “desabejado” de los panales con miel, expulsar a las abejas de ellos. Generalmente esto se consigue echando humo con un fuelle (ahumador) en la zona de trabajo las abejas huyen a otras zonas de la colmena y así es posible retirar los panales con la cosecha. En algunas explotaciones industriales se utiliza unas gotas de repelentes de abejas (aceite de almendras amargas), que se colocan en un paño en la parte superior de la colmena; las abejas huyen a las partes inferiores de la colmena, abandonando la cosecha en la parte superior, lo que permite retirarla, fácilmente pasando unos minutos. Aun más frecuente son las maquinas que producen un chorro de aire, que empuja a las abejas a la parte inferior de la colmena, despejando los panales con cosecha y permitiendo que sea retirada sin llevar abejas (Gómez, 2004).

b) La elección de los panales

La elección de los panales para la cosecha, se hará de acuerdo con la madurez de la miel, que deberá tener un porcentaje de humedad suficientemente bajo para garantizar su conservación sin riesgo de fermentación: inferior al 18.5% (Gómez, 2004).

c) Desoperculado

En el desoperculado de los panales, se incorporan a la miel macropartículas de cera, cuya presencia es inevitable sea cual sea su método de trabajo elegido, estas partículas son menos densas que la miel y se decantan, suben a la parte superior. Esta decantación es más fácil cuando se despercudada a cuchillo, ya que las partículas son más grandes y flotan mejor que cuando se desopercula a máquina

las partículas son a veces más pequeñas, y si la miel es muy viscosa y cristaliza rápido, pueden quedar atrapadas en su masa sin acabar de decantar (Gómez, 2004).

d) Escurrido de bastidores

Los bastidores desoperculados exponen la miel a posibles contaminaciones. Las precauciones a seguir en esta etapa son las siguientes:

- No utilizar ventiladores cerca de este sector.
- No colocar luces sobre la charola salvamiel, ya que atraen abejas y otros insectos.
- Realizar el escurrido de los bastidores con miel sobre charolas salvamiel de acero inoxidable.
- Abrir aquellos opérculos de los panales que no fueron correctamente desoperculados con un peine de acero inoxidable.
- No apoyar nunca el peine desoperculador en el piso, desoperculadora, banco, o cualquier otra superficie que pueda contaminarlo. Siempre tener previsto un lugar sanitizado y exclusivo donde colgar el peine y mantenerlo limpio y seco cuando no sea utilizado.

e) Extracción

El proceso de extracción se puede realizar de dos maneras rústicamente (baño María) e industrialmente (por centrifugado)

1. Baño María.

Después se toma el bastidor en una de las cazuelas o cubetas chicas que tenemos preparadas y ponemos a calentar el agua para que la cera se derrita a baño María. Cuando el panal se deshaga totalmente retiramos el bastidor y dejamos que la cera se enfríe para separarla de la miel. Como es menos densa, la cera flota y es fácil quitarla.

Para envasar la miel ponemos un frasco o una lata y la vertemos colocándola a través de una malla de alambre para asegurarnos de que no tenga ninguna impureza.

Este método de extracción de miel es fácil y barato, pero tiene la desventaja de destruir los panales por lo que es necesario tener láminas de cera estampada, para colocarlas en los bastidores antes de usarlos de nuevo (Zúñiga, 1990).

2. Centrifugado

Este proceso requiere de un extractor de miel, que es un tanque con unos soportes verticales en su interior, fijos a un tubo giratorio en el centro. Sobre estos se colocan los bastidores una vez que hemos desoperculado sus panales. Cuando todos los bastidores están sujetos en sus lugares se hace girar el tubo central por medio de una manivela. La fuerza centrífuga hace salir la miel de los panales hacia la pared del tanque de donde escurre hasta el fondo. De ahí sale por un tubo o una válvula y se coloca en un recipiente colocado hacia abajo. La ventaja de utilizar extractores es que los panales casi no se dañan al hacerlos girar. Esto permite a las abejas reconstruirlos rápidamente para almacenar la miel en sus celdas. Con los extractores, la producción melífera resulta el doble o el triple que la que se obtiene vendiéndola en panal o derritiendo la cera en baño María que en ambos casos se destruye el panal.

El hecho de preservar cada panal mediante los extractores significa un gran ahorro de tiempo y dinero. Como quiera que sea, es necesario destruir los panales cada dos o tres años porque en ese tiempo la cera se vuelve demasiado vieja y las abejas empiezan a rechazarla (Zúñiga, 1990, Gómez, 2004).

f) Colado

El colado de la miel es una práctica utilizada para eliminar los fragmentos de cera de abejas u otras impurezas provenientes del proceso de extracción.

El colador debe ubicarse entre la salida del extractor y la entrada al depósito de miel (SENASICA, 1997).

g) Recepción

El tanque de recepción de miel se ubica a la salida del extractor. Para evitar posibles contaminaciones deben considerarse las siguientes recomendaciones:

- Deben utilizarse tanques de acero inoxidable y, en su caso, de doble pared con regulador de temperatura y termómetro, a fin de mantener la miel preferentemente a 28°C., a través de circulación interna de agua caliente o uso de resistencias eléctricas.
- Utilizar siempre tanques cuya boca de entrada esté al menos 10 cm por encima del nivel del piso para evitar la entrada de contaminantes.
- Asimismo, deberán estar siempre tapados y sólo se abrirán cuando sea realmente necesario. De esta manera se reduce el riesgo de contaminación de la miel (SENASICA, 1997).

h) Bombeo para el traslado de miel

Se recomienda implementar un sistema de bombeo automático, cuando sea necesario. Asimismo, la capacidad de la bomba deberá ser acorde al volumen y viscosidad de miel que se procese. También se debe evitar que se acumulen impurezas y cera en exceso en la superficie de la miel dentro del tanque de recepción, retirándola para que no sea succionada por la bomba de elevación y que se obstruya, de forma higiénica y con implementos de acero inoxidable.

Las bombas deben ubicarse fuera de los depósitos de miel para que no contaminen el producto y se facilite su correcto mantenimiento, limpieza y sanitización diaria durante el proceso. La reinstalación se llevará a cabo bajo medidas de higiene necesarias.

La tubería que transporta la miel deben ser de material de grado alimentario, tener extremos desmontables para facilitar su limpieza y destapado (en caso necesario).

Las conexiones deben ser curvas (con ángulos de 45°) para mejor circulación de la miel (SENASICA, 1997).

i) Sedimentación

La sedimentación es el proceso mediante el cual se logra la separación de las partículas e impurezas presentes en la miel a través del reposo.

Para llevar a cabo este proceso se recomienda:

- Utilizar tanques con tapa para evitar contaminaciones.
- Retirar las partículas livianas que flotan sobre la miel (cera, restos de abejas, etc.), en forma higiénica y periódica, empleando utensilios de acero inoxidable completamente limpio y seco antes de usarlos.
- La salida del tanque debe estar colocada a 2 cm del fondo para evitar el paso de partículas sedimentadas de mayor densidad que la miel.
- No dejar la miel en los tanques más de 2 días, especialmente aquella de fácil cristalización.
- Una vez concluido el proceso se deberá lavar y sanitizar todo el equipo y utensilios para evitar la mezcla de mieles de diferentes lotes (SENASICA, 1997).

j) Filtrado

Para el filtrado de la miel se deberán emplear filtros con mallas de acero inoxidable con abertura de 100 micras. Los filtros deberán ser reemplazables y lavables. La limpieza se realizará cuando ya no fluya la miel o al finalizar el proceso, con agua caliente y limpia.

Se recomienda manejar dos filtros paralelos y alternar su uso para evitar que el proceso se detenga cuando se obstruyan (SENASICA, 1997).

k) Envasado (Envasado en Tambores)

Son indispensables una serie de cuidados para que el esfuerzo realizado hasta el momento se vea reflejado en el producto final. Las recomendaciones son las siguientes:

- Deberán usarse, preferentemente, tambores nuevos con un recubrimiento interno de resina fenólica horneada o pintura epóxica. Si por alguna razón se emplean tambores usados, deberán proceder de la industria alimenticia, tendrán que lavarse perfectamente para eliminar olores ajenos a la miel, estar recubiertos con resina fenólica o pintura epóxica y no presentar golpes.
- Los tambores deberán estar siempre cerrados.
- Durante el llenado, sus tapas deberán mantenerse en un contenedor limpio para evitar que se contaminen.
- Cada tambor deberá identificarse de acuerdo a las reglamentaciones oficiales vigentes.
- La toma de muestra de miel de los tambores deberá hacerse antes de taparlos de forma higiénica (SENASICA, 1997).

l) Almacenamiento de tambores

Las condiciones de almacenamiento son un punto crítico en la cadena producción-proceso-ensado y comercialización de la miel. Si no se cuenta con un local resguardado de los rayos solares y de la lluvia; con piso de cemento y una correcta manipulación de tambores, la miel envasada sufrirá modificaciones físicas y químicas

que afectarán negativamente su calidad. Por este motivo, se deben considerar las siguientes recomendaciones:

Almacenar los tambores en locales cerrados que impidan la entrada de agua y no exponerlos a los rayos solares, ya que la acción del sol eleva los valores de Hidroximetilfurfural (HMF) y disminuye la actividad diastásica de la miel.

Mantener el lugar de almacenamiento siempre fresco (no mayor a los 20°C), a fin de evitar temperaturas altas por períodos prolongados, ya que producen elevación del HMF.

Almacenar los tambores en lugares con baja humedad (menor al 60% de humedad relativa), con la finalidad de disminuir los riesgos de deterioro de la miel (pérdida de calidad por absorción de humedad del ambiente y crecimiento de levaduras que fermentan la miel).

Finalmente, para una buena conservación es necesario que los cambios térmicos sean bajos y que el ambiente esté libre de olores ajenos (SENASICA, 1997).

En la Figura 5 se muestra el diagrama de flujo del proceso de la miel de abeja.

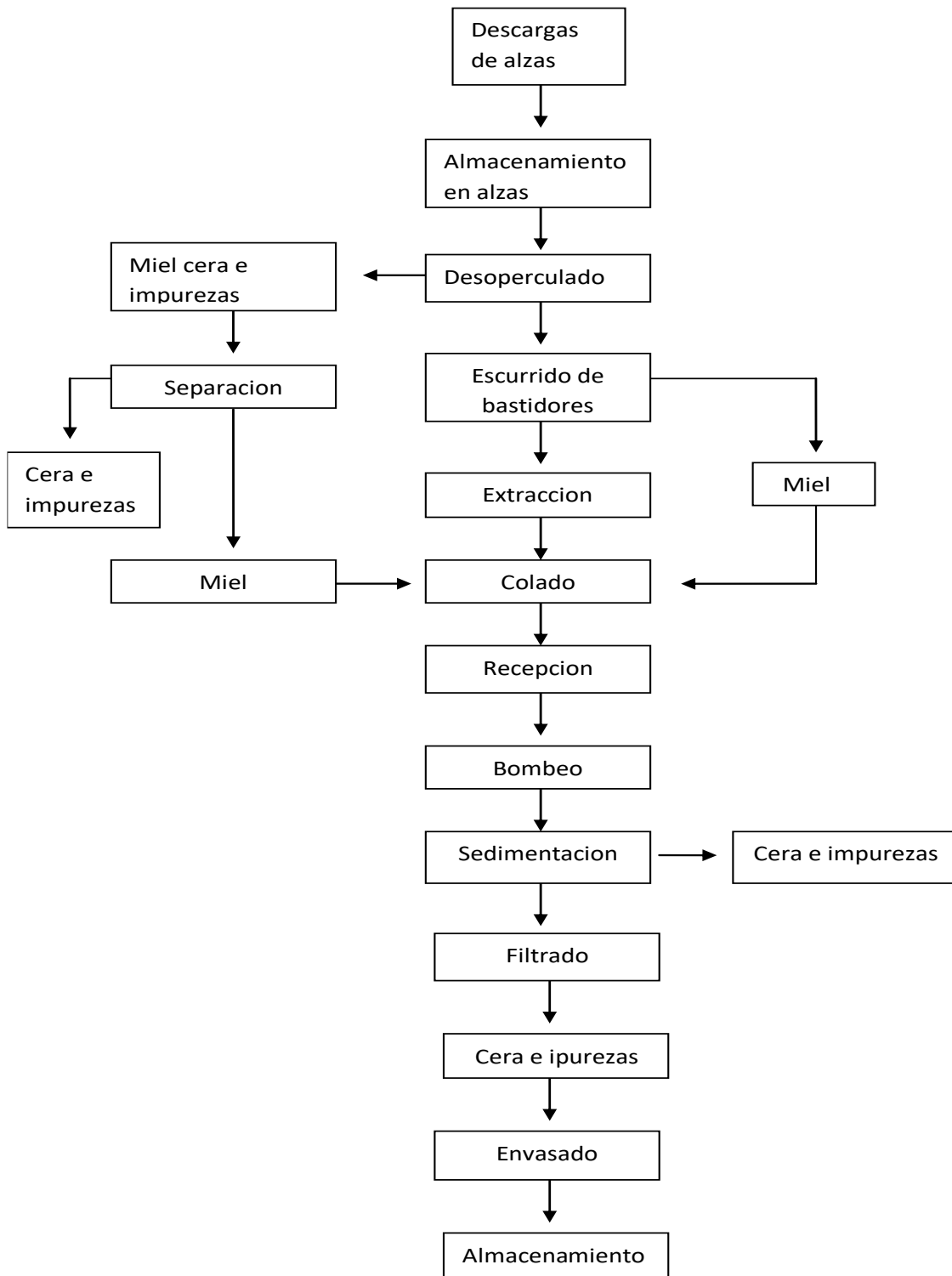


Figura 5. Diagrama de flujo del Proceso de la miel. Fuente: manual de buenas prácticas de manufactura, SENASICA, CG

1.10 Métodos físico-químicos para establecer la calidad de la miel de abeja.

La extracción de la miel ha ido evolucionando, como pasa con la mayoría de los productos naturales, con el tiempo pierde sustancias aromáticas, gustativas, etc., en definitiva, se pueden hacer apreciaciones sensoriales sobre una miel cuando más fresca sea, legalmente existen incluso lo que se llaman “parámetros de frescura”, que son aquellos cuyos valores indican si la miel ha sido cosechada hace poco tiempo o no y si ha sido calentada en su acondicionamiento. Es importante señalar que existen métodos físico-químicos que permiten establecer la calidad de la miel de abeja los cuales son:

1.10.1 Hidroximetilfurfural (HMF)

El HMF resulta de la degradación de los azúcares simples (fructosa, glucosa, etc.), este compuesto se forma a partir de la fructosa, por deshidratación de esta, y va subiendo con el tiempo y los calentamientos. (Piro *et al.* 1996, Gómez, 2004). Moguel (2005) reporta que esta no existe de manera natural en la miel; sino que es un compuesto formado por la pérdida de dos moléculas de agua en la fructosa, y su presencia es un indicador de envejecimiento o calentamiento (White, 1992).

Así mismo es considerado un factor muy determinante porque prácticamente no hay hidroximetilfurfural (HMF) en las mieles frescas (Codex alimentarius, 1981); es considerado el criterio más confiable para evaluar el envejecimiento y sobrecalentamiento en la miel (White, 1994; Karabournioti, 2001) y para la determinación de endulzantes adicionados a la miel Lampitt, (1929).

