



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

**PATROCINANTE**

Sr. Eduardo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magíster en Ciencia de los Alimentos

Departamento de Ciencia de los

Alimentos y Tecnología Química,

Universidad de Chile.

**DIRECTORES**

Sr. Eduardo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magíster en Ciencia de los Alimentos

Departamento de Ciencia de los

Alimentos y Tecnología Química,

Universidad de Chile.

Srta. Beatriz Gutiérrez Baeza

Ingeniero en Alimentos

Universidad de Chile.

**ELABORACIÓN DE MIEL CREMA (Apis Mellífera) MEDIANTE EL  
MÉTODO DE CRISTALIZACIÓN INDUCIDA, Y EVALUACIÓN DE SUS  
PROPIEDADES TEXTURALES**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

**CESARINA ANTONELLA FRIGERIO TISI**

Santiago – Chile

2010

*...A mi Hijo Sebastián por su alegría,  
...A mis Padres Ana María y Werner por su paciencia y enseñanzas,  
...A mis Hermanos Rossana, Werner y Hermann por su gran cariño y  
...A Jose Luis por su apoyo incondicional y amor.*

## AGRADECIMIENTOS

Antes que todo a la Universidad de Chile y en especial a mi profesor y director de tesis Don Eduardo Castro, por su apoyo en el desarrollo de esta tesis y muy particularmente por sus consejos, paciencia y motivación para seguir adelante. Además a mi directora de tesis Beatriz Gutiérrez por sus enseñanzas.

A todos aquellos que estuvieron presentes de manera cercana en la universidad, en particular a Don Carlos y Don Manuel por su ayuda siempre desinteresada para terminar con éxito este trabajo y a todos los amigos del laboratorio de Procesos, Profesora Lili, Caro, Kami, July y Tamy.

No me puedo olvidar de mis amigos, que fueron mis confidentes y cómplices, además de brindarme todo su apoyo y cariño en algunos momentos difíciles. Gracias Patito, Felipe, Andrés, Titi, Giggi, Andyta, Glatzel, Pau, Ceci, Gino, Toribio, Andy y Pancho. En especial a la niña Jo, quien me motivó constantemente para terminar mi tesis y a mi amiga Lore por su gran alegría y fortaleza para sobreponerse en la vida.

Mención especial a mi guía y amigo Carlos Palma, quien me ha hecho ver la vida de otra manera y a sentirme feliz conmigo misma.

Agradecer enormemente a Jose Luis por su compañía y ayuda durante todo este proceso, su gran amistad, paciencia, compañerismo y consejos.

Por último y muy especialmente, quiero agradecer a mi familia, a mis padres, a mi hijo, a mis hermanos y a Mily por el incondicional apoyo entregado en todos estos largos años de estudio y que estoy segura me seguirán brindando por toda la vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>SUMMARY</b> .....	xiv
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 MARCO TEÓRICO</b> .....	2
1.1.1 Historia de la apicultura en Chile.....	2
1.1.2 Situación actual de la apicultura en Chile.....	3
1.1.3 Definición de miel.....	4
1.1.4 Clasificación de la miel.....	4
1.1.4.1 Según su origen.....	4
1.1.4.1.a Tipo I. Miel de flores.....	4
1.1.4.1.b Tipo II. Miel de mielada.....	5
1.1.4.2 Según el método de extracción utilizado.....	5
1.1.4.1.a Clase A o miel centrifugada.....	5
1.1.4.1.b Clase B o miel de presión.....	5
1.1.4.1.c Clase C o miel sobrecalentada.....	5
1.1.4.3 Otra clasificación.....	5
1.1.4.1.a Miel monofloral.....	5
1.1.4.1.b Miel bifloral.....	5
1.1.4.1.c Miel polifloral.....	6
1.1.5 Composición físico-química de la miel.....	6
1.1.5.1 Composición física.....	6
1.1.5.1.1 Color.....	6
1.1.5.1.2 Sabor y aroma.....	7
1.1.5.1.3 Textura.....	7
1.1.5.1.4 Viscosidad.....	7
1.1.5.1.5 Humedad.....	7
1.1.5.1.6 Actividad de agua.....	7