El contenido de hidroximetilfurfural (HMF), que no ha de ser superior a 40 mg/kg de miel, excepto para mieles de zonas tropicales, que se admite hasta 80 mg/kg. (Gómez, 2004). Sin embargo, la propuesta del Codex es fijar un máximo de 60 mg HMF/kg miel. La propuesta de un máximo más elevado responde al hecho de que el HMF aumenta más rápido durante el almacenamiento de la miel de abejas en los países tropicales cuyos climas son más calientes. La más reciente propuesta de la EU (Unión Europea) exige un máximo de 40 mg HMF/kg miel

1.10.2 Determinación de diastasa

Según Piro *et al.* (1996), citado por Parada, (2003) esta enzima corresponde a una α –amilasa que es segregada por las glándulas hipo faríngeas de la abeja, que hidroliza el almidón y otros azúcares complejos. La conservación por un largo tiempo, así como la exposición al calor, conlleva la desnaturalización de la enzima con la consiguiente baja en su actividad. Esta enzima está vinculada con la actividad antibacteriana de la miel (Villena y Bicudo, 1999; Bogdanov *et al.*, 2000)

La importancia de esta enzima está dada desde el punto de vista de calidad, ya que refleja el tiempo de exposición al calor que ha sufrido la miel. Según Amor y White, citado por García *et al.* (1986), esta enzima posee una función determinada en la conversión del néctar en miel.

Moguel (2000) reporta que las enzimas diastasa e invertasa son adicionadas por las abejas al néctar durante el proceso de maduración. Su presencia en concentraciones elevadas indica que las mieles no han sido calentadas o almacenadas en largos periodos (Sancho *et al.* 1992; White, 1994). Si bien la actividad diastásica varía según el origen botánico de la miel, el mínimo de 8 unidades de diastasa, ha resultado útil como estándar de calidad (Gómez, 2004, Codex Alimentarius, 1981). Al interpretar los resultados de actividad de diastasa debe considerarse que algunas mieles monoflorales poseen una actividad diastásica baja por naturaleza (Codex Alimentarius, 1981).

1.10.3 La cristalización

Es un estado natural de las mieles que se presenta cuando los azúcares de la miel que se encuentran en exceso son liberados en forma de cristales, en algunos casos este proceso depende no solo del origen floral, sino también de las condiciones de procesamiento y almacenamiento.

La formación de cristales de azúcar en la miel, corrientemente denominada granulación, consiste en la separación de la glucosa en forma sólida. Generalmente se considera que cuando la glucosa cristaliza de una solución acuosa, como lo es la miel,

aproximadamente diez partes de ella en peso se combinan químicamente con una parte de agua, conociéndose dicha combinación como glucosa hidratada (Root, 1976).

Con la cristalización la miel pierde primero su transparencia, se vuelve traslúcida, después permitiendo su consistencia líquida y volviéndose pastosa, más o menos dura, al tiempo que pierde aromas, se aclara de color y se endurece.

La miel es una sustancia sobresaturada en azúcares (es decir, que tiene excedentes de azúcares disueltos, más de los que puedan permanecer disueltos en su contenido de agua), y por tanto tiene tendencia a evolucionar hacia su estado de equilibrio, cristalizado ese excedente (Gómez, 2004).

La tendencia que presenta la miel a la cristalización depende no solo de su composición, sino también de catalizadores de la cristalización, como pueden ser cristales primarios, polvo, pólenes, choques térmicos, burbujas microscópicas de aire, etc. (Jean – Prost, 1995; Cornejo, 1988).

La cristalización está influida por varios factores:

- a) El origen botánico. Como ya se ha comentado los néctares de determinadas plantas son más ricos en glucosa, azúcares menos solubles, y tiene más tendencia a cristalizar.
- b) El contenido en agua. Si es alto, retrasa la cristalización, pero si es muy bajo puede tener el mismo efecto, al hacer la miel muy viscosa, lo que impide que los primeros microcristales emigren por la masa de la miel y propaguen el que se “copie” el proceso; de esta manera se retrasa la cristalización que sube desde el fondo del envase y ramificaciones de cristalización que suben desde el fondo. Para una cristalización homogénea los contenidos de humedad más correctos están entre 17% y el 18%.
- c) La temperatura: La cristalización natural aumenta de manera extraordinaria cuando bajan las temperaturas en otoño, ya que entre 13°C y 14°C está el óptimo de crecimiento de cristales (el de formación de los microcristales está entre 4°C y 5°C) (Cornejo, 1988, Gómez, 2004).

- d) La presencia de partículas sólidas (de cera, polvo, etc.), que actúen como plataformas de fijación de los microcristales acentúa la cristalización

- e) Por temperaturas altas: a temperaturas próximas a los 40°C la miel se fluidifica mucho, y los cristales que se forman no se aguantan en la masa de la miel y emigran al fondo del envase; entonces se establece una capa en el fondo con cristales y otra líquida flotando encima

- f) Por envejecimiento: a esta misma situación se puede llegar por envejecimiento, cuando la fructosa, con menos tendencia a cristalizar se sitúa en una capa superior, sobre los cristales de glucosa, más densos.

- g) Secado de cristales, marmolización, arborescencias; se llama así a unas ramificaciones blanquinosas que aparecen en la parte superior y/o en los laterales del envase. Si están en la parte superior normalmente son debidas al aire que quedó atrapado (microburbujas, que no pudieron decantar, y secaron, deshidrataron, una parte de la masa, blanqueándola).

Si está en un lateral suele ser debido que al conservar la miel en un lugar frío la masa se encogió y se retiró de la pared dejando que entrara el aire.

En ambos casos es el resultado es un emblanqueamiento de una parte de la masa de la miel cristalizada, la que está en contacto con el aire, lo que ha creado el mito popular, del todo infundado, de que esas mieles tienen mezclas de azúcar o con harina (Gómez, 2004).

La miel cristaliza naturalmente dependiendo los diversos factores mencionados anteriormente; por otra parte, también existe otra forma de cristalización que es dirigida al producto, en la cual la miel es finamente cristalizada, denominándose entonces miel crema (Fernández, 2001).

Cualquier miel que presente cristalización, cambia su color a uno más claro. En ocasiones, en las mieles envasadas y cristalizadas se producen unas tonalidades

veteadas (ralladas) más claros en algún lado del envase. Este fenómeno suele ocurrir en zonas frías y está producido por una disminución brusca de la temperatura, que hace contraerse a la masa de miel y seca los cristales del azúcar en esa porción del producto (Gómez, 1997).

1.10.4 Humedad

La humedad en la miel es utilizada como un indicador de la madurez y capacidad de permanecer estable durante el almacenamiento (Bogdanov, 1997). Así mismo es un factor importante que contribuye a la estabilidad contra la fermentación y la granulación durante el almacenaje (Singh, 1997). Se ha reportado que mieles obtenidas durante periodos de altas precipitaciones (épocas de lluvias) presentan un mayor contenido de humedad que las mieles producidas durante épocas de bajas precipitaciones (sequía) (González, 1995).

La mayoría de las mieles del clima mediterráneo tiene un contenido en agua que se sitúa entre el 15% y el 19%. Por encima del 18.5% de humedad, si la temperatura está entre los 23°–25°C y si la miel esta sin decapar, corre serio riesgo de fermentación. Además de este riesgo, una humedad excesiva (menor o igual al 18.5%), provoca cuando las temperaturas ambientales son medias, cristalizaciones defectuosas.

El riesgo de fermentación es más alto a temperaturas elevadas, que favorecen el crecimiento de las levaduras responsables del proceso (por eso, a veces una miel que ha pasado el invierno sin fermentar comienza hacerlo en primavera, cuando sube la temperatura). Otro factor de riesgo en la fermentación es la falta de limpieza. La zona de trabajo y los recipientes de miel limpios y la miel decapada tiene menos levaduras (que están en el aire, en el polvo del suelo, etc.) y por esa razón, menos tendencia a fermentar.

La humedad de la miel está relacionada con su fluidez, o con su viscosidad, si se prefiere. En realidad, el que una miel sea más o menos fluida depende también de otros factores (contenido de proteínas, entre otros), pero el principal es el contenido en agua (Gómez, 1996; Gómez, 2004).

Un porcentaje muy elevado de humedad en la miel es perjudicial, debido a que se modifican las características gustativas, con respecto a una miel de humedad normal (Peris, 1990).

Normalmente, las mieles de primavera tienen más humedad que las de verano, ya que las plantas disponen de más agua para hacer el néctar, con lo que está esta menos concentrado en azúcares. Además, al ser la humedad relativa del aire menor en verano, a las abejas les resulta más fácil evaporar agua del néctar y controlarlo para hacer la miel. En años o zonas de primavera o de otoño húmedos, en las floraciones de esas épocas (romero, *Romarinus officinalis* en febrero-marzo; al azahar, *Citrus* en abril; zarzas, *Rubus* en septiembre, madroño *Arbutus* húmedo, en octubre, etc.), algunas veces las abejas no pueden acabar de madurar el néctar y acaban sellando la miel con humedades altas (incluso más del 20%) algunas veces estas mieles acaban fermentando dentro del panal, sin extraerlas (Gómez, 2004).

1.10.5 Azúcares

Por su concentración en azúcares la miel es un alimento calórico. Sus principales azúcares son fructosa y glucosa, pero también contiene pequeñas cantidades de sacarosa. Un hecho importante es que, si bien contiene vitaminas y minerales que no se encuentran en los azúcares refinados, las cantidades son tan pequeñas que no son relevantes en términos de las necesidades alimenticias humanas diarias (PROFECO, 2005). Sin embargo, son los principales compuestos químicos almacenadores de energía radiante del sol; como la glucosa sintetizada en las plantas por el proceso de fotosíntesis, este azúcar da origen a muchos otros como la sacarosa y la fructosa, o bien a polímeros como la celulosa y el almidón (Badui, 1981).

El término azúcar se refiere y aplica a los hidratos de carbono más simples (monosacáridos y oligosacáridos) que tienen un sabor más o menos dulce, aunque en los alimentos se toman en cuenta dos moléculas las hexosas: dextrosa (glucosa) y levulosa (fructosa), y tres disacáridos (Thar, 1991).

La estructura química de los hidratos de carbono determina su funcionalidad y las características que repercuten de diferente manera en los alimentos, tanto naturales

como procesados, dependen del tipo de hidrato de carbono que contengan y de las reacciones en que estos intervienen (Badui, 1981).

Evidentemente no todas las plantas producen los mismos azúcares ni en las mismas proporciones, aunque hay una tendencia a que las plantas próximas produzcan néctares más parecidos, con una composición de azúcares más semejantes. Después, dependiendo del suelo y del clima, habrá más o menos agua y componentes menores en ese néctar.

La mayor o menor aportación de enzimas de la abeja al proceso de formación de la miel también provoca variaciones en el contenido de azúcares. Esas enzimas son sustancias proteicas cuyas moléculas se acoplan a las de los azúcares complejos y los rompen, transformándolos en otros más sencillos. Así, la sacarosa, que es un disacárido presente en todas las mieles ($C_{12}H_{22}O_{11}$), se rompe por la acción de las enzimas (incorporando agua: H_2O) y cada una de sus moléculas se transforma en dos: una de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) y otra de fructosa ($C_6H_{12}O_6$).

La miel tiene una cantidad variable de azúcares sencillos (monosacáridos), que oscila entre el 60% y el 80% y sus principales componentes son la glucosa y fructosa (Oasis, 1997; Gómez, 1986; Serra, 1987; White, 1962). El contenido medio en fructosa es del 38% y de glucosa de 32%. La fructosa es un azúcar con más poder edulcorante que el de la glucosa. La glucosa es menos soluble en agua, por lo que tiene más tendencia a cristalizar (Gómez, 2004).

Peris (1990), añade que mientras menor sea el contenido de glucosa, más fructosa y mayor será la humedad, tanto menor será la tendencia de la miel a granular, tendrá más gusto dulce y menos tendencia a la cristalización. En realidad, la primera parte de esa afirmación no se cumple, ya que las mieles con más fructosa son mielatos, y en ellos hay otros factores sensoriales que amortiguan la importancia del dulce; el principal es la presencia de una gran cantidad de sales minerales, que dan más componentes de gusto salado que amortiguan el dulzor de la fructosa. En general, las mieles ricas en fructosa suelen ser de verano-otoño, época de floración de los brezos, cuyo néctar tiene componentes de gusto amargo, lo que también “amortigua” su gusto dulce.

Lo que si se cumple es su tendencia a la cristalización. Cuando hay un predominio de glucosa, por ejemplo, en las mieles con componentes importantes de crucíferas:

rabanizas (*Diplotaxis*), mostacillas (*Brassica*) etc., la miel tiende a formar cristales gruesos; si hay un predominio de fructosa, por ejemplo cuando es importante la presencia de (*Rubus*), etc., la miel tiende a hacer cristales finos, incluso queda como cremosa si esta riqueza es alta, como pasa poco frecuente en la miel de manzano (*Malus domestica*) (Gómez, 2004).

La sacarosa proviene del néctar, la cual es hidrolizada en glucosa y fructosa debido a la acción de la enzima invertasa (Dusmann, 1993). Su presencia de sacarosa en concentraciones elevadas, indica que la miel no ha sido madurada adecuadamente (Bogdanov, 1997), glucosa y fructosa son azúcares contenidos en solución sobresaturada en la miel, por lo que participarían en la formación de cristales; los otros azúcares no participan en la formación de cristales. (Bogdanov, 1987), el azúcar simple, responsable del inicio de la cristalización, es la glucosa, por eso las mieles de otoño, con más concentración de este azúcar, tienen mayor tendencia a la cristalización (Gómez, 1997).

1.10.6 Minerales

Los elementos minerales que lleva una miel están en el suelo sobre el que ha crecido la planta de la que proviene. Se presentan, generalmente, en forma de iones metálicos (cobre, hierro, magnesio, manganeso, etc.) carbohidratos, fosfatos, silicatos, sulfatos, entre otras.

Estos minerales son absorbidos en formados de sus sales disueltas en agua, que pasan de las raíces a la savia de las plantas. De allí son bombeados a los nectarios, donde se incorporan al néctar.

Las diferentes plantas tienen distinta capacidad de absorción de estas sales minerales del suelo y diferente capacidad de transferirlos al néctar (Gómez, 1995; Gómez, 2004). Por este motivo hay néctares más pobres en minerales, como los del romero o la falsa acacia (*Robinia pseudoacacia*), y otros más ricos en minerales, como por ejemplo los de brezos o los de castaño (*castanea sativa*).

Los mielatos contienen, prácticamente, los mismos minerales que la savia, ya que no han pasado por el filtro de los nectarios, es decir, tienen en general un alto contenido en elementos minerales.

El contenido mineral se relaciona con el color de la miel, ya sea clara u oscura (Frías *et al.*, 1994). Mielés más oscuras poseen un mayor contenido de minerales y viceversa (NMX-F-036-1997).

Pero influyen también en el sabor, puesto que se presentan en forma de sales y excitan las papilas gustativas del salado, siendo las responsables de la aparición de notas más o menos importantes de este gusto (según que haya más o menos).

Así pues, veremos cómo los colores oscuros de la miel se asociaran con gustos salados y una amortiguación general del gusto dulce de las mieles (Gómez, 2004).

Según Lothrop (1936), deduce que las mieles con alta acidez y elevados valores de pH; pueden presentar un elevado contenido mineral.

1.10.7 Conductividad eléctrica

Depende del contenido de sales y sirve para diferenciar la miel del néctar de la miel de mielada que es más rica en cuanto a sales. A mayor conductividad eléctrica, mayor cantidad de sales (NMX-F-036-1997).