1.1.5.1.7 Higroscopicidad.....	8
1.1.5.1.8 Conductividad eléctrica.....	8
1.1.5.2 Composición química.....	9
1.1.5.1.1 Carbohidratos.....	11
1.1.5.1.2 Ácidos.....	12
1.1.5.1.3 Enzimas.....	12
1.1.5.1.4 Proteínas y aminoácidos.....	14
1.1.5.1.5 Minerales.....	14
1.1.5.1.6 Vitaminas.....	15
1.1.5.1.7 Hidroximetilfurfural.....	15
1.1.6 Cristalización de la miel.....	16
1.1.6.1 Factores que influyen en la cristalización.....	17
1.1.6.1.1 Comportamiento del azúcar.....	17
1.1.6.1.2 Temperatura.....	18
1.1.6.1.3 Contenido de agua.....	18
1.1.6.1.4 Presencia de sólidos.....	18
1.1.6.1.5 Viscosidad.....	18
1.1.6.2 Tipos de cristalización.....	19
1.1.6.2.1 Cristalización natural.....	19
1.1.6.2.2 Cristalización dirigida.....	19
1.1.6.2.3 Cristalización por mezcla de dos mieles.....	20
1.1.7 Normas de calidad de la miel.....	20
1.1.7.1 Reglamento Sanitario de los Alimentos.....	20
1.1.7.2 Codex Alimentarius.....	21
<b>2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.1 HIPÓTESIS.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1.1 Objetivo general.....	23
2.1.2 Objetivos específicos.....	23

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
<b>3.1 MATERIA PRIMA</b> .....	23
<b>3.2 MÉTODOS</b> .....	23
3.2.1 Análisis físico-químicos a la miel.....	23
3.2.1.1 Humedad y sólidos totales.....	24
3.2.1.2 Sólidos solubles.....	24
3.2.1.3 Peso específico.....	24
3.2.1.4 Acidez libre.....	24
3.2.1.5 Conductividad eléctrica y pH.....	24
3.2.1.6 Actividad de agua (aw).....	24
3.2.1.7 Cenizas.....	25
3.2.1.8 Azúcares reductores.....	25
3.2.1.9 Análisis en laboratorios externos.....	25
3.2.2 Procedimiento: Proceso productivo.....	25
3.2.3 Análisis específicos a la miel crema.....	28
3.2.3.1 Ensayo de color.....	28
3.2.3.2 Determinación instrumental de textura (dureza).....	29
3.2.3.3 Análisis físico-químicos.....	30
3.2.4 Análisis sensorial.....	30
3.2.5 Análisis estadísticos.....	30
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	31
<b>4.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS</b> .....	31
4.1.1 Humedad.....	31
4.1.2 Acidez.....	33
4.1.3 pH.....	34
4.1.4 Actividad de agua (aw).....	35
4.1.5 Azúcares reductores.....	36
4.1.6 Sólidos totales.....	38
4.1.7 Sólidos insolubles.....	39
4.1.8 Peso específico.....	40

4.1.9 Conductividad eléctrica.....	41
4.1.10 Cenizas.....	42
4.1.11 Hidroximetilfurfural (HMF).....	43
4.1.12 Color.....	45
<b>4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS TEXTURALES A LA MIEL CREMA.....</b>	<b>48</b>
4.2.1 Dureza (fuerza de compresión).....	48
<b>4.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....</b>	<b>50</b>
4.3.1 Intensidad de Color.....	51
4.3.2 Homogeneidad (relación miel/cristales).....	51
4.3.3 Untabilidad (consistencia).....	52
4.3.4 Dureza.....	52
4.3.5 Intensidad de Sabor (aroma y gusto).....	52
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Valores de equilibrio para humedad en miel.....	8
<b>Tabla 2</b> Componentes de la miel.....	9
<b>Tabla 3</b> Constituyentes más importantes de la miel.....	10
<b>Tabla 4</b> Principales azúcares presentes en la miel (%).....	12
<b>Tabla 5</b> Contenido de HMF en la miel durante el procesamiento y embalaje.....	16
<b>Tabla 6</b> Tiempo aproximado en el cual la miel forma 30 mg HMF/kg miel.....	16
<b>Tabla 7</b> Parámetros de calidad de la miel según Codex Alimentarius.....	21
<b>Tabla 8</b> Resultados de análisis físico-químicos.....	31
<b>Tabla 9</b> Valores L* a* b* para la miel y miel crema.....	45
<b>Tabla 10</b> Resultados de fuerza de compresión medidos a la miel crema.....	48
<b>Tabla 11</b> Resumen de evaluación sensorial de los parámetros intensidad de color, homogeneidad, untabilidad, dureza e intensidad de sabor a los 3, 6, 8 y 10 meses.....	50