La conductividad eléctrica es una característica muy acertada para determinar el origen botánico de la miel de abejas; actualmente sustituye la determinación de cenizas en análisis de rutina. Esta medición es directamente proporcional al contenido de cenizas y la acidez de la miel (Vorwohl, 1964). Existe una relación lineal entre el contenido de cenizas y la conductividad eléctrica (Piazza, 1991) de la cual se desprende la siguiente fórmula para calcular el contenido de ceniza presente en dicha miel: $C = 0.14 + 1.74 A$, donde C es la conductividad eléctrica en Siemens cm y A es el contenido de cenizas en g/100 g miel. Recientemente se ha publicado un extenso trabajo sobre la conductividad eléctrica de miles de muestras de miel comercial (Bogdanov *et al.*, 1997). Basados en estos datos, proponemos que las mieles florales, las mezclas de mieles florales y de mielada tengan valores de conductividad eléctrica menores de 0.8 $\mu\text{s/cm}$ y que las mieles de mielada y de castaña posean valores mayores de 0.8 $\mu\text{s/cm}$. Las excepciones son las

mieles de *Arbutus*, *Banksia*, *Erica*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Eucalyptus* y *Tilia* así como sus mezclas, las cuales tienen una elevada variación en su conductividad eléctrica. Los estándares específicos para mieles con diferentes orígenes botánicos y geográficos podrían ser elucidados cuando se requiera una futura caracterización de las mieles. La medición de conductividad eléctrica es fácil, rápida y requiere instrumentación sencilla. Es una determinación ampliamente utilizada para discriminar entre mieles de mielada y mieles florales, también para identificar mieles monoflorales. Por estas razones, la introducción de la conductividad eléctrica entre los estándares internacionales se recomienda con carácter de urgencia.

1.10.8 pH

El símbolo pH es la abreviatura del potencial de hidrogeno, que se define a partir de la disociación de agua: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$, donde el producto de las concentraciones de los iones H^+ y OH^- es constante: $(\text{H}^+) (\text{OH}^-) = 10^{-14}$ (Zaragoza, 1990).

El pH esta en relación con el poder amortiguador de las sustancias minerales y el contenido en lactona producido por hidrólisis natural de la lactona de glucosa (Chadler, 1977 y Harold, 1993).

Otra propiedad de los alimentos que determina su susceptibilidad de deterioro es su pH. Aunque pueden existir amplias variaciones entre diferentes microorganismos, la mayoría se clasifica como neutrofilos, es decir son afines a condiciones relativamente neutrales, con un pH entre 5 y 8, para crecer. Estos alimentos pueden conservarse acidificándolos, esto es, bajando su pH. Sin embargo, aun los alimentos acidificados pueden deteriorarse por la acción de microorganismos especialmente adaptados, conocidos como acidofilos (literalmente afines a lo ácido), que solo crecen en condiciones acidas, con un pH entre 2 y 5. Los organismos aciduricos son aquellos que sobreviven a pH bajos (Griffith, 1993).

1.10.9 Acidez

El contenido de acidez libre es una medida indirecta de frescura en la miel y expresa la acidez independientemente de los ácidos presentes. La acidez de la miel es valorada en unidades de reacción química, como cantidad de ácido gluconico por cierta cantidad de

miel que está disponible para reaccionar expresada en meq/kg de ácido glucónico por kilogramo de miel (Gómez, 1996).

Los ácidos tales como fórmico, cítrico, láctico, acético, málico y tartárico se encuentran presentes en la miel en la proporción de un 0,3 a un 0,9% y son los responsables de la acidez de la misma, aunque no todos ellos se hallan en todas las mieles (Oasis, 1997; Gómez, 1986), Para Steyn, Amor y White, (citados por García *et al*, 1986). Existen además otros ácidos como: clorhídrico, cítrico, butírico y trazas de fórmico.

Según Root (1976), los ácidos normalmente presentes en la miel son málicos y cítricos, no así el ácido fórmico, que si bien puede encontrarse en la miel, se encuentra en cantidades muy pequeñas para tener algún efecto en cualquier sentido. Los ácidos málicos y cítricos son inocuos y se encuentran normalmente en distintas frutas.

Se ha encontrado que el ácido glutánico es el más abundante y procede principalmente de la descomposición de la glucosa, debido a la acción de la enzima glucosa oxidasa presente de manera natural en la miel. Como producto intermedio en esta descomposición se produce la gluconolactona, que también influye en la concentración de la acidez (Mato, 1997).

1.10.10 Color

El color es una propiedad de la materia directamente relacionada con el espectro de la luz y que, por lo tanto, se puede medir físicamente en términos de su energía radiante o intensidad, y por su longitud de onda. (Badui, 1981, Bianchi, 1990). El ojo humano solo puede percibirlo cuando su energía corresponde a una longitud de onda que oscila entre 380 y 780 nm; de ahí que una definición de color sea “la parte de la energía radiante que el humano percibe mediante las sensaciones visuales que se generan por la estimación de la retina del ojo” (Badui, 1981y Sancho, 2002).

Según Peris (1990), el color de la miel depende físicamente de la fuente floral y está relacionada a la naturaleza química del néctar, en cuanto a componentes menores como minerales, dextrinas y materia nitrogenada. Se supone que, en general, las mieles claras contienen menor proporción de minerales, pocas dextrinas y poca materia nitrogenada.

De acuerdo con Cornejo (1993), el color se determina con la ayuda de aparatos especiales, siendo uno de los más conocidos el colorímetro de Pfund; este colorímetro posee un prisma de colores que va desde el color más claro al más oscuro, los que son comparados con la miel, asignándoles un valor en milímetros, lo cual es convencional, pero corresponde a un grado de color; esta escala se encuentra graduada desde 0 a 140 mm Pfund.

Si nos atenemos a la clasificación de colores con el colorímetro Pfund como se muestra en el Cuadro 4, por ser la más universalmente aceptada, podemos decir que los colores de las mieles son: blanco agua, blanco extra, blanco, ámbar extra claro, ámbar claro, ámbar y ámbar oscuro.

La utilización de esta nomenclatura nos permitirá tener un lenguaje homogéneo, que es indispensable para entendernos.

Por ejemplo, las mieles de almendro, cantuso, cítricos, leguminosas (acacia falsa, albaida, alfalfas, esparceta, tréboles, zulla, etc.) rabaniza, romero, y viborera están en la gama de los blancos. Si bien muchas mieles de leguminosas se desplazan incluso a la gama del ámbar extra claro.

En la gama del ámbar claro y ámbar nos encontramos con la mayoría de las mieles de brezos, castaño, espliego, eucalipto, retama, tomillo, zarza, entre otras. En la clase ámbar oscuro están las miles de mielatos de alcornoque, encina y roble, así como en muchas de lo que se llama mieles de “bosque”, denominación que engloba a las mieles que tienen una mezcla de mielatos con néctares de florales. En general las mieles de “bosque” suelen tener más o menos cantidades de brezos y zarzas en las zonas más altas, castaño, si lo hay, y leguminosas de prados y otras pratenses en las zonas más bajas y secas (Gómez, 2004).

Cuadro 4. Clasificación del color de la miel.

Color	mm Pfund
Blanco agua	0 a 8
Blanco extra	9 a 17
Blanco	18 a 34

Ámbar extra claro	35 a 48
Ámbar claro	49 a 83
Ámbar	84 a 114
Ámbar oscuro	más de 114

Fuente: CIE (1976)

Los valores anteriores se obtuvieron mediante la utilización de un espectrofotómetro el cual utiliza dos escalas de color uniforme de acuerdo: a la CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) o CIELAB y la CIELH ($L^*C^*h^0$).

La CIE, Commission Internationale de l'Eclairage (que se traduce como Comisión Internacional de la Iluminación) la principal organización internacional que se ocupa del color y de la medición del color. Utiliza espacio de color en el cual los valores de L^* , a^* y b^* se grafican usando un sistema de coordenadas cartesianas. Las distancias iguales en el espacio aproximadamente representan diferencias iguales de color. El valor L^* representa la claridad (objetos grises de colores tenues y objetos de colores oscuros), el valor a^* representa el eje rojo/verde y el valor b^* representa el eje amarillo/azul. CIELAB es un espacio de color popular y se usa para medir objetos refractivos y transmisivos (X-Rite Incorporated, 2002). También se puede utilizar el colorímetro (Minolta) para medir el color y utiliza la escala de medición CIE 1976 ($L^*a^*b^*$). Existen otras mediciones como las organolépticas que se utilizan para determinar la calidad de la miel de acuerdo a la percepción por medio de los sentidos.

Según Molina (1989), para la estandarización de la miel, el color es un factor importante, ya que en el mercado mundial las mieles más claras son mejor pagadas.

1.11 Análisis sensorial

Es la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos (Ibañez y Barcina, 2002). También se le define como el examen de las propiedades organolépticas de un producto, realizable con los sentidos (UNE 87-001-86).

La evaluación de los alimentos desde el punto de vista sensorial, es una disciplina integrada que permite establecer la calidad desde el punto de vista de los atributos del producto. Igualmente, el análisis sensorial se refiere a la medición y cuantificación de las características de los productos integrantes o modelos evaluables por los sentidos humanos (Salamanca, 2007, NMX-F-036-1997-NORMEX). Por lo tanto, el control de la calidad de la miel se realiza considerando los atributos: Apariencia: color, tamaño, forma conformación, uniformidad. Olor: los miles de compuestos aromáticos que contribuyan al aroma. Gusto: dulce, amargo, salado y ácido (posiblemente astringente o metálico entre otros) y textura: las propiedades físicas como dureza, granulosis, viscosidad (Salamanca, 2007, NMX-F-036-1997-NORMEX).

Según Fisher y Scott (2000), en la percepción de propiedades sensoriales de un alimento participan los cinco sentidos básicos: la vista (ojos), el gusto (lengua), el olfato (nariz), el oído y el tacto (los dedos y la sensación bucal).

La percepción de los sentidos es lo que se busca en este proceso, pues se debe considerar el juzgamiento y caracterización que permita la evaluación sensorial del producto y que los catadores fácilmente puedan definir sus condiciones organolépticas, por medio de su origen floral y biogeográfico.

Una característica de tipo organoléptica asociada a la calidad de la miel tiene que ver con su aspecto y la presencia de algunos componentes específicos, como el color (NMX-F-036-1997-NORMEX)

1.11.1 Especificaciones sensoriales

El producto objeto de este pliego de condiciones, debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales de acuerdo a NMX-F-036-1997-NORMEX.

a) Debe ser miel:

- Con color propio y característico
- Con olor propio característico
- Con sabor característico
- Textura y granulación completa y uniforme (miel cristalizada)
- Exenta de cualquier olor y/o sabor extraño, por ejemplo, causado por fermentación, caramelización, humo u otras causas.
- Exenta de indicios de fermentación o producción de efervescencia
- Libre de materia extraña objetable (según normatividad vigente del país destino)
- Libre de cristales visibles (para miel líquida)
- Libre de aditivos, inhibidores y adulterantes
- Libre de contaminantes químicos.

b) La miel objeto de este pliego de condiciones no debe haber sido calentada de forma que las enzimas naturales se hayan destruido o desactivado considerablemente.

Presentación de la miel

Las mieles pueden presentarse:

- En panal
- Líquida
- Cristalizada

Los panales deben presentar un aspecto uniforme en cuanto a:

- Tamaño
- Textura
- Color
- Forma
- Acomodo de los panales y/o envases

1.11.2 Parámetros sensoriales de la miel de abeja

El color

Se considerada como una característica organoléptica asociada a la calidad de la miel, tiene que ver con su aspecto y la presencia de de algunos componentes específicos, por esto, el color es una de las apariencias que permite juzgar la miel creando condiciones para la aceptación o rechazo, general mente se correlaciona con la madurez también se considera la naturaleza del color, como medida descriptiva del origen botánico y geográfico (Salamanca, 2007; Schweitzer, 2009).

El color está relacionado con la presencia de determinadas sustancias orgánicas de las plantas de las que proviene la miel y de la cantidad de sales minerales presentes, también propias de la planta. En general las mieles de primavera son más claras que las de otoño, pero hay colores especiales que pueden dirigirnos hacia determinados orígenes botánicos o excluirlos (Gómez, 2004). Hay que recordar que el color es el que identifica muchas de las propiedades de un alimento; de hecho este es el primer contacto que tiene el consumidor con los productos y posteriormente los juzga por su textura, sabor, etc. De tal modo que los catadores cambian su juicio sobre las propiedades sensoriales de un alimento cuando sufre una modificación en el color (Badui, 1981).

El color, fluidez y sabor de la miel puede variar dependiendo de su origen: flores, néctares o de mielada (la que procede de las otras partes dulces de las plantas). Por esta razón la miel de abeja debe designarse con el nombre de la región geográfica (PROFECO, 2005).

Gusto

El gusto pertenece a los sentidos, debido a que los receptores sensoriales, reaccionan frente a un estímulo. Los receptores del sabor involucran a las papilas filiformes. Estas son las más numerosas están distribuidas en dos tercios delanteros de la lengua y por no tener llamas gustativas solo son importantes en las sensaciones táctiles (Salamanca, 2007).

Cuando se pone la miel sobre la lengua, se disuelve con saliva y se pasea por la boca para calentarla y evaporar los aromas perceptibles por la vía retrosanal, se ha de aprovechar para detectar los diferentes sabores que ha de presentar la miel. En esta fase es importante mezclar bien la miel con la saliva, hasta conseguir un líquido homogéneo que permitirá detectar mejor las sensaciones en la boca. Se ha de estar muy atento por que la miel disuelta excitará las papilas gustativas de la lengua y el paladar ubicadas en distintas posiciones y eso nos permitirá apreciar y distinguir sus sabores.

Notaremos entonces la excitación de las papilas gustativas del dulce de la punta de la lengua, pero también las del ácido de los laterales (mieles de cítricos, etc.), las de salado en el centro-lateral (mieles de mielatos, etc.), y las de amargo del fondo (mieles de brezos, entre otras). Estas zonas pueden identificarse muy bien poniendo sucesivamente sobre la lengua, y enjuagando con agua entre una y otra prueba.

Los principales defectos que pueden ser apreciados mediante el gusto son:

- El sabor a “caramelo”, propio de mieles expuestas a temperaturas elevadas que caramelizan parte de sus azúcares. Este defecto ya se comentó entre los detectables por vía nasal, pero tiene también componentes de gusto, amargo, que lo caracteriza.
- El sabor ácido propio de las mieles fermentadas, proveniente de la transformación que hacen las levaduras de parte de los azúcares en ácidos, gas carbónico, etc., va unido a la presencia de burbujas, a la producción de gas (al abrir el envase se nota una salida de ese carbónico) y a olor a vinagre (ácido acético).

Las mieles también pueden resultar contaminadas por sabores de arrastre cuando se introducen en un envase que a contenido antes otro producto y no ha sido limpiado correctamente (Gómez, 2004).

Características gustativas

Dentro de este conjunto que se percibe típicamente en la boca hay que distinguir:

1. Sabor. La miel es esencialmente dulce, pero hay variaciones de intensidad de una muestra y sobre todo, el dulzor viene matizado por los otros sabores, que nunca son dominantes y se presentan con muy baja intensidad en la mayoría de los casos. Así la acidez solo se percibe en mieles con indicios de fermentación y el sabor salado en las mieles fuertemente mineralizadas. En cambio, el sabor amargo suele presentarse con frecuencia como sabor secundario en ciertas mieles uniflorales como las de brezo, madroño o castaño.
2. Aroma, como el olor percibido exclusivamente por vía retrosanal indirecta y muy ligado a los sabores secundarios.
3. Persistencia y retrogusto como la sensación que queda tras la deglución y que en la miel a veces son difíciles de distinguir de sensaciones de astringencia, acritud o incluso de sensación refrescante en algunos casos (Sancho, 2002).

El calentamiento y almacenamiento alteran el sabor y aroma de la miel. (Molina 1990), la miel es un producto que puede captar fácilmente sabores y aromas extraños y desagradables, provenientes de humo, pintura, combustible, etc., pudiendo llegar a estropear sensiblemente al producto, por lo cual se debe tener cuidado en la limpieza de los envases y tanques donde se deposita la miel, tanto en la higiene durante el proceso, como en la manipulación del producto (Cornejo, 1994).

Características táctiles

Que en el caso de la miel se reducen a dos aspectos importantes:

1. Pegajosidad, frecuentemente confundida con la viscosidad, debe evaluarse como la mayor o menor facilidad de disolución de la miel en la saliva de la boca.
2. Cristales, cuya ausencia califica a la miel como cremosa o miel crema. Si hay cristales presentes, el catador debe intentar evaluar su tamaño, forma, consistencia y

solubilidad. A igualdad de condiciones se considera mejor la miel con cristales pequeños, redondeados, blandos y solubles (Sancho, 2002).

Olfato

Este sentido tiene dos vías de captación diferenciadas:

- La vía nasal directa, que se percibe directamente, en las fosas nasales, mediante los aromas que se evaporan a temperatura ambiente (alrededor de los 20°C).
- La vía retrosanal. Que se percibe a través de la comunicación de las fosas nasales con el paladar, mediante los aromas que se evaporan, en la cavidad bucal (a menos de 37°C) (Gómez, 2004).

El olor y el gusto están relacionados con la variación de la composición de los compuestos volátiles presentes en la miel, los cuales derivan de su origen floral, de la fisiología y hábitos de pecoreo de las abejas (Montenegro *et al.*, 2003; Ramírez, 2000; Montenegro *et al.* 2004; Muñoz *et al.*, 2007) Así por ejemplo, el néctar de eucalipto confiere una nota ahumada a las mieles, la cual se debería a la presencia de nonanol (Ackerman, 1990). En la actualidad, se conocen unos seiscientos compuestos volátiles los cuales han sido determinados por espectrometría de masa-gas y separados por cromatografía de gases (GC/MS) (Salamanca, 2007). Para oler por la vía nasal directa debe colocarse el tarro con la muestra directamente bajo la nariz y destaparlo allí mismo para intentar capturar el máximo posible de los componentes aromáticos, desprendidos y acumulados en ese espacio, entre la tapa y la superficie de la miel. Una vez capturados (gastados) esos aromas, o si la miel esta cristalizada (hay que tener en cuenta que en ese estado se liberan mas), se puede volver a producir, a desprender, una cavidad mayor de sustancias aromáticas que permitan apreciar mejor las sensaciones, agitando la masa de la miel con una cucharita (Gómez, 2004).

Para que se perciba el olor, las sustancias deben ser volátiles, ya que ellas son transmitidas cuando pasan por la nariz a la cavidad nasal, donde se encuentra el área olfatoria. Algunas clases de compuestos orgánicos responsables del aroma en la miel, corresponden a unidades estructurales del tipo aldehídos derivados del butanal y hexanal, compuestos alcohólicos como el tetrahidrofurano, benzaldehidos y compuestos

volátiles como el linalol, acetaldehídos, entre otros. El aroma de la miel también es otro parámetro que puede indicar el origen floral y consecuentemente regional de una producción. En general es un parámetro más débil sin embargo es utilizado para reconocer problemas como la fermentación de una miel cosechada muy verde o con bajo porcentaje de operculación.

Las mieles multiflorales colombianas, generalmente tienen dos o tres tipos de sabores que varían con forme al origen fitogeográfico (zona y origen floral). La interacción de estos sabores y olores complica la evaluación sensorial debido a las sensaciones que se perciben en la lengua (Salamanca, 2007).

Características olfativas

Son el conjunto de olores principales y secundarios que se perciben por vía nasal directa y que dan pie a la distribución entre mieles monoflorales (con un valor dominante característico) o multiflorales, con muchos olores, principales y secundarios, pero ningún dominante. A igualdad de características se considera mejor la miel mas olorosa, pero bajo ningún concepto deberá presentarse olores extraños procedentes de la manipulación y/o procesado. Entre estas características se suele calificar la:

1. Intensidad y orden de percepción
2. Identidad del olor, si es reconocido
3. Analogías con otros olores previamente identificados, si no es posible reconocerlo (Sancho, 2002).

1.12 Elección de jueces (panelistas)

La objetividad con que se desarrolla la prueba es de gran importancia en la conformidad de los resultados del análisis sensorial.

Los panelistas deben ser representativos del consumidor y no tener relación con el proceso de los productos, tener buena salud, estar libres de alguna afección que interfiera con las funciones normales de olor y sabor y también poseer estabilidad psíquica y emocional. Se recomienda abstenerse de fumar. Es necesario motivar al

panelista para que sea más eficiente su trabajo, ya que su actividad es tan importante, como su contribución a lograr un buen resultado. Para elegir panelistas se debe comenzar con un grupo tan grande como sea posible y se van clasificando de acuerdo con su habilidad para diferenciar muestras. El panelista seleccionado deberá tener tan sensibilidad a una muestra, que al volverlo a evaluar en diferentes ocasiones, los resultados sean siempre los mismos (Salamanca, 2007).

Para poder llevar a cabo la determinación sensorial de la calidad de la miel es importante poder contar con un grupo de personas (panelistas/juez) preparadas para emitir un juicio; el número de jueces necesarios para que una prueba sensorial sea válida depende del tipo de juez que valla ser empleado. Existen cuatro tipos de jueces: el juez experto, el juez entrenado, y el juez consumidor.

- **Juez experto o profesional:** Su habilidad, experiencia y criterio son tales que la pruebas que efectúa solo es necesario contar con su respuesta (Anzandua, 1994). Trabaja solo y se dedica a un solo producto a tiempo preferente o total (Sancho, 2002).
- **Juez entrenado o panelista:** Es una persona que posee bastante habilidad para la detección de alguna propiedad sensorial o algún sabor o textura en particular, que ha recibido alguna enseñanza teórica y práctica acerca de la prueba. Este también es llamado miembro de un equipo de evaluación sensorial. Para las pruebas deben ser al menos siete, y como máximo quince jueces (Larmond, 1977; Sancho, 2002). Con menos de siete los resultados carecen de validez, y con más de 15 el número resulta muy difícil de conducir y el número de datos es innecesariamente grande, y esto último redundaría en mayores costos de preparación de muestras, entrenamiento de jueces, y mayor tiempo de realización de la prueba (Anzaldúa-Morales, 1994).

Los jueces entrenados se emplean principalmente para pruebas sensoriales descriptivas, o discriminativas complejas.

- **Juez consumidor o no entrenado:** Se trata de personas que no tienen nada que ver con las pruebas, ni trabajan con alimentos como investigadores o empleados de fábricas procesadoras de alimentos, ni han efectuado evaluaciones sensoriales periódicas. Los

jueces de este tipo solo pueden realizar pruebas efectivas. Es importante escoger jueces que sean consumidores habituales del producto a probar para este tipo de pruebas se necesitan mínimo 30-40 jueces, (Anzaldúa-Morales, 1994; Sancho, 2002), aunque cabe señalar que para que los resultados sean confiables se requiere de un mínimo de 100 jueces consumidores (O'Mahony, 2004; Alfaro, 2006).

1.13 Pruebas sensoriales

El análisis sensorial de los alimentos se lleva a cabo mediante la utilización diferentes pruebas, según sea la finalidad que se requiera determinar. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las discriminativas y las descriptivas.

1.13.1 Pruebas afectivas.

Son aquellas en las cuales el juez expresa su relación subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o disgusta si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro (Larmond, 1977). Estas pruebas son las que representan mayor variabilidad en los resultados y estos son más difíciles de interpretar (Amerine y col., 1965; Anzaldúa-Morales y Brennan, 1984). Para estas pruebas es necesario contar con un mínimo de 100 jueces no entrenados (O'Mahony, 2004, Alfaro, 2006).

Estas pruebas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación. (Anzaldúa-Morales, 1994), aunque Sancho (2002) las clasifica en preferencia, medida del grado de satisfacción, hedónicas verbales, hedónicas gráficas. En la Figura 6 se muestra la clasificación de las pruebas afectivas (Alfaro, 2006).

Pruebas Orientadas al Consumidor

Evaluación Sensorial Tipo II

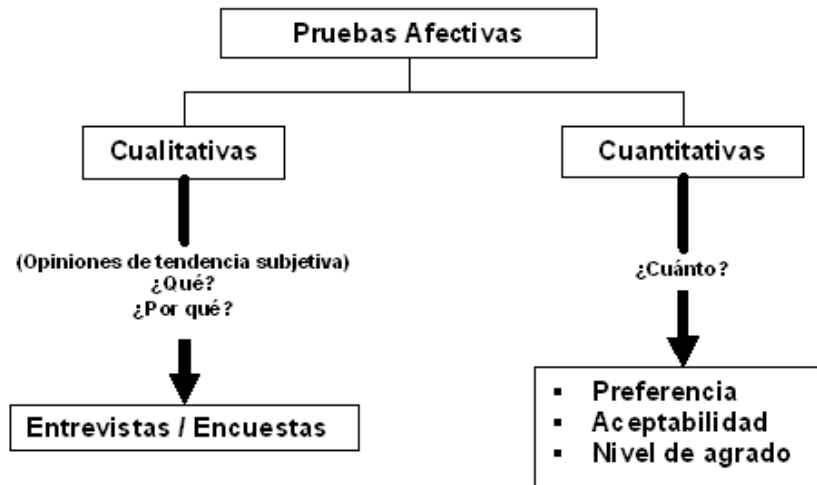


Figura No 6. Clasificación de pruebas afectivas dirigidas al consumidor. Fuente: Alfaro (2006)

1.13.2 Pruebas discriminativas

En estas pruebas no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos la magnitud o importancia de esa diferencia (Larmond, 1977).

Estas pruebas son muy usadas en control de calidad para evaluar si las muestras de un lote están siendo producidas con una calidad uniforme, si no son comparables a estándares, etc. (Kramer y Twigg, 1972).

Las pruebas discriminativas más comúnmente empleadas son las siguientes:

- Prueba de comparación apareada simple
- Prueba triangular
- Prueba duo-trio
- Prueba de comparaciones apareadas de Scheffe
- Prueba de comparaciones múltiples
- Prueba de ordenamiento (Larmond, 1977; Sancho, 2002).

1.13.3 Pruebas descriptivas

En estas pruebas se trata de definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o averiguaciones de los jueces, y no es tan importante saber si la diferencia entre las muestras es detectada, sino cual es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento (Amerine y Col., 1965).

Las pruebas descriptivas que podemos encontrar se muestran a continuación:

- Calificación con \escala no estructurada
- Calificación con escala de intervalo
- Calificación con escalas estándar
- Calificación proporcional (estimación de magnitud)
- Medición de atributos sensoriales con relación al tiempo
- Determinación de perfiles sensoriales (Sancho, 2002; Anzaldúa-Morales, 1994)

Las pruebas discriminativas y descriptivas se pueden englobar en un solo grupo como se puede ver en la Figura 7 donde muestra la clasificación de las pruebas dirigidas al productos que engloban a las pruebas discriminativas y descriptivas (Alfaro, 2006).

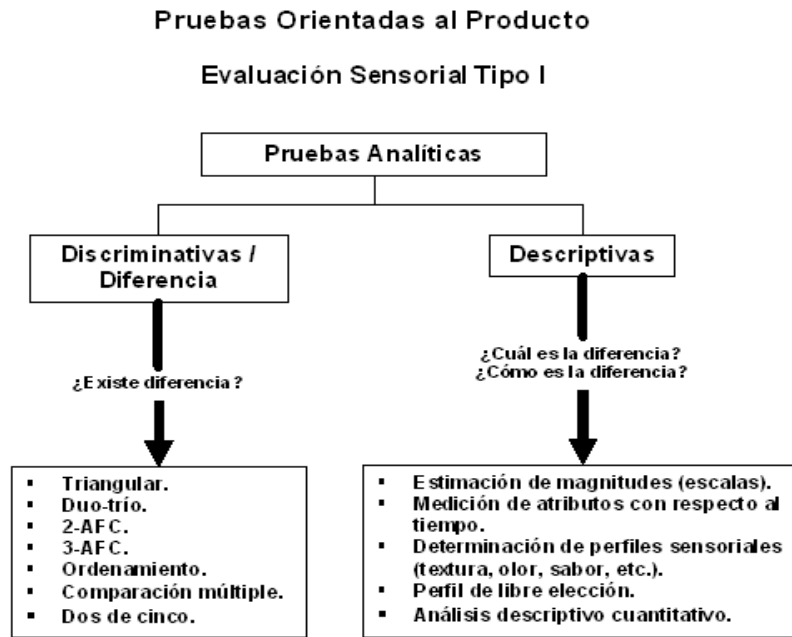


Figura No 7. Clasificación de pruebas sensoriales analíticas dirigidas al producto.

1.14 Producción de miel

La producción de miel a nivel mundial según la FAO fue de 1.393.839 Ton en el año 2005, siendo China el principal productor con un total de 305.000 Ton y México ocupando el tercer lugar con un total de 56.808 Ton. A lo que se refiere a nivel nacional de acuerdo a SAGARPA, la producción en el 2006 fue de 55,970 Ton y la producción de miel en el estado de Hidalgo fue de 869 Ton.

1.15 Estado de Hidalgo

La miel es un producto natural presenta variaciones en su composición y características, las cuales se deben principalmente a su origen geográfico (Mateu, 1993), ya que mieles varían en gran medida de una región a otra, tanto en contenido polínico como en características fisicoquímicas; mediante la melisopolinología, que es una rama de la palinología y cuyo objeto es estudiar el origen botánico y geográfico de las mieles, tiene como base fundamental el análisis microscópico del sedimento obtenido por centrifugación, así es posible identificar el origen floral y geográfico de las mieles

producidas por la abeja doméstica *Apis mellifera L.* (Telleria et al., 1997; Louveaux et al., 1970).

De esta forma, los diferentes tipos de mieles se definen en función de sus principales características organolépticas, como son color, aroma, sabor, por su consistencia estas dependen del lugar donde se recolecta. Por ello se muestra a continuación las características de los diferentes municipios donde se recolecta la miel estos pertenecientes al Estado de Hidalgo

El estado de Hidalgo cuenta con 84 municipios. Colinda al norte con los estados de [San Luis Potosí](#) y [Veracruz](#), al este con el estado de [Puebla](#), al sur con los estados de [Tlaxcala](#) y [México](#) y al oeste con el estado de [Querétaro](#).

Gran parte del territorio goza de un clima seco-templado. La parte central tiene un clima seco-semiseco; en las partes altas de la sierra impera el clima templado subhúmedo, y las serranías son semifrío-húmedas. La temperatura media anual es de 32°C, como máxima, y de 8.5°C como mínima. A excepción de aquellos municipios que se encuentran en las zonas más altas del estado, tales como El Real del Monte, en donde las temperaturas mínimas suelen ser 0°C o bajo cero presentándose nevadas

Entre la flora que predomina se encuentra el maguey, árboles frutales (ciruelo, chabacano, chirimoya, durazno, guayaba, higo, lima, limón, manzana, naranjo, nogal, pera, perón tejocote) y uva.

En la Figura 8, se muestran los municipios que conforman el Estado de Hidalgo principalmente y los principales productores de miel (SAGARPA, 2007).