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de bloques para la etapa de estudio preliminar del proceso.....	26
<b>Figuras 2 y 3:</b> Equipo utilizado para la agitación de la miel. Agitador de paletas Heidolph.....	27
<b>Figuras 4 y 5:</b> Paletas utilizadas para la agitación de la miel.....	28
<b>Figura 6</b> Diagrama de espacios de color ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ ).....	29
<b>Figura 7</b> Variación del porcentaje de humedad de la miel crema transcurridos 10 meses.....	32
<b>Figura 8</b> Variación del porcentaje de acidez de la miel crema transcurridos 10 meses.....	34
<b>Figura 9</b> Variación del pH de la miel crema transcurridos 10 meses.....	35
<b>Figura 10</b> Variación de la actividad de agua de la miel crema transcurridos 10 meses.....	36
<b>Figura 11</b> Variación del porcentaje de azúcares reductores en la miel crema transcurridos 10 meses.....	37
<b>Figura 12</b> Variación del porcentaje de sólidos totales de la miel crema transcurridos 10 meses.....	38
<b>Figura 13:</b> Variación del porcentaje de sólidos insolubles de la miel crema transcurridos 10 meses.....	39
<b>Figura 14</b> Variación del peso específico de la miel crema transcurridos 10 meses.....	40
<b>Figura 15</b> Variación de la conductividad eléctrica de la miel crema transcurridos 10 meses.....	41
<b>Figura 16</b> Variación del porcentaje de cenizas de la miel crema transcurridos 10 meses.....	43
<b>Figura 17</b> Variación del contenido de hidroximetilfurfural en la miel crema, transcurridos 10 meses.....	44
<b>Figura 18</b> Variación de $L^*$ (luminosidad) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.....	45

<b>Figura 19</b> Variación de $a^*$ (tono rojo a verde) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.....	46
<b>Figura 20</b> Variación de $b^*$ (tono amarillo a azul) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.....	46
<b>Figura 21</b> Miel crema al tiempo 0.....	47
<b>Figura 22</b> Miel crema al tiempo 10.....	47
<b>Figura 23</b> Variación de la fuerza de compresión de la miel crema transcurridos 10 meses.....	49
<b>Figura 24</b> Variación de los parámetros evaluados sensorialmente a la miel crema a través del tiempo, 10 meses.....	51

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Análisis estadístico a propiedades fisico-químicas entre la miel (materia prima) y la miel crema al tiempo cero.....	59
<b>ANEXO 2</b> Análisis estadístico a propiedades fisico-químicas entre la miel al tiempo cero y al tiempo 10 meses.....	62
<b>ANEXO 3</b> Análisis estadístico a los datos obtenidos de Fuerza de compresión de la miel crema.....	65
<b>ANEXO 4</b> Ficha utilizada por los jueces para evaluar las muestras sensorialmente. Escala lineal no estructurada de 10 cm.....	65
<b>ANEXO 5</b> Análisis estadístico a los atributos evaluados sensorialmente a la miel crema.....	66

## RESUMEN

En Chile, la miel generalmente se comercializa en forma líquida o cristalizada, y se destina principalmente a exportación. El gran inconveniente de la comercialización de la miel líquida en el mercado es que tiende a modificar, con el tiempo, su forma física cristalizándose en fases, lo que provoca el inicio de un proceso de fermentación, además de no ser muy apreciada por los consumidores. Debido a esto, la finalidad de este estudio fue la elaboración de un producto denominado *miel crema*, el que consiste en una miel de cristalización fina que se mantiene estable en el tiempo y permite el uso para untar sin que se derrame el producto, además de mantener las cualidades logradas en el tiempo.

Luego de obtenido el producto se almacenó a 5°C durante 10 meses en envases de polietileno. Se le realizaron análisis físico-químicos a la miel como materia prima y a la miel crema a tiempo cero y 10 meses, para ver la variación en el tiempo. Los análisis realizados fueron los siguientes: humedad, acidez, pH, sólidos totales, sólidos insolubles, cenizas, conductividad eléctrica, peso específico, actividad de agua y azúcares reductores.

Entre la miel como materia prima y miel crema recién elaborada sólo existió diferencia estadísticamente significativa en el peso específico. El resto de los parámetros no tuvieron diferencias significativas. La concentración de hidroximetilfurfural entre las muestras no varió significativamente.

Entre la miel crema a tiempo cero y a tiempo 10 meses se constataron diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 5% en la humedad, sólidos totales y sólidos insolubles. En el resto de parámetros evaluados no hubo diferencia significativa. La concentración de hidroximetilfurfural aumentó en 4,26 mg/kg. La fuerza de compresión aumentó significativamente entre las muestras de 11,5N a 27,4N.

Tanto la miel como la miel crema a tiempo cero y 10 meses, presentaron todos los parámetros, exceptuando los sólidos insolubles, dentro de los estándares establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos del país y al *Codex Alimentarius*.

El análisis sensorial arrojó diferencias estadísticamente significativas al 5% para los atributos evaluados, oscurecimiento del color, percepción mayor de los cristales en la

homogeneidad, aumento de la untabilidad, endurecimiento del producto y aumento de la intensidad de sabor, entre los tiempos estudiados 3, 6, 8 y 10 meses.