Los municipios del estado de Hidalgo de mayor producción de miel de abeja son: Huejutla, San Felipe Orizatlán, Zacualtipán, sin excluir los municipios que aunque no son los de mayor producción, si cuentan con producción de miel: Huehuetla, Villa de Tezontepec, Calnali, San Agustín Tlaxiaca, Acaxochitlán, Mixquiahuala, San Agustín Meztlán, Cuauhtepic, San Bartolo; que se encuentran ubicados al este y sureste del estado donde existe una gran diversidad en cuanto al clima y flora como se muestra a continuación.

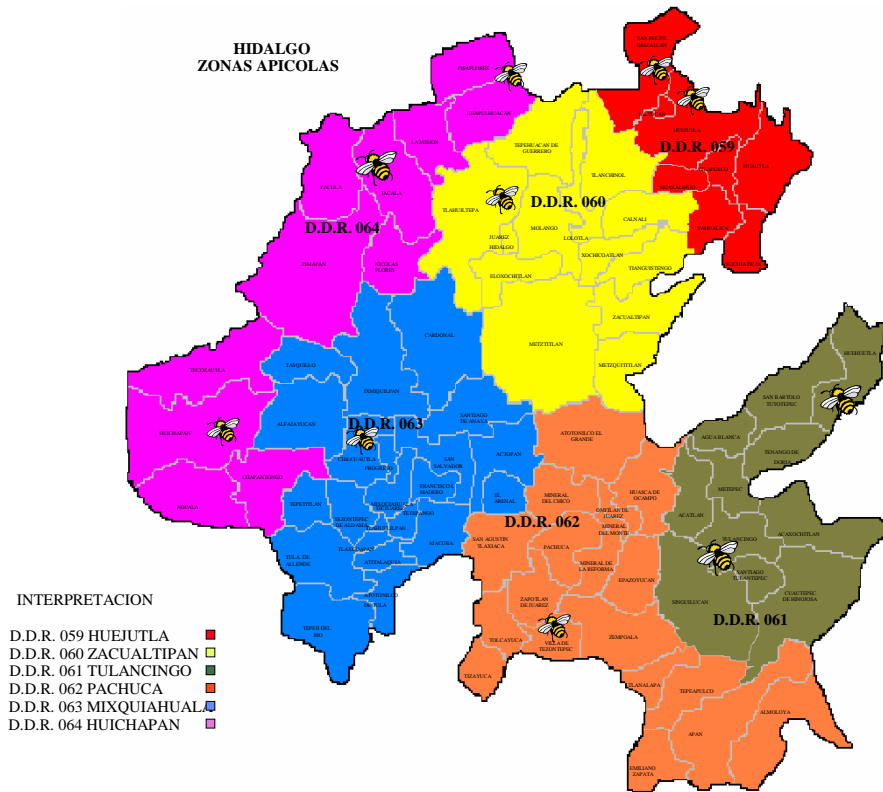


Figura No. 8. Mapa que muestra las principales zonas productoras de miel del Estado de Hidalgo.

Huehuetla

Se localiza en el norte el Norte de Estado de Hidalgo, a una altitud sobre el nivel del mar de 520 metros.

Cuenta con un clima subcálido a cálido, presentando una temperatura media anual de 21°C y una precipitación pluvial de 2,422 milímetros cúbicos por año.

La flora está formada principalmente por eucalipto, pino, encino, ocote, manzanilla, encino negro, uña de gato, oyamel, cedro rojo, además de especies no maderables como: Hongos, palma comedora, musgo, también podemos encontrar, árboles de manzana, durazno, capulín y pera. También se producen algunas plantas medicinales como la hierbabuena, ruda, laurel, orégano, alba, perejil y epazote.

Villa de Tezontepec

Ubicada a una altitud de 2,320 metros sobre el nivel del mar.

El clima que se manifiesta en el municipio es templado, registra una temperatura media anual de 14.5°C, una precipitación pluvial de 508 milímetros por año y el período de lluvias es de abril a agosto.

La flora que predomina tipo desértico y la vegetación que se encuentra se compone de matorral inerme y alto, también se encuentra el maguey, las yucas, el cardón, el nopal y en algunos casos hay árboles de pirul.

El suelo es de tipo semidesértico (rico en materia orgánica y nutriente). Por lo que es utilizado para la agricultura, de agostadero y para otros usos.

Calnalí

Se encuentra ubicado a 960 metros sobre el nivel del mar.

El clima es semicálido húmedo con lluvias todo el año. Su temperatura anual es de 19°C y su precipitación pluvial de 1,800 a 2,500 mm. Al año.

La flora del municipio es abundante y muy variada se desarrolla el cuatlapan, encino (*Quercus ilex*), ocote (*Pinas patula*) y en clima templado el álamo (*Populus sp.*), roble (*Quercus Robur*), cedro rojo, en clima caliente, chijol, aretillo, pata de vaca, cedro rojo, hule, chocozapote y otros. Además de árboles exóticos como naranja, lima pagua, la pomarrosa, el durazno, la granada y otros.

Calnali cuenta con 38.13% de la superficie municipal de bosque en donde existe el ocote rojo y aile, además de contar con 26.58% de pastizal con una vegetación de estrella africana y pangola teniendo como utilidad la de forraje, existe también un 23.02% para la agricultura en donde se cosecha maíz, frijol, cafeto, restando un 11.34% de selva y 0.93% para otros cultivos.

San Agustín Tlaxiaca

Se ubica a una altura sobre el nivel del mar de 2,340 metros.

Presenta generalmente un clima templado-frío semidesértico.

El tipo de flora que predomina son los árboles de pirul, además de que este tipo de árbol contribuye a detener la erosión del suelo, también se cuenta con mezquites, fresnos,

huizaches y en menos proporción pino, árboles frutales, nopales, cardones, órganos y lechuguillas.

El suelo pertenece a su etapa primaria, es de tipo semidesértico, rico en materias orgánicas y nutrientes. Cuenta con pastos naturales, pequeñas tierras de riego, cultivos de temporal y no cuenta con selva o bosque.

Acaxochitlán

Se ubica a una altura de 2,260 metros sobre el nivel del mar.

Su temperatura media anual se encuentra en los 15°C, y su precipitación pluvial es de 1,000 a 2,000 mm.

Su vegetación está compuesta principalmente por; eucalipto, pino, encino, ocote, manzanilla, encino negro, uña de gato, oyamel y cedro rojo. Además de especies no maderables como hongos, palma camedor y musgo, también se puede encontrar árboles exóticos de manzana, durazno, capulín, pera y una gran variedad de plantas medicinales usadas en remedios caseros.

En cuanto al suelo el principal uso es agrícola, cosechando maíz, frijol y cebada en un 45.29%, además de contar con un 40.88% de la superficie municipal de bosque, en donde las especies maderables que existen son el ocote, encino manzanilla y encino negro, mientras que únicamente un 2.42% es de pastizal con una vegetación de uña de gato, teniendo como utilidad la de forraje, restando un 11.4% de la superficie para otros cultivos.

Mixquiahuala

Se ubica a una altura de 2100 metros sobre el nivel del mar.

Presenta un clima semiseco templado en el 100% de la superficie municipal su temperatura promedio mensual oscila entre los 14°C para los meses de diciembre y enero que son los más fríos del año y los 20°C para el mes de mayo que registra las temperaturas más altas. La temperatura anual promedio en el municipio es de aproximadamente 17°C. La precipitación anual en el municipio, el nivel promedio observado es de alrededor de los 509 mm., siendo los meses de junio y julio los de mayor precipitación y los de febrero y diciembre los de menor.

La flora en el municipio está formada por los vegetales propios de la zona semidesértica, como; nopal, órgano, garambullo, biznaga, pitaya, mezquite, maguey y árboles exóticos como; durazno, higo, granada, nuez y aguacate.

El suelo es semidesértico, pardo rojizo, rico en materia orgánica y nutrientes. Su uso es fundamentalmente para labores pecuarias y agrícolas; las tierras son de riego y algunas de temporal.

Cuautepec

El clima es templado frío, registra una temperatura media anual de 15°C con una precipitación pluvial anual de 600 a 1100 mm.

La flora de este municipio tiene una vegetación compuesta por abundantes recursos naturales; bosque de coníferas, pino, oyamel, encino, cedro, ocote, además de otras variedades como el fresno. En las zonas áridas se encuentran cactáceas. También cuenta con árboles exóticos como manzana, perón, membrillo.

El suelo pertenece a la etapa primaria, es de tipo semidesértico rico en materia orgánica y nutrientes su uso es principalmente de agostadero, forestal y agrícola. El suelo es considerado de buena calidad de tipo Feozem en un 40%, Cambisol 15%, acrisol 10%, Luvisol 10% andasol 10%, Vertisol y Regozol el resto de la superficie.

San Bartolo Tutotepec

Se localiza a una altura de 1,000 metros sobre el nivel del mar.

El clima es templado-cálido, con una temperatura media anual de 19°C, una precipitación pluvial de 2,600 milímetros por año y el período de lluvias es de junio a octubre.

En la flora se encuentra el eucalipto, pino, encino, ocote manzanilla, encino negro, uña de gato, oyamel, cedro rojo, además de especies no maderables como: Hongos, palma camedor, musgo, también podemos encontrar arboles exóticos de manzana, durazno, capulín, pera y una gran variedad de plantas medicinales usadas en remedios caseros. Cuenta con un suelo arcilloso, de capa rica en humus muy fértil.

Ocupa en primer lugar la superficie para agostaderos, le sigue la superficie agrícola y por último la forestal.

II JUSTIFICACION

El crecimiento poblacional aunado a la diversificación de los mercados ha originado un cambio constante en las condiciones de comercio. Cada día, los requisitos que deben cumplir los productos, especialmente los alimentos, son más estrictos. (Arrabal, 2001). Actualmente, la demanda de los consumidores se orienta hacia productos que no perjudiquen su salud. Dicho reclamo se fundamenta en los riesgos generales causados por sustancias que en forma accidental o inducida contaminen los alimentos, tales como antibióticos, plaguicidas, hormonas, fertilizantes agrícolas, conservadores, etc. (Codex, 1981)

La miel es un alimento con importantes cualidades. Posee acción bactericida y puede ser empleada como agente terapéutico en algunas afecciones y desequilibrios nutricionales del organismo, así como para consumo directo o como materia prima para la elaboración industrial de productos alimenticios (cereales, derivados lácteos, repostería, confitería, etc.) y no alimenticios (cosméticos) (NTCL-CM, 2000).

Es importante mencionar que en la actualidad no existen registros que demuestren la calidad de la miel que se produce en el estado de Hidalgo, aunque algunos productores de miel presentan resultados de los análisis de residuos tóxicos en la miel los cuales han sido negativos, utilizándolos como prueba de calidad, estos no son suficientes. Por ello es importante determinar físico-química y sensorialmente la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) que se produce en el estado generando un valor agregado a los productos y sub-productos de miel, y con ello dar al público la seguridad de que está consumiéndose un producto natural y de calidad.

Para la caracterización de la miel, se realizan pruebas físico-químicas como son: cenizas, pH, acidez, conductividad eléctrica, humedad, °Brix, color, hidroximetil furfural, índice de diastasa, para determinar la calidad de la miel, así como las propiedades organolépticas del producto están muy asociadas con su origen geográfico y botánico. De acuerdo a la NMX-F-036-1997, dentro de las características organolépticas, el color y el sabor.

OBJETIVO GENERAL

Contribuir con la caracterización de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.) producida en el estado de Hidalgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la calidad fisicoquímica de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.)
- Identificar las características sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera* L.)

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Muestras de miel

Se realizó una recolección de muestras de miel de abeja de los diferentes municipios productores del Estado de Hidalgo, los cuales se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Lugar de procedencia y flora de las muestras de miel.

Muestra	Lugar	Flora
1	El Padhi,Huehuetla	Multiflora
2	San Clemente Huehuetla	Multiflora
3	Villa de tezontepec	Flor de mezquite
4	Coamitla, Calnali	Multiflora
5	San Agustin Tlaxiaca	Rumerillo zupacli
6	Acaxochitlan	Multiflora
7	Multiflora del altiplano	Multiflora
8	MixquiahualaValle del Mexquital	Mezquite
9	San Agustin Meztitlan	Multiflora (cactaceas)
10	San Agustin Meztitlan	Tuna de organo
11	Tezocualpan, Cuautepec,Hgo	Multiflora
12	Acaxochitlan	Frutales
13	San Bartolo Tutotepec	Multiflora
14	San Bartolo Tutotepec	Multiflora
15	San Bartolo Tutotepec	Multiflora
16	El Havodo,San Bartolo Tutotepec	Multiflora

3.2 Análisis de muestras

Cada muestra recolectada fue de 1 Kg, la cual se envaso en recipientes de vidrio y plástico, y se trasladó al Centro de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de los Alimentos donde se llevaron a cabo los estudios físico-químicos y sensoriales que se muestran a continuación:

3.3 Variables de estudio

3.3.1 Humedad

Para determinar humedad se siguió el método descrito por la (AOAC, 2005).

Donde se colocaron 5 g de muestra de miel en un crisol anteriormente colocado en una estufa (marca Shell Lab, modelo 130FX) hasta peso constantea peso constante, Figura 9.

Posteriormente se colocó nuevamente en la estufa a una temperatura de $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 5.5 h una vez pasado este lapso de tiempo se colocaron dentro de un desecador para finalmente pesar en una balanza analítica (marca Advertuner OHAUS, serie AR1530).

El contenido de humedad se determinó con la siguiente fórmula, las determinaciones se realizaron por triplicado para cada muestra de miel.

$$\% \text{Humedad} = \frac{(A - B) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del recipiente con la muestra húmeda (g)

B = Peso del recipiente con la muestra seca (g)

C = Peso de la muestra húmeda (g)



Figura No. 9. Imagen que muestra las capsulas de porcelana dentro de la estufa donde se llevo a cabo la determinación de humedad.

3.3.2 Ceniza

Para la determinación de ceniza se siguió el método establecido por (AOAC, 2005).

Donde se colocaron 5g de muestra de miel homogenizada en un crisol mantenido en un horno de convección (marca shel-Lab, modelo 11380 FX) hasta un peso constante previamente pesado. Posteriormente se colocó en la mufla (marca Lund berg/Blue) a una temperatura de 180°C durante hora y media una vez pasado este lapso de tiempo se incrementó la temperatura a 280 °C durante una hora, una vez logrando esta temperatura se subió hasta 380°C otra hora hasta finalmente subir a 520°C manteniéndola así tres horas para posteriormente apagarla y dejar enfriar para poder pesar, Figura 10.

Para determinar el porcentaje de ceniza en las muestras, se determinó con la fórmula siguiente; las determinaciones se realizaron por triplicado.

$$\%Ceniza = \frac{(B - A) * 100}{C}$$

Donde:

A = Peso del crisol vacío (g)

B = Peso del crisol con cenizas (g)

C= Peso de la muestra (g)



Figura No. 10. Imagen que muestra las capsulas de porcelana dentro de la mufla para la determinación de ceniza

3.3.3 pH

Siguiendo las instrucciones por Hooi *et al.*, (2004) se determinó el porcentaje de humedad donde en un vaso de precipitado se colocaron 10 g de muestra de miel. El pH de la muestra se determinó colocando el potenciómetro (MOD.OAKTON-SERIE-45431) (previamente calibrado con dos puntos de referencia (pH 4 y 7)), dentro del vaso con miel. Las mediciones se harán por triplicado.

3.3.4 Acidez

Para determinar el contenido de acidez se siguió la metodología empleada por la (AOAC 962.19, 2005).