## SUMMARY

### Development of Honey Cream (*Apis Mellífera*) by Induced Crystallization Method and Evaluation of Textural Properties

In Chile, honey is usually sold as liquid or crystallized form, and is intended mainly for export. The major drawback of the marketing of liquid honey is that it tends to change over time, its physical form crystallized in phases, causing the start of a fermentation process, besides not being very appreciated by consumers. Because of this, the purpose of this study was the development of a product called *honey cream*, which is a fine crystallized honey that is stable over time and allows the use to spread without spilling product, while maintaining the qualities achieved in time.

After obtained the product was stored at 5°C for 10 months packaged in polyethylene. The honey and honey cream was subjected to physical-chemical analysis at time zero and 10 months to see the changes along time. Analyses performed were: moisture, acidity, pH, total solids, insoluble solids, ash, electrical conductivity, specific weight, water activity and reducing sugars.

Between honey and honey cream freshly made only statistically significant difference was detected in specific weight. The other parameters did not differ significantly. The hydroxymethylfurfural concentration in the samples did not change significantly.

Between the honey cream at time zero and at time 10 months were found statistically significant at a significance level of 5% in the moisture, total solids and insoluble solids. In the other parameters evaluated there was no significant difference. Hydroxymethylfurfural concentration increased by 4,26mg/kg. The compressive strength increased significantly between the samples from of 11,5N to 27,4N.

Honey as well as honey cream at time zero and 10 months, had all parameters, except soluble solids, within the standards established by the Food Health Regulations in the country and the *Codex Alimentarius*.

The sensory analysis showed statistically significant differences at 5% for evaluated attributes, darkening of color, greater perception of the crystals in the homogeneity, increased spreadability, hardness of the product and increase the intensity of flavor, between the times studied 3, 6, 8 and 10 months.

## 1. INTRODUCCIÓN

La miel de abejas es un alimento que se ha consumido desde tiempos inmemoriales. Es una mezcla compleja constituida principalmente por agua, azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, azúcares superiores), ácido glucónico, lactona, compuestos nitrogenados, minerales y algunas vitaminas (Valega, 2009).

Según el Codex Alimentarius, se define como miel a la sustancia dulce, sin fermentar producida por las abejas a partir de néctar de flores y de secreciones de partes vivas de las plantas, la cual es recolectada, transformada y combinada con sustancias específicas, además es almacenada y madurada en un panal. La miel no debe presentar objeciones en cuanto al sabor, aroma o contaminación absorbida por causas ajenas durante el procesamiento y almacenamiento y no debe contener toxinas de plantas en cantidad que pueda constituir un peligro para la salud. Se señala también que la miel puede ser definida como una sustancia producida por abejas y por algunos insectos, desde néctar o mielada, que es recolectada desde plantas vivas, la cual es transformada por la evaporación del agua y por la acción de enzimas que ellas mismas secretan (FAO/WHO, 1992).

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos, la denominación de “miel” o “miel de abeja” o “miel virgen”, está exclusivamente reservada para el producto natural elaborado por la abeja *Apis mellífera*, a partir del néctar de las flores y exudado de plantas aromáticas (RSA, 2010).

En Chile, la miel generalmente se comercializa en forma líquida o cristalizada, y se destina principalmente a exportación. La miel líquida es aquella (en estado líquido), libre de cristales, lista para el consumo directo. Mientras que la miel cristalizada es aquella solidificada como consecuencia de la cristalización de la glucosa, natural o inducida (Manrique y Párraga, 1995).

El gran inconveniente de la comercialización de la miel líquida en el mercado es que tiende a modificar, con el tiempo, su forma física cristalizándose en fases, lo que provoca el inicio de un proceso de fermentación, además de no ser muy apreciada por los consumidores. Por lo tanto, hay que encontrar los medios para mantener bajo control la cristalización-granulación de las mieles (PROAPIS, 2009).

Aunque la miel de Chile represente sólo el 1% del volumen transado en el mercado internacional, para los productores nacionales es muy importante mantener e incrementar su presencia en este mercado, ya que el consumo interno de miel es muy bajo, y anualmente se exporta cerca de un 80% de la producción nacional (Figuroa y cols., 2005).

El país no está aprovechando en la medida de sus posibilidades otros productos de la apicultura, así como tampoco se está aprovechando en su real dimensión el aporte de las abejas en la polinización de cultivos, ampliamente valorada en otros países (PROAPIS, 2009). Debido a esto, los productores de miel buscan otras opciones para poder comercializarla, e incentivar el consumo nacional, así entonces, algunos han pensado en la elaboración de un producto denominado *miel crema*, el que consiste en una miel de cristalización fina (inducida o dirigida) que se mantiene estable en el tiempo y permite el uso para untar sin que se derrame el producto, además de mantener las cualidades logradas en el tiempo. Este producto se realiza mediante cristalización controlada, la cual otorga al producto fineza y una suave consistencia (Manrique y Párraga, 1995).