Donde se colocaron 10g de muestra más 75 ml de agua en un vaso de precipitado. Se tomó su pH y se tituló con Hidróxido de sodio 0.05 N hasta obtener un pH de 8.5, posteriormente se tituló con ácido clorhídrico 0.05 N hasta obtener un pH de 8.3

Para determinar la acidez en las muestras, de acuerdo con la siguiente fórmula; las determinaciones se realizaron por triplicado.

$$\text{Acidez libre} = \frac{(\text{ml gastados de hidroxido de sodio}) - (\text{ml de blanco})}{\text{g de muestra}}$$

$$\text{Lactona} = \frac{(10 - \text{ml de HCL } 0.05\text{N}) * 50}{\text{g de muestra}}$$

Acidez total = Acidez libre + Lactona

3.3.5 Conductividad Eléctrica

Se realizó de acuerdo a lo establecido por la (AOAC, 2005). Donde se agregó una solución de miel 20% p/v en un vaso de precipitado y se mantuvo en agitación, posteriormente se colocó el conductor eléctrico (PWT HANNA instruments) dentro del vaso y se tomó la lectura de la muestra, Figura No. 11.



Figura No.11. Medición de la conductividad eléctrica de las muestras de miel del Estado de Hidalgo.

3.3.6 °Brix

De acuerdo a lo establecido por la NMX-F-036-1997. Este estudio se realizó con un Refractómetro Abbe, donde se calibró el equipo, colocando una gota de agua en el lente y marcando esta cero, para posteriormente colocar aproximadamente 1gr de muestra sobre el lente y realizar la lectura adecuada de °Brix.

3.3.7 Determinación de color

Las mediciones de color se realizaron de acuerdo a lo establecido por la (AOAC, 2005). Donde se utilizó un espectro fotocolorímetro de refractancia (CM-508), las mediciones que se realizaron fueron L*, a* y b* Figura 12. El instrumento se calibró usando una

superficie color blanco y se realizaron mediciones por triplicado con un ángulo de 10° y un iluminante de D 65. Posteriormente se realizarán en 3 diferentes mediciones en diferentes posiciones sobre la superficie de cada muestra de miel, donde:

L^* = Luminosidad

a^* = rojo y verde

b^* = amarillo y azul



Figura No.12 Determinación del color de las diferentes mieles del Estado de Hidalgo.

3.3.7 Hidroximetilfurfural

Para la determinación de Hidroximetilfurfural se siguió el método empleado por la (AOAC 980.23, 2005).

Para realizar el análisis de HMF se realizaron primero tres soluciones:

Solución 1: mezclar 15g de ferrocianuro de potasio más 100ml de agua

Solución 2: mezclar 30g de acetato de zinc más 100ml de agua

Solución 3: mezclar .20g de bisulfito de sodio más 100ml de agua.

Mezclar 5g de miel más 25ml de agua y aforar con agua a 25 ml. Posteriormente adicionar 0.5 ml de la solución 1 (mezclar), agregar 0.5 ml de la solución 2, aforar y mezclar.

Filtrar; agregar 5 ml de la solución filtrada en 2 tubos de ensaye, mezclar vigorosamente.

Se recomienda hacer la lectura a 284nm y 336nm.

Las mediciones se realizarán por triplicado.

$$(ml\ HMF)(100g\ muestra) = (A_{284} - A_{236}) * 14.97 * B$$

Donde:

A₂₈₄= absorbancia a 284nm

A₃₃₆=absorbancia a 236nm

14.97= factor

B=muestra

3.3.9 Índice Diastasa

Para la determinación del índice de diastasa es necesario preparar las siguientes soluciones de acuerdo a lo establecido por la NMX-F-036-1997

:

- Solución primaria de yodo: se disolver 22g de yoduro de potasio en 40 ml de agua destilada, posteriormente agregar 8.8 g de yodo, disolver y aforar a 1 litro.
- Solución yodo 0.0007N: disolver 20 g de yoduro de potasio en 40 ml de agua destilada, agregar 5 ml de solución primaria de yodo y posteriormente aforar a 500 ml.
- Solución buffer de acetato pH 5.3: disolver 87g de acetato de sodio en 400 ml de agua destilada, agregar 10.5 ml de ácido acético, ajustar el pH a 5.3 posteriormente aforar a 500 ml.
- Solución NaCl 0.5 N: disolver 14.5 g de NaCl en agua destilada hervida, aforar a 500 ml y colocarlo en un frasco ámbar.
- Preparación de almidón: disolver 2g de almidón en 90 ml de agua, llevar a ebullición, dejar hervir suavemente durante 3 minutos; dejar enfriar a temperatura ambiente; posteriormente aforar a 100 ml y colocarlo en un baño a 40 °C durante 10 a 15 min.
- Determinación para ver si el almidón es aceptable: pesar 1 g de almidón diluir en 90 ml de agua destilada llevar a ebullición, dejar hervir durante 3 minutos, enfriar a temperatura ambiente, añadir 2.5 ml del buffer de acetato y aforar a 100 ml.

Posteriormente por aparte disolver 1 ml. de HCL 1M con 75 ml de agua agregar 1.5 ml de solución primaria de yodo disolver, y agregar 0.5 ml. de solución de almidón antes realizada. Dejar reposar en oscuridad y leer a 600 nm.

- Solución de miel: pesar 10g de miel en un matraz volumétrico de 50 ml y añadir 5 ml de solución amortiguadora de acetato pH 5.3 y 20 ml de agua destilada para disolver la muestra. Disolver completamente agitando la muestra; adicionar 3 ml de solución de cloruro de sodio y completar hasta volumen.

En una probeta de 25 ml agregar 10 ml de la solución de miel, ponerla en baño María a 40 °C en el mismo baño de estar la solución de almidón, dejar reposar durante 15 minutos. Adicionar 5 ml de la solución de almidón, mezclar bien.

Poner en marcha el cronometro donde se tomará el tiempo cada 5 minutos. Donde se tomará 1ml. De la solución de miel y se agregara 10 ml de la solución de yodo 0.0007 N medir en un espectrofotómetro a 600nm, la absorbencia adecuada será cuando el resultado sea menor a 0.235.

3.4 Análisis sensorial de las muestras de miel de abeja

El análisis Sensorial se realizó con un grupo de 13 jueces con una edad promedio de 21-25 años del sexo femenino, todas ellas estudiantes de licenciatura, las pruebas se realizaron en el laboratorio de análisis sensorial ubicado en el Centro de Investigación y Tecnología de los Alimentos. Para el desarrollo del análisis sensorial de la miel de abeja, se llevó a cabo en dos fases la primera que consto en el entrenamiento de jueces, el cual se realizó en 17 sesiones, utilizando las pruebas de ordenamiento y triangular. En la segunda fase se llevó a cabo el análisis sensorial de las muestras de miel en tres sesiones

3.4.1 Fase 1: Entrenamiento de jueces

El entrenamiento consistió en 17 sesiones, las dos primeras se realizaron utilizando la prueba triangular (UNE 97-006-92) la que consiste en presentar tres muestras a los jueces, de las cuales dos son iguales, y se le pide que identifique la muestra que es

diferente (La Rmond, 1977).en esta prueba se presentaron muestras de soluciones azucaradas a diferente concentración, como se muestra en la Figura 13.



Figura No.13 Imagen que muestra la ordenación del material para la realización de una prueba triangular.

En el resto de las sesiones se utilizó la prueba de ordenamiento donde se le presentó a cada juez un mínimo de 3 y un máximo de 6 muestras donde se evaluaron las propiedades de color, olor y sabor pidiéndole al juez ordenara de manera creciente la propiedad a evaluar. Para estas pruebas se utilizaron recipientes de plástico con tapa (marca: REYMA) y capsulas de porcelana (de 25 ml de capacidad y 5 cm de diámetro) a las cuales se les agregaron 5 ml de miel comercial, en el Cuadro 6 se muestra el material utilizado para las pruebas sensoriales.

En lo que respeta al sentido del olfato se requirió de un apoyo mediante la utilización de distintas esencias las cuales fueron presentadas a los jueces en viales de color ámbar con una capacidad de 4ml donde se aplicaron 2 ml de esencia, para que pudiesen identificar y memorizar los distintos olores que pudiesen presentarse en la miel (Figura 14), así mismo se les presentaron una serie de muestras de diferentes tipos de miel para que pudieran memorizar los olores que presentaban como se puede observar en la Figuras 15 y en la Figura 16 podemos observar la prueba de ordenamiento por intensidad de color y sabor utilizada en el entrenamiento de los jueces para evaluar el color de la miel de abeja.

Cuadro 6. Material utilizado para el entrenamiento de jueces.

Producto	Marca
Miel de abeja liquida	Great Value
Jarabe sabor maple	Pronto
Miel de abeja	Carlota
Miel de abeja(endulza el momento)	Carlota
Jarabe de maíz (para bebe)	Karo
Carlota para bebe(endulza el momento)	Carlota
Miel de abeja pura del sur de Chiapas, multiflora	Blume
Azúcar blanca ,presentación 1 Kg	Great Value
Esencias artificiales liquidas de naranja, durazno y piña	Deiman
Recipientes de vidrio	
Recipientes de plástico con tapa	REYMA
Charolas de plastic	
Viales color ámbar	
Capsulas de porcelana (de 25 ml de capacidad y 5 cm de diámetro)	
Lapices No. 2 y 2 ½	Mirado
Servilletas	

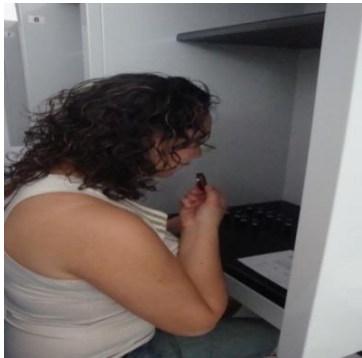


Figura No.14. Apreciación de dos personas realizando un entrenamiento del sentido del olfato.

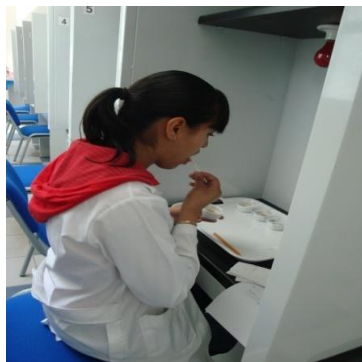


Figura No.15 Representación del acomodamiento de material y realización del entrenamiento del sentido del gusto.

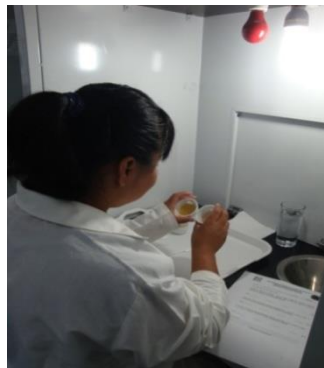


Figura No.16 Figura que muestra la representacion del material y realización del entrenamiento del sentido de la vista.

3.4.2 Fase 2: Evaluación sensorial de la miel

El análisis se realizó en tres sesiones para que no causar confusión a los jueces ya que el número de muestras era grande (13 muestras de miel de abeja) en la primera sesión se abarcaron las mieles de frutales, tuna de órgano, mezquite y ruminillo zupachi. En las otras dos las mieles multifloras las cuales se mencionaron anteriormente.

Para esta fase se utilizó la prueba de ordenamiento en la cual se les dieron a los jueces las muestras y se les pidió que ordenaran en forma ascendente el color, olor y sabor. En este análisis se utilizaron capsulas de porcelana donde se colocaron 5g de muestra las

cuales se presentaron a los jueces junto con su hoja de respuesta como se muestra en la Figura 17, y el formato de respuesta se encuentra en el anexo.

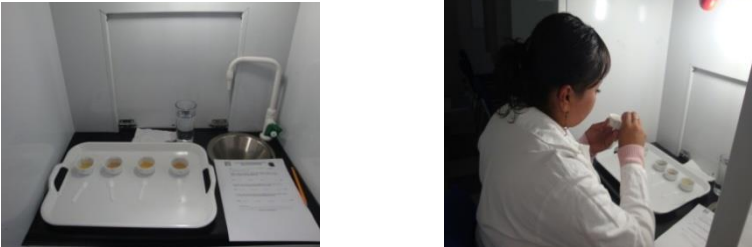


Figura 17. Figura que representa el acomodo de material y el análisis final de las muestras de miel.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

Entre las mieles analizadas se realizaron análisis físico-químicos como la acidez, °Brix, conductividad eléctrica, Humedad, pH, color, cenizas, HMF y diastasa. Analizando estas muestras con un análisis estadístico de comparación de medias.

Cuadro 7. Muestras de miel recolectadas en diferentes municipios del estado de Hidalgo.

No. MUEATRA	LUGAR	FLORA	EPOCA DE COSECHA
1	El Padhi, Huehuetla	Multiflora	Noviembre 2008
2	San Clemente Huehuetla	Multiflora	Febrero 2008
3	Villa de tezontepec	Flor de mezquite	11 Abril 2008
4	Coamitla, Calnali	Multiflora	24 abril 2008
5	San Agustin Tlaxiaca	Rumerillo zupacli	Noviembre 2007
6	Acaxochitlan	Multiflora	Noviembre 2008
7	Multiflora del altiplano	Multiflora	Octubre 2007
8	Mixquiahuala Valle del Mexquital	MEZQUITE	05 Diciembre 2007
9	San Agustin Meztitlan	Multiflora (cactaceas)	15 Abril 2008
10	San Agustin Meztitlan	Tuna de organo	12 Junio 2007
11	Tezocualpan, Cuautepec, Hgo	Multiflora	22 Ocubre 2008
12	Acaxochitlan	Tuna de organo	Noviembre 2007
13	San Bartolo Tutotepec	La Huahua	Mayo 2008
14	San Bartolo Tutotepec	Multiflora	Maya 2008
15	San Bartolo Tutotepec	Multiflora	Mayo 2008
16	El Havodo, San Bartolo Tutotepec	Multiflora	Primavera 2008

4.1.1 Acidez

En cuanto al contenido de acidez se encontró que la muestra 10 es la más alta a comparación de las demás mieles, seguida por la muestra 12, como se muestra en el Cuadro 8, esto nos indica que estas dos muestras de miel presentan un grado de maduración que indica que han pasado por un periodo de almacenamiento y/o que la miel permaneció más tiempo en la colmena; estos excesos trae como consecuencia la formación de color y el desarrollo de levaduras (Ville, 1998) todo lo contrario con la muestra 6 seguida de la 8 que son las presentaron valores más bajos, es importante señalar que todas las muestras están por arriba de los valores establecidos en la norma (NMX-F-036-1997) ya que todas presentaron niveles por arriba de los límites máximos permitidos (40 miliequivalentes de ácido/kg) lo cual indica que no se trata de mieles frescas.

Así mismo las mieles 4, 14, 13 y 15 presentaron un rango similar entre ellas esto puede deberse a que las mieles provienen de climas similares. Por lo igual que las muestras 7, 16, 2, 1, 11, y 5 presentaron un rango similar esto puede deberse a que las mieles pertenecen a una floración similar a excepción de la muestra de la muestra 11 que es de un clima frío y la 5 que no entra en la multiflora.

Cuadro 8. Promedios de la acidez total y de los principales componentes que la conforman (libre y lactona).

Muestra	Libre	Lactona	Acidez (meq/kg)
1	39.21	46.35	85.56
2	40.98	46.14	87.12
3	40.98	46.14	99.40
4	51.42	46.42	97.84
5	37.46	46.12	83.59
6	26.11	46.08	72.19
7	40.81	46.97	87.79
8	29.81	46.64	76.46
9	76.98	45.48	122.47
10	154.91	42.47	197.39
11	35.98	47.97	83.95
12	234.94	37.99	172.92
13	47.44	47.44	94.88
14	50.64	47.47	98.11
15	46.75	47.92	94.68
16	40.47	46.96	87.44

4.1.2 pH

Los valores promedio de pH normales para una miel se encuentran comprendidos entre los valores de 3.0 y 4.5 debido a la presencia de ácidos orgánicos (NMX-F-036-1997), las mieles analizadas se encuentran entre estos rangos a excepción de la muestra 10 y 12 (miel de tuna de órgano y frutales) como se puede observar en el Cuadro 9, ya que presentaron un pH de 4.9 superior a lo establecido por la norma; lo cual es un indicativo de deterioro en la miel (Jones, 1993), cabe señalar que las mieles son de dos municipios diferentes (en cuanto a clima y por lo consecuente a la flora).

Cuadro 9. Promedios del pH analizado en las muestras de miel.

Muestra	pH (meq/kg)
1	3.7
2	3.65
3	3.77
4	4.45
5	3.60
6	3.86
7	3.74
8	3.98
9	4.20
10	4.90
11	3.63
12	4.93
13	3.70
14	3.98
15	3.9
16	3.76

4.1.3 °Brix

De acuerdo a los parámetros establecidos por la norma NMX-F-036-1997, establece un mínimo de 63.88 % de azúcar y un máximo sin límite, por lo que las muestras analizadas entran dentro de la norma.

Como se puede observar en el Cuadro 10 las mieles no presentaron los mismos °Brix, la más alta fue la muestra 1 (82 %) y la más baja la muestra 15 (78%) ya que estas son de diferentes plantas y no todas las plantas presentan la misma cantidad de azúcares, ya que dependen del suelo y del clima donde se desarrollen. La variación en el contenido de azúcar varía de acuerdo a la aportación de enzimas que las abejas aportan al proceso de formación de la miel (Gómez, 2004), al tipo de alimentación que recibe en la colmena y a su cosecha prematura, así mismo a las adulteraciones que estas puedan recibir. (NMX-F-036-1997)

Cuadro 10. Promedios de los °Brix analizados en las mieles recabadas del Estado de Hidalgo

Muestra	°Brix (%)
1	81.8
2	79.55
3	82
4	80.01
5	81
6	81
7	79.34
8	81
9	81
10	80.34
11	80
12	80
13	79
14	80
15	78
16	79

4.1.4 Contenido de humedad

El contenido de humedad es un parámetro importante ya que determina el grado de conservación de la miel. Las mieles analizadas se encuentran dentro de los límites permitidos por la norma mexicana de la miel (NMX-F-036-1997) la cual expresa un máximo de 20 %. Este es un indicativo que las mieles tienen una buena madurez y permanecen estables durante su almacenamiento de acuerdo a Bogdanov (1997).

En el Cuadro 11, podemos ver que la miel que presentó más baja humedad fue la miel 3 (11.11%) pero está dentro de lo establecido ya que si esta hubiese sido excesiva se debería a que su colecta se realizó en periodos de sequía y por lo consecuente, facilita la cristalización de la miel.

Así mismo la que presentó mayor porcentaje fue la muestra 12 (18.92 %), si esta hubiese presentado una humedad superior a 21% ocasionaría problemas de fermentación, formación de hidroximetil furfural (Sancho, 1992), pérdida de la actividad enzimática, cambio de sabor, oscurecimiento (Gomez, 1990) y crecimiento microbiano en la miel (Schocken-Iturrino, 1999).

Cuadro 11. Promedios de la humedad presente en las de mieles analizadas.

Muestra	Humedad (%)
1	12.19
2	14.17
3	11.11
4	14.48
5	13.88
6	13.78
7	14.45
8	12.06
9	13.71
10	14.78
11	14.87
12	19.14
13	16.49
14	13.47
15	15.72
16	14.35

4.1.5 Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es una característica muy acertada para determinar el origen botánico de la miel de abejas (Vorwohl, 1964). Esta depende del contenido de sales, a mayor conductividad eléctrica mayor concentración de sales. (NMX-F-036-1997). Basados en estos datos, se establece que las mieles florales, las mezclas de mieles florales y de mielada, tengan valores de conductividad eléctrica menores de 0.8 m μ /cm y que la mieles de mielada y de castaña posean valores mayores de 0.8 m μ /cm (Gómez, 2004). Es importante señalar que las muestras de miel se encuentran dentro de lo establecido por Gómez (2004) como se muestra en el Cuadro 12, dado que la norma NMX-F-036-1997 no establece un valor para este parámetro.

Cuadro 12. Promedios de la conductividad eléctrica presente en las distintas mieles del Estado de Hidalgo.

Muestra	Conductividad eléctrica($\mu\text{m/cm}$)
1	0.07
2	0.09
3	0.11
4	0.14
5	0.06
6	0.04
7	0.07
8	0.07
9	0.13
10	0.13
11	0.06
12	0.18
13	0.08
14	0.10
15	0.09
16	0.08

4.1.6 Cenizas

El contenido de ceniza expresa la cantidad de sales minerales y suele ser proporcional al tono de la miel (Crane, 1976; Bianchi, 1986; Vit, 1993). Así mismo, esta medida se relaciona con problemas de higiene (tierra y arena). La miel adulterada con melaza también puede presentar un alto porcentaje de cenizas. (NMX-F-036-1997). Las mieles analizadas como se muestra en el Cuadro 13, se encuentran dentro de los límites permitidos NMX-F-036-1997 (Máximo 0.60 %), excepto las mieles 10,12 y 13, ya que estas se encuentran por arriba de los límites como se muestra en la siguiente tabla. Esto puede deberse a su origen botánico, a las condiciones edáfico-climáticas y a las técnicas de extracción que estas obtuvieron (Frías et al., 1994), así mismo pudo ser que las 3 son de frutos.

Cuadro 13. Promedios del contenido de ceniza presente en las mieles de las diferentes regiones del Estado de Hidalgo.

Muestra	Cenizas (%)
1	0.18
2	0.33
3	0.39
4	0.30
5	0.08
6	0.13
7	0.14
8	0.30
9	0.17
10	3.05
11	0.16
12	0.88
13	0.12
14	0.18
15	0.15
16	0.15

4.1.7 El color

El color de la miel se debe exclusivamente a materias colorantes (pigmentos de las plantas) del néctar y varía de la fuente floral y otras partes coloreadas de los vegetales, factor que influye en el sabor (Ville, 1998).

El color de las mieles es diferente de acuerdo al tipo flora y por lo tanto presentan diferentes grados de luminosidad y color como se puede observar en el Cuadro 14, la muestra 16 presentó mayor luminosidad que el resto de las mieles y la muestra 4 fue la más opaca a comparación de las multiflora que se mantuvieron estables (luminosidad semejante) esto pudo deberse a la combinación de floración que estas tienen.

A lo que respecta la miel 12 es la más oscura con respecto a las demás mieles y la miel 16 más clara y luminosa como se menciona anteriormente más luminosa. El color se debe la presencia de determinadas sustancias orgánicas de las plantas de las que proviene la miel y de la cantidad de sales minerales presentes, también propias de la planta. (Gómez, 2004).

Cuadro 14. Promedios del color de las distintas mieles analizadas en el Estado de Hidalgo.

No. Muestra	Color		
	L*	a*	b*
1	26.04	0.06	2.87
2	27.91	0.36	2.70
3	35.32	0.33	6.77
4	23.98	2.34	3.23
5	27.22	0.39	3.80
6	31.52	0.32	6.51
7	29.73	0.88	5.84
8	27.73	-0.08	3.17
9	23.73	0.24	1.33
10	28.92	2.04	5.65
11	24.27	2.88	4.16
12	24.34	3.76	2.39
13	29.71	4.44	8.54
14	26.44	3.48	5.35
15	27.10	0.32	3.12
16	40.6	2.13	10.37

4.1.8 Hidroximetilfurfural (HMF)

Como se puede observar en el cuadro siguiente todas las muestras presentan una pequeña cantidad de HMF esto es debido a que, HMF no existe en forma natural en la miel; ya que es un compuesto formado por la pérdida de dos moléculas de agua en la fructosa, y su presencia es un indicador de envejecimiento o calentamiento (White, 1992), aunque estas muestras presentan una pequeña cantidad de este compuesto si tuvieron un tiempo de almacenamiento y no de calentamiento.

Cabe mencionar que de acuerdo a Gómez (2004) el Hidroximetilfurfural (HMF) para mieles envasadas de más de 6 meses, expresa un límite de 80.00 mg/kg y para mieles envasada de menos de 6 meses. Expresa un límite de 40.00 mg/kg. Por lo que las mieles analizadas entran dentro del límite permitido ya que las mieles presentan un almacenamiento mayor a 6 meses.

Cuadro 15. Promedios del Hidroximetilfurfural presente en las mieles analizadas del Estado de Hidalgo.

Muestra	HMF (mg/Kg)
1	12.89
2	5.81
3	6.66
4	9.72
5	9.01
6	6.45
7	8.69
8	7.09
9	23.80
10	4.19
11	11.68
12	2.69
13	2.87
14	5.83
15	2.58
16	2.53

4.1.9 Diastasa

Esta enzima corresponde a una α -amilasa que es segregada por las glándulas hipo faríngeas de la abeja, que hidroliza el almidón y otros azúcares complejos. La conservación por un largo tiempo, así como la exposición al calor, conlleva la desnaturalización de la enzima con lo consiguiente baja en su actividad (Piro *et al.* 1996). Por lo consecuente como se puede observar en el cuadro de resultados la muestra 13 seguida de la 11 fueron las que presentaron mayor concentración de esta enzima y, mayor diferencia con respecto a las demás muestras por lo que es un indicativo de que las mieles han sido calentadas y almacenadas por largos periodos (Sancho, 1992).

Aunque cabe mencionar que la muestra 10 no alcanzó a contabilizar el tiempo, esto pudo deberse a que duro mucho tiempo en el panal antes de ser cosechada pues esta enzima es adicionada por las abejas al néctar durante el almacenamiento según Amor y White, citado por García *et al.* (1986), o que fue almacenada por un largo periodo después de su cosecha.

Cuadro 16. Promedios la Actividad de Diastasa presente en las mieles de distintas floraciones del estado de Hidalgo.

Muestra	Diastasa (minutos)
1	108.33
2	68.33
3	120
4	120
5	81.67
6	80.00
7	73.33
8	113.33
9	70.00
10	0.00
11	186.67
12	65.00
13	208.33
14	121.67
15	123.33
16	140.00

4.2 Resultado de las Pruebas Sensoriales

La evaluación sensorial fue realizada en el laboratorio de análisis sensorial del Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. El grupo estuvo conformado por 13 jueces, del sexo femenino, con un rango de edades de 21-25 años, las cuales recibieron entrenamiento. Para realizar la evaluación las muestras se dividieron en dos grupos, el primero de ellos fueron las muestras de flora específica y el segundo estuvo conformado de diferentes multifloras (esta última se dividió en dos fases por el número de muestras), ambas de las diferentes zonas apícolas del Estado de Hidalgo. Se utilizó una prueba sensorial de ordenamiento, donde se ordenan las muestras de mayor a menor intensidad de los parámetros a evaluar (color, olor y sabor). Los datos fueron analizados por medio de una prueba de suma de rangos con un nivel de significancia del 0.5%.

4.2.1 Muestras floras específicas

Se evaluaron 5 muestras de miel de abeja obtenida de diferentes especies cactáceas y frutales.

En la Cuadro 17, se muestran los resultados del análisis sensorial donde se evaluaron los parámetros de olor, color y sabor, donde podemos observar que la muestra que presentó mayor intensidad de olor fue la número 12 (frutales) presentando una diferencia significativa con respecto a las muestras 0, 5, y 8 (flor de mezquite, rumanillo zupacli y Mezquite, respectivamente) a diferencia de la muestra 0 que presentó menor intensidad de olor, presentado diferencia significativa con la muestra 10 y 12 (tuna de organo y frutales).

Con respecto al color, se puede observar que la muestra 10 (tuna de órgano) presentó mayor intensidad de color con respecto a las demás muestras, así mismo, la muestra que presentó menor intensidad de color fueron las muestra 8 (Mezquite). Es importante señalar que no existe diferencia significativa con respecto al sabor de las muestras como se puede observar en la Cuadro 17 esto puede deberse a que la mayoría de las muestras pertenecen al grupo de las cactáceas.

Cuadro 17. Características sensoriales de la miel de abeja obtenida de floras específicas de diferentes regiones del Estado de Hidalgo.

No. Muestra	Olor	Color	Sabor
*0	56	47	48
5	40	47	27
8	51	62	37
10	31	13	47
12	16	26	36

*flor de mezquite, Villa de Tezontepec

4.2.2 Muestras multiflora

El análisis se realizó en dos fases, esto para no causar confusión a los jueces, ya que el número de muestras era grande (8 muestras de miel de abeja multiflora) en la primera fase se evaluaron las muestras 7, 2, 6, 14 y en la segunda fase se evaluaron las muestras 11, 4, 9 y 17

En el Cuadro 18, se muestran los resultados donde se obtuvo que la muestra 11 (Cuautepec) presentó mayor concentración de olor con respecto a las demás muestras y las muestras 6 (Acaxochitlan) y 17 (San Felipe Orizatlan) presentaron menor concentración de olor. Con respecto al color la muestra 14 fue la que presentó mayor intensidad de color y las muestras 6 y 17 presentaron menor intensidad de color con respecto a las demás muestras. Lo que respecta el sabor no se mostró diferencias significativas entre las muestras. Al realizar una comparación entre las muestras se puede decir que 6, 14 y 9 (Acaxochitlan, San Bartolo y San Felipe Orizatlan) las que presentaron mayor diferencia a comparación con las muestras 2, 7, 4 y 11 (San Clemente, Tezontepec, Canalí y Cuautepec) que son las que presentaron menor diferencia con respecto a las demás muestras.

Cuadro 18. Características sensoriales de la miel de abeja obtenida de la multiflora de las diferentes regiones del Estado de Hidalgo.

Sesión	Muestra	Olor	Color	Sabor
1	2	25	26	37
	6	51	52	29
	7	26	39	32
	14	28	13	33
2	4	26	36	33
	9	39	15	32
	11	14	27	26
	*17	51	52	39

*San Felipe Orizatlan

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De la miel que se produce en el estado de Hidalgo se encontró que cuenta con las propiedades de calidad aceptable, considerando que las muestras analizadas presentaron valores superiores a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana, con respecto al contenido de diastasa y acidez, lo cual indica que al momento de la cosecha no se tomaron las medidas adecuadas para el proceso de extracción o el tiempo de cosecha no fue el adecuado, también puede deberse a un almacenamiento prolongado y/o malas condiciones de almacenaje.

Por lo anterior, es necesario implementar buenas prácticas de manufactura para la obtención de la miel, desde el momento de cosecha hasta que se distribuya al consumidor. Ya que si no se realizan adecuadamente pueden alterar las características fisicoquímicas y sensoriales de la miel.

Sensorialmente se encontró que para las muestras de miel de floras específicas, la muestra 12 (frutales) presentó mayor intensidad de olor con respecto a las otras y se encontró que la que tuvo mayor intensidad de color fue la muestra 10 (tuna de órgano); con respecto a las mieles obtenidas de multiflora, la muestra que presentó mayor intensidad de olor fue la muestra 11 proveniente del municipio de Cuautepéc y presentando mayor intensidad de color fue la muestra 14 proveniente del municipio de San Bartolo Tutotepec. Con respecto al sabor cabe señalar que tanto en las muestras de floras específicas y de multiflora no se encontró diferencia significativa.