Teniendo la textura de la mantequilla, la miel finamente granulada permite que sea un alimento para untar excepcional. De hecho, en todo el mundo, la *miel cremada* es más consumida que la miel líquida. Para producir cristales finos, muchas semillas o núcleos de cristales (sólidos) deben estar presentes en la miel (APICULTURA, 2009).

## **1.1 MARCO TEÓRICO**

### **1.1.1 HISTORIA DE LA APICULTURA EN CHILE**

Antes de la llegada de la Varroasis, la apicultura chilena se sustentaba en los tenedores de abejas en colmenas rústicas, las que representaban un 75 %.

La Varroasis es una enfermedad causada por un ácaro parásito que afecta a las abejas en todos sus estadios de desarrollo alimentándose de su hemolinfa, actualmente representa un grave problema en la apicultura mundial, en la que provoca masivas pérdidas, ya sea por mermas en los rendimientos individuales, o por mortalidad de colmenas (Apinetla, 2009).

Al llegar la Varroasis en el año 1992, se produce una pérdida superior al 50 % de las colmenas, en su mayoría rústicas. Actualmente, desde la X Región al norte, no existen zonas libres de Varroa (PROAPIS, 2009).

### **1.1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA APICULTURA EN CHILE**

Chile es oferente de miel de una buena calidad promedio (medida por sus características organolépticas, por los niveles de actividad enzimática, hidroximetilfurfural y humedad), pero compite en la franja de menores precios, que incluye venta de miel como materia prima a granel, sin tipificación ni control de calidad (PROAPIS, 2009).

En el año 2004, la producción mundial de miel fue de un millón trescientas seis mil toneladas, de las cuales el 21% fue producido por China, país que mantiene su indiscutible liderazgo mundial en este rubro. La siguen Estados Unidos, Argentina y Turquía, con sólo 6% de aporte cada uno. Como se observa en el Gráfico 2, la producción de miel está distribuida en un gran número de países, entre ellos Chile, que contribuye con 0,8% de la miel mundial (aproximadamente 10 mil toneladas) (Danty, 2005).

Las exportaciones chilenas de miel durante este primer cuatrimestre del año 2005, alcanzan un volumen de 3.657 toneladas netas por un monto de US \$5.234.389 FOB. Estas cifras representan un aumento de un 71 % en volumen y una disminución de un 7.5 % en el monto total, el precio medio de la miel a granel fue de US \$ 1.37 FOB por kilo neto. Este precio medio es muy similar al obtenido en el período previo a las sanciones impuestas a Argentina y China por Europa y EEUU durante el año 2002.

Las exportaciones chilenas de miel durante este primer cuatrimestre del año 2005, alcanzan un volumen de 3.657 toneladas netas por un monto de US \$5.234.389 FOB. Estas cifras representan un aumento de un 71 % en volumen y una disminución de un 7.5 % en el monto total, el precio medio de la miel a granel fue de US \$ 1.37 FOB por kilo neto. Este precio medio es muy similar al obtenido en el período previo a las sanciones impuestas a Argentina y China por Europa y EEUU durante el año 2002 (AGEM, 2006).

### **1.1.3 DEFINICIÓN DE MIEL**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO, 2001), se entenderá por miel la sustancia dulce natural producida por las abejas obreras, a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las flores o presentes en ellas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en los panales para que madure.

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos del Ministerio de Salud de Chile, 2010 Artículo 393, párrafo III: la denominación de “miel”, o “miel de abeja” o “miel virgen”, está sólo y exclusivamente reservada para designar el producto natural elaborado por la abeja *Apis mellífera*, con el néctar de las flores y exudados de plantas aromáticas (RSA, 2010).

“La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellífera* a partir del néctar de plantas o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de plantas, que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en colmenas para que madure”, es la definición para miel que de acuerdo a la directiva 2001/110/CE de la Comunidad Europea, establece el Real Decreto 1049/2003 mediante el que se aprueba la norma de calidad relativa a la miel en España (BOE 186, 2003).

### **1.1.4 CLASIFICACIÓN DE LA MIEL**

Según Norma Chilena 616 E Of.68 (CHILE-INN, 1968), y FAO/WHO (2001), la miel de abejas se puede clasificar:

**1.1.4.1 Según su origen:** La miel se clasifica en dos tipos:

1.1.4.1.a Tipo I. Miel de flores: La miel que procede principalmente del néctar de flores; su color varía casi de incoloro a amarillo y pardo amarillento y posee un contenido de azúcar invertido superior o igual a 70%.

1.1.4.1.b Tipo II. Miel de mielada: La miel que procede principalmente de plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas; de color variable entre pardo claro y casi negro, tiene un olor resinoso particular y el contenido de azúcar es igual o superior a 60%.

**1.1.4.2 Según el método de extracción utilizado:** La miel se clasifica en tres clases:

1.1.4.2.a Clase A o miel centrifugada: Producto que se obtiene por centrifugación de los panales no incubados.

1.1.4.2.b Clase B o miel de presión: Producto que se obtiene por compresión de los panales no incubados.

1.1.4.2.c Clase C o miel sobrecalentada: Producto que se ha calentado a una temperatura superior a 45°C para su extracción.

**1.1.4.3 Otra Clasificación:** De acuerdo a la Norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), para la denominación de origen botánico mediante ensayo 5 melisopalínológico, la miel se puede tipificar, de acuerdo a la flora melífera usada por la abeja para obtener néctar y polen, en los tipos:

1.1.4.3.a Miel Monofloral: es aquella en la que al menos el 45% del total de sus granos de polen corresponden a una misma especie vegetal, denominándose como miel monofloral de la especie dominante en su fracción polínica.

1.1.4.3.b Miel Bifloral: es aquella en cuya composición se encuentren presentes significativamente polen de dos especies de plantas, alcanzando en su conjunto un valor mínimo de 50%, y en que ambas especies presenten un porcentaje que no difiere del 5% entre ellos.

1.1.4.3.c Miel Polifloral: es aquella en cuya composición se encuentren en forma significativa granos de polen de tres o más especies vegetales, sin que ninguna de ellas alcance un porcentaje mayor o igual al 45%.

### **1.1.5 COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LA MIEL**

Desde el punto de vista físico, la miel es extraída del panal como dispersión acuosa, que cubre un amplio rango de tamaño de partículas, de iones inorgánicos y sacáridos y otros minerales asociados a compuestos orgánicos en solución verdadera y macromoléculas dispersables coloidalmente, como proteínas y polisacáridos, esporas de hongos y levaduras, partículas mayores y granos de polen (Molina 1988, citado por Soto 2008).

**1.1.5.1 Composición física:** A cada especie de planta productora de néctar, de la cual las abejas recolectan, le corresponde una miel distinta, tanto en lo que concierne al aroma como al color, ambos debido a diferencias en la composición química del néctar original. Pueden existir también algunas diferencias producidas por el tipo de suelo y el volumen de la secreción de néctar (Langridge 1972, citado por Soto, 2008).

1.1.5.1.1 Color: Es una propiedad óptica de la miel, así como también el resultado de los diferentes grados de absorción de luz de diferentes longitudes de onda, por los constituyentes de la miel (White, 1975).

Según Lozano et. al. (1994), citado por Soto (2008), el color de la miel está relacionado con la parte floral y se debe a la naturaleza química del néctar, en cuanto a los componentes menores tales como los minerales (hierro, cobre y manganeso), las dextrinas y la materia nitrogenada. El color también varía con el contenido de agua (Neira 1997, citado por Soto, 2008).

1.1.5.1.2 Sabor y aroma: Algunas de las sustancias que dan a la miel su aroma son comunes para todas las mieles, sin embargo otras son derivadas de plantas específicas y se da sólo en las mieles de dichas plantas. El sabor es producido por un número de

componentes que actúan en conjunto, lo que a su vez está unido con el aroma (Crane, 1990).

1.1.5.1.3 Textura: Este atributo se refiere al estado y tipo de cristalización. La miel puede cristalizar de forma natural, o bien después de haberse fundido formando aglomeraciones de cristales que precipitan (Peris, 1990).

1.1.5.1.4 Viscosidad: Esta característica que posee la miel es debido a la gran concentración de azúcares. Una miel en condiciones de humedad, entre el 17 y 18% y con temperaturas de 10°C por ejemplo, tiene una gran dificultad para circular por tuberías. Pero si esta miel es calentada, mientras mayor es la temperatura menor es la viscosidad, por eso al llegar a temperaturas entre los 71 a 73°C la viscosidad de la miel disminuye de tal forma que se asemeja al agua, permitiendo un fácil desplazamiento por las tuberías (Cornejo 1988, citado por Haro, 2004)

Según Root (1976), se denomina “cuerpo” de la miel a la consistencia o lentitud con la que fluye la miel en un recipiente cualquiera. Cuando una miel es espesa, de buen cuerpo, se dice que tiene una viscosidad elevada, mientras que al fluir con facilidad como el agua, es porque que tiene poca viscosidad. La viscosidad de la miel depende considerablemente de la temperatura y, como se sabe, a mayor temperatura la miel tendrá mayor fluidez y menor viscosidad.