Se recomienda un entrenamiento más profundo para que el juez pueda diferenciar los sabores entre las mieles

VI BIBLIOGRAFIA

- Ackerma, D (1990). A natural history of senses. Random House. New York
- Alfaro R.R.H. 2006. Evaluación de Estrategias Metodológicas en Pruebas de Preferencia. Tesis de Doctorado en Ciencias en Alimentos. Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos. Instituto tecnológico de Veracruz. Ver. México.
- Álvaro Carlos C, B. 2008. Plantas apícolas. Ed. ACRIBIA. 67pp.
- Amerine, M.A., Pangborn, R.M. y Roessler, E.B. 1965. Principales of sensory evaluation of food. Academic Press. New York.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los alimentos en teoría y práctica. Ed. ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España). 23,56,77 pp.
- Anzandua-Morales, A. y Vernon, E. J. 1986. Design of standard scales for some textural properties of Mexican foodstuffs. Advances in Rhcology. 4,132 pp.
- AOAC. 1999. Official Methods of analysis of AOAC international. 16 sedition. Gaithersburg. MD. USA 920.18
- AOAC 2005. International. Gaithersburg. MD. USA. Methods 920.181. Ash of Honey
- Arrabal. M.V; Ciappini, M. C. 2001. Aceptabilidad de miel y su correlación con análisis fisicoquímicos.
- Badui Dergal S, 1981. Química de los alimentos. Ed. Alhambra Mexicana, S.A. de C.V. Pp. 145.

Bianchi, E. 1990. Control de calidad de la miel y cera. Centro de Investigaciones Apícolas. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. Pp.69.

Bogdanov S, Martin P, Lullman C. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. Apidologie; Extra issue 1:59.

Bogdanov S, Martin P, Lullmann C. 2002. Harmonized Methods of the International Honey Commission. Berna, Suiza. 54 pp

Bogdanov S. 1987. Honey Quality and International Regulatory Standards: Review of the Work of the International Honey Commission. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg., 90, in press.

Cadena agroindustrial. 2004. Miel de abeja, Nicaragua. Pp. 2-5.

Carpio C., Barragán Á. 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Pp. 35.

Chandler, B. V. 1977. Food Research Quarterly. España. Pp.37

CIE, 1976. Commission Internationale de l'Eclairage

Codex Alimentarius. 1981. Norma del CODEX para la miel CODEX STAN 12-1981 rev.1997

Comunicación del color: <http://www.xtec.cat/~jforment/html/classes/altres/ComunicaciondelColor.pdf> (Rev., 23 Diciembre 2010)

Cornejo, L. 1988. Miel de abejas: Algunas consideraciones sobre su composición y cualidades. En: Neira, M. y Seemann, P. Tecnología de la producción apícola.

Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. (Agosto, 2000) Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. pp. 163-171

Cornejo, L. 1993. Apicultura Práctica en América Latina. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 167p.

Crane E.1980. A book of honey. Oxford Univ Press. New York. Pp. 567.

Crane E.1990. Bees and beekeeping:Science practice and Word resources. Cornell Unicersity Press. Ithaca, New York. Pp614.

Damerval, C.; Nadot, S. 2007. Evolution of Perianth and Stamen Characteristics with Respect to Floral Symmetry in Ranunculales. Ann. Bot. 100: 631-640.

Delle Ville, Hector. 1998. Carpeta de Divulgación Apícola,. INTA - EEA, Concordia, Entre Ríos, Argentina.

Dustmann J. 1993. Honey, quality and its control. Ame Bee J. Pp 648-651

Enciclopedia de los Municipios de México del estado de hidalgo:<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/hidalgo/municipios/13053a.htm> (Rev. 23 Noviembre 2010)

Erickson, H. 1986. Atlas of the honey bee. Primera edicion.Composed and printed by the Iowa State University.

Fee, J. 1982. Bees and mankind. Primera edicion. Allen and a win, London. Pp 67-86.

- Fernandez, T. 2001. Elaboración de miel crema mediante dos métodos alternativos. Tesis para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias agrarias. 128p
- Fisher, C. y Scott, T. 2000. Flavores de los Alimentos, biología y química. Acribia, S. A., Zaragoza, España. 212p.
- Fontúrbel, F. Rol de la coevolución planta–insecto en la evolución de las flores cíclicas en las angiospermas. Ciencia Abierta (Chile). Consultado el 10 de Abril de 2009
- Frias, I., Hardisson, A. y Corrales, J. 1994. Color y contenido mineral en mieles de consumo frecuente en Santa Cruz de Tenerife. Alimentación. 55: 93 – 98.
- García, A., Soto, D., Romo, C. 1986. La miel de abejas: composición química, propiedades y usos industriales. Revista chilena de Nutrición. 3: 183-191.
- Gómez, A. 1996 a. Análisis sensorial de mieles: influencia de la composición y el procesado. Vida Apícola. Pp. 15-20.
- Gómez, A. 1997. Análisis sensorial de mieles: Cristalización y proceso de cata. Vida Apícola. Pp. 18 – 21.
- Gómez, R. R. 1986. Apicultura venezolana. Manejo de la abeja africanizada. Ediciones Edicanpa, Caracas, Venezuela.
- Gómez, R. R. 1986. Apicultura venezolana. Manejo de la abeja africanizada. Ediciones Edicanpa, Caracas, Venezuela.
- González G, González C, Pérez S, Gómez O. 1995. Características fisicoquímicas de la miel producida en el Estado de Durango. IX Seminario de Apicultura. Colima, colima.

Gómez, P. 2004. Miel de España y Portugal Conocimiento y Cata. Ed. Montagud. Pp. 151

Grape N. 2001. Serie agronegocios Apicultura Centro de estudios agropecuarios Ed. Iberoamericana.

Griffith. Eleri Jones. 1993. La ciencia Aplicada al estudio de los alimentos. Ed. BROWNSSELL. Pp. 56-72.

Guzzetti y Santi. 2006. Apicultura para principiantes. Manual práctico para la cría de abejas y comercialización de sus productos. Ed Continente. 123pp

Hart F.L., H.J. Fisher. 1991. Análisis modernos de los alimentos. Ed. ACRIBIA 2da reimpresión.

Harold Egan, Ronald S. Kirk, Ronald S. 1993. Análisis Químicos de los Alimentos de Pearson. Ed. Continental, S.A de C.V.185p.

Ibáñez F. C. y Barcina A. 2001. Análisis Sensorial de los Alimentos. Métodos y Aplicaciones. Springer. Barcelona, España.

Importante Tesis de Miel: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/agro/pdf/miel.pdf> Indonesia (Rev. 23 mayo 2010)

Jean – Prost, P. 1995. Apicultura: Conocimiento de la abeja – manejo de la colmena. Mundi – Prensa. Madrid, España. 551p.

Karabournioti S y Zervalaki P. 2001. Effect of heating on honey HMF and invertase. *Apiacta*; 36(4) :177-117

- Kramer, A. y Twigg, B. 1972. Quality control in the food industry. The AVI Publishing Co. Inc. Westport. Conn.
- L. de la Torre, H. Navarrete, P. Muriel M., M. J. Macía & H. Balslev 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Eds. Herbario QCA & Herbario AAU. 80–82pp.
- Laboratorio PROFECO. 2005. Miel de abeja. Miel_sep 05[1].pdf_Adobe Reader.
- Lapaïtt, L. H., Hughes, E. B. Rooke, H. S. (1929) Analyst. Pp. 54
- Larmond E., (1977). Laboratory methods for sensory evaluation of foods. Can. Dept. Agr. Publ. 1637.
- Lothrop, R.E, 1936. Potencial alkalinity of honey: it's acid-base value is a food. Journal Nutricional; Pp. 511-514.
- Louveaux, J; Maurizio, Anna and Vorwohl, G. 1970. Methods of Melissopalynology. Bee World, 51(3):125-138.
- Lüllmann H und Horn, C. 1992. Das Grosse Honigbuch, Ehrenwirth, München.
- Mateu, Andrés, Burgaz Moreno, M.E., Rosello Caselles, J. 1993. La apicultura Valenciana. Tradición y aprovechamiento. Generalitat Valenciana. Conselleria D'Agricultura, Pesca. España.
- Mato I Huidobro F, Sanchez P, Muniategui S, Fernandez M, Sanchez T. 1997. Enzymatic determination of total D-gluconic acid in honey. J Agric Food Chem.
- Moguel O., Echazarreta G., Mora E. 2005. Calidad fisicoquímica de la miel de abeja Apis Mellifera producida en el estado de Yucatan durante diferentes etapas del proceso de producción y tipos de floración.

Molina, L. 1989. Análisis de calidad de miel. Alimentos. México. Pp. 55-60.

Molina, L. 1990. Control de calidad de la miel de exportación. En: II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. pp. 41 – 52.

Montenegro, S.; Avallone, C.; Aztarbe, M; Osuna, M.; Ambrosini, S. Prolina en miele regional. 2004. Reunión de comunicaciones científicas y tecnológicas. Secretaría general de Ciencia y tecnología de la Universidad Nacional del Nordeste.

Montenegro, Susana; Chifa, Carlos, 2003 Control de calidad de las mieles de la provincia del Chaco - Argentina y mapa apícola

Norma Mexicana NMX-F-036-1997-NORMEX fecha de publicación 2006

Norma Mexicana, NMX-F-036-1997.Alimentos-Miel-Especificaciones y Métodos de prueba.

NTCL- CM, 2000. Norma Técnica de Competencia Laboral-Cosecha de Miel. Consejo de Normalización y NTCL-CM, 2000. Norma Técnica de Competencia Laboral-Cosecha de miel. Consejo de Normalización y certificación de competencia Laboral Manual de la miel.

O'Mahony M. 2004. Memorias del Curso: Revisión y Actualización de la Metodología Sensorial. Enero 14-18. Instituto Tecnológico de Veracruz. Veracruz, Ver. México.

Oasis, S.L., Taquígraf Garriga, 1997. Equipo Revista Integral. Cómo cura la miel., Barcelona, España.

Osborne D. R., P. Voogt. 1986. Analisis de los nutrientes de los alimentos.. Editorial ACRIBIA, S. A.

Parada Silva. Chile, 2003. Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano.

Peris, J. 1990. La calidad de los productos apícolas. Medidas para su protección. En: IICA. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. pp. 11 – 2

Piazza, M.G.; Accorti, M y Persano Oddo, L. 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory power in Italian unifloral honey. Apicoltura pp. 51-63.

Piro, R., Capolongo, F., Baggio, A. y Mutinelli, F. 1996. Cinética de formación del HMF y degradación de las enzimas de la miel. Vida Apícola. Pág. 44 – 48.

PROFECO.2001. Revista del consumidor No.287 (Rev., Enero).

Ramirez Cervantes, M.A.; Gonzalez Novelo, S.A.; Sauri Duch, E. 2000. Efecto del tratamiento térmico temporal de la miel sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento.Pp. 162-170. XXI Congreso Argentino de Química. Letters. VIII – 18.

Root, A.1976. ABC y XYZ de la apicultura. Enciclopedia de la cría científica y práctica de las abejas. Librería Hachette. Buenos Aires, Argentina. 670p.

Root. A.I. 2002. ABC y XYZ de la apicultura.Enciclopedia de la cria científica y práctica de las abejas. Ed. Hemisferio Sur S.A. Pp. 27-56

Roubik, D. 1979. Tesis de doctorado. Universidad de Texas; Estados Unidos de América. Pp. 34-67

- SAGARPA 1995. Manual de Buenas Prácticas de Producción de miel, Programa de inocuidad de Alimentos, SAGARPA, Coordinación general de Ganadería, Senasica. México.
- SAGARPA 2007. Minicipios del Estado de Hidalgo de Mayor Proucción de Miel de Abeja. (rev., marzo).
- SAGARPA, 2006. Municipios de mayor producción del estado de Hidalgo en cuanto a la miel de abeja.
- Salamanca G. 2007. Criterios relativos al análisis sensorial de mieles. Manual, Pp 43- 87.
- Sancho, M. T., S. Muniategui, J. E. Huidobro and J. Simal. 1992. Aging of honey. J. Agric. Food Chem., Pp 134-138.
- Sancho. E B.2002. Introduccion al análisis sensorial de los alimentos. Ed.Universitat de Barcelona. Ed Alfaomega. Pp336
- Schocken-Iturrino R, Carneiro M, Kato E, Sorbara J, Rossi O, Gerbasi L. 1999. Study of the presence of the spores of clostridium botulinum in honey in Brazil. Inmol Medic Microb; Pp 379-382.
- Schweitzer Paul. 2009. El color de las mieles. Laboratorio de análisis y ecología apícola.
- SENASICA. Manual de buenas prácticas de manufactura de miel. Pp 23-78
- Serra Bonvehí, J., A. Gómez Pajuelo y A. Gonell Galindo. 1987. Composición, propiedades físico-químicas y espectro polínico de algunas mieles monoflorales de España. Alimentaria. Pp 61-64.

Singh, N. and P. Kaur Both. 1997. Quality evaluation of different types of Indian honey. Food Chemistry. Pp 129-133.

Tellería, M. C. 1997. III Curso Básico de Palinología Aplicada a la Tipificación de Mieles. Dpto. de Producción Animal-Zootecnia (Animales Menores de Granja), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, La Plata, Bs.As., Argentina.

Thar ,1991. Análisis modernos de los alimentos. Ed Trillas. 56pp

UNE 87-001-86. AENOR. Analisis sensorial. El Color

UNE 97-006-92. AENOR Análisis sensorial. Prueba triangular.

Villena F, Bicudo L (1999) Manual de Análises Físico-Químicas de Mel. APACAME. Sao Paulo, Brasil. Pp., 16-36.

White J. 1992. Quality evaluation of honey; role of HMF and Diastase assays. Ame Bee J. Pp. 737-743.

White, J. 1994. The role of H.M.F. and diastase assays in Honey quality evaluation. Bee World. Pp 104 – 117.

White, J.W Jr. 1962. Composición Promedio de Miel y Variación de Valores. - Departamento de Agricultura. Material Mimeografiado. Estados Unidos de América.

X-Rite, Incorporated. 2002. Articulo comunicación del color.

Zaragoza, 1990. La ciencia de los alimentos de la A a la Z. Ed. ACRIBIA S.A., Pp. 229-230.

Zootecnia tropical:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S079872692002000200009&script=sci_arttext&tlng=pt (Rev. 23 Junio 2010)

Zúñiga Rodríguez R. 1990. Abejas aumente su producción de miel, Ed. Concepto, s.a.
Pp. 25 - 35.

VII Anexos

7.1 Hoja de respuestas



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Laboratorio de Evaluación Sensorial



Nombre: _____

Fecha: _____

Lea cuidadosamente las instrucciones:

1.-Frente a usted se encuentran cuatro muestras codificadas, destape y huela las muestras de izquierda a derecha, colocando sobre la línea el código de la muestra, ordenando de **mayor a menor intensidad de olor**.

Mayor _____ menor

2.-Posterior mente observe las muestras detalladamente colocando sobre la línea el código de la muestra, **ordenado de la más obscura a la más clara**.

Mayor _____ menor

3.- Pruebe cada una de ellas de izquierda a derecha, colocando sobre la línea el código de la muestra, ordenando de **mayor a menor intensidad de dulzor**.

Mayor _____ menor

Observaciones _____

Gracias por su participación