1.1.5.1.5 Humedad: El grado de humedad mide el porcentaje de agua de una determinada miel (Gómez, 1996).

El contenido de humedad es una de las características más importantes de la miel, tiene una gran influencia en la calidad del almacenamiento (Graham 1993, citado por Soto, 2008).

1.1.5.1.6 Actividad de agua (aw). Desde el punto de vista de las propiedades coligativas y dependiendo de la composición de la miel, ha de considerarse el papel que juega el concepto de actividad de agua en los fenómenos de cristalización y nucleación. El incremento de solutos en solución hace decrecer su punto de congelación y eleva el

punto de ebullición elevando la presión osmótica, fenómeno que permite explicar la adsorción del agua en materiales porosos y en presencia de agentes higroscópicos como la miel (Comisión Internacional de la miel 2001, citado por Haro, 2004).

1.1.5.1.7 Higroscopicidad: La fructosa es muy higroscópica y a temperatura ambiente la tasa de absorción de agua aumenta rápidamente cuando la humedad relativa del aire sobrepasa el 60%. Tanto la glucosa como la sacarosa, no tienen esta capacidad de captar o ceder agua del medio ambiente, como lo tiene la fructosa, ya que no son higroscópicas (Crane, 1990).

Según González (1990), citado por Haro (2004), si la miel está en un ambiente que tiene un 60% de humedad relativa o superior, habrá una absorción de agua desde la superficie de la miel, para irse profundizando hasta que los fenómenos de fermentación se hagan presentes.

Cornejo (1988), citado por Haro (2004), señala que la miel puede absorber o ceder humedad, ya que está estrechamente relacionada con la humedad relativa del ambiente en que se deposita. Existen valores de equilibrio en los cuales la miel no gana ni pierde humedad.

**Tabla 1:** Valores de equilibrio para humedad en miel.

(%) agua en la miel	Punto de equilibrio en (%) (HR)
16,1	52
17,1	58
21,5	66
28,9	76
33,9	81

Fuente: Cornejo (1988), citado por Haro (2004).

1.1.5.1.8 Conductividad eléctrica: Esta propiedad se manifiesta en la forma en que la miel conduce la corriente eléctrica, y se debe al contenido de sales minerales. Varía con el origen botánico de la miel y el contenido de sales minerales (Cornejo, 1988, citado por Haro, 2004).

**1.1.5.2 Composición química:** Según Arriagada (1992), citado por Pozas (2000), la composición de la miel está influenciada por diversos factores: como la fuente floral, las condiciones climáticas, tipos de suelo, etc.

Según Bianchi (1990), el comportamiento químico de la miel se debe particularmente a la glucosa y fructosa. Los constituyentes menores, tales como los compuestos del sabor, pigmentos coloreados, ácidos, etc, participan en gran parte de las diferencias entre las distintas mieles.

La miel es una sustancia formada principalmente por fructosa y glucosa, pero además es una maravillosa fuente de minerales y vitaminas (SAGPyA, 2009).

**Tabla 2:** Componentes de la miel.

Compuesto	Porcentaje
Hidratos de carbono	75 – 80
Proteínas	Hasta 0,40
Sustancias Minerales	Hasta 1%: Potasio, calcio, sodio, magnesio, silicio, hierro, fósforo, etc
Oligoelementos	Zinc, molibdeno, yodo, etc.
Vitaminas	B2, ácido pantoténico, niacina, tiamina, B6, C, K, ácido fólico, biotina.

Fuente: SAGPyA (2009).

La composición química promedio de la miel, se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3:** Constituyentes más importantes de la miel.

<b>Nutriente</b>	<b>Cantidad Promedio por 100 g.</b>
Agua	17,1 g
Carbohidratos Totales	82,4 g
Fructosa (Levulosa)	38,5 g
Glucosa (Dextrosa)	31,0 g
Maltosa	7,2 g
Sacarosa	1,5 g
Proteínas y aminoácidos	0,5 g
<b><i>Vitaminas</i></b>	
Tiamina	<0,01 g
Riboflavina	<0,3 g
Niacina	<0,3 g
Ácido Pantoténico	<0,25 g
Vitamina B6	<0,002 g
Ácido Fólico	<0,01 g
Vitamina C	0,5 g
<b><i>Minerales</i></b>	
Calcio	4,8 mg
Hierro	0,25 mg
Zinc	0,15 mg
Potasio	50,0 mg
Fósforo	5,0 mg
Magnesio	2,0 mg
Selenio	0,01 mg
Cobre	0,05 mg
Cromo	0,02 mg
Manganeso	0,15 mg
<b><i>Enzimas Reacción sobre:</i></b>	
Invertasa	Sacarosa

Glucosa-oxidasa	Glucosa
Diastasa	Azúcar
Catalasa	Peróxido de hidrógeno
<b>Microorganismos</b>	<b>Toxina producida:</b>
<i>Clostridium botulinum</i>	A, B, C1, C2, D, E, F, G
<i>C. butyricum</i>	E
<i>C. barati</i>	F
<b>Características físicas</b>	<b>Valor/Rango:</b>
Calor específico	0,54-0,60 cal/g/°C (para miel líquida) 0,73 cal/g/°C (para miel cristalizada)
Punto congelación	-1,42 a -1,53°C (15% solución de miel) -5,8°C (68% solución de miel)
Gravedad específica (a 20°C)	1,4350 (15% H <sub>2</sub> O) 1,4171 (18% H <sub>2</sub> O)
Índice de refracción (a 20°C)	1,4966 (16% H <sub>2</sub> O) 1,4927 (17,5% H <sub>2</sub> O) 1,4900 (18,6% H <sub>2</sub> O)
Actividad de agua (rango 4 a 37°C)	0,5 (16% H <sub>2</sub> O) 0,6 (18,3% H <sub>2</sub> O)
pH	3,9
Color	Blanco agua (<8 mm escala Pfund) a ámbar oscuro (>114 mm escala Pfund)
Aroma y sabor	Dulce, clavo de olor, canela, pálida, perfume floral, anís, melaza de ciruela, penetrante, limón, químico/medicinal.

Fuente: Adaptado de Arvanitoyannis *et al.* (2005), citado por Soto (2008).

1.1.5.2.1 Carbohidratos: Según Fusero *et al.* (1992), los azúcares son responsables del sabor dulce, de la resistencia al crecimiento microbiano y de la formación de hidroximetilfurfural (HMF). Lo que concuerda en parte con Gómez (1996), quien señala

que además de otorgar el sabor dulce, éste no es igual para todas las mieles, ya que no todas tienen la misma composición de azúcares.

La miel se compone de diferentes azúcares, especialmente fructosa y glucosa. Puede contener sacarosa, maltosa, melicitosa y otros oligosacáridos (García *et al.*, 1986, citado por Soto, 2008).

Según White y Doner (1980), citados por Fritsch (2000), la miel es casi en su totalidad carbohidratos, donde 95 a 99,9% de los sólidos son azúcares, y son clasificados por tamaño y complejidad de sus moléculas. Dextrosa (glucosa) y levulosa (fructosa), son los principales azúcares de la miel (Tabla 4), son de composición simple o monosacáridos, y son las unidades con las cuales se construyen azúcares más complejos. Dextrosa y levulosa suman alrededor del 85% de los sólidos de la miel.

**Tabla 4:** Principales azúcares presentes en la miel (%)

Componente	Promedio	Rango
Fructosa (levulosa)	38,2	27,2 - 44,3
Glucosa (dextrosa)	31,3	22,0 - 40,7
Maltosa y otros disacáridos superiores	7,31	2,7 - 16,2
Azúcares superiores	1,5	0,1 - 8,5

Fuente: Cornejo (1988), citado por Pozas (2000).

1.1.5.2.2 Ácidos: La acidez de la miel se valora en unidades de reacción química, cantidad de ácido en una cierta cantidad de miel que está disponible para reaccionar: mili-equivalentes de ácido glucónico por kilo de miel. Este ácido proviene de la transformación de la glucosa (Gómez, 1996).

Los principales ácidos orgánicos volátiles presentes en la miel son el ácido acético, el ácido fórmico y el ácido valérico, y los no volátiles más importantes son el ácido glucónico, el ácido málico, el maleico y el ácido cítrico (Kim *et al.* 1991, citado por Soto, 2008).

1.1.5.2.3 Enzimas: Las enzimas están entre los más interesantes e importantes componentes de la miel, no porque ellos tengan un significado nutricional en la dieta

humana, sino porque ellas juegan una parte vital en la transformación a miel a partir del néctar de las plantas. Las enzimas son sensibles al calor y un nivel extra-bajo puede indicar que la miel ha sido sobrecalentada (Crane; 1990).

Las enzimas son aportadas por las abejas, cuando traspasan la miel de su buche a las celdillas. Una miel tendrá más enzimas si ha sido producida en una floración lenta, que permita que muchas abejas realicen trofalaxis (mecanismo por el cual las abejas se alimentan unas a otras mediante su boca) de esa miel para su maduración. Las enzimas, entre otras cosas, conceden un carácter antiséptico a la miel, ya que una de ellas, la catalasa, transforma la glucosa en ácido glucónico liberando agua oxigenada o peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (Gómez, 1996).

Las enzimas más importantes, desde el punto de vista alimentario, son: invertasa, glucosa-oxidasa y  $\alpha$  y  $\beta$  amilasas. La catalasa y fosfatasa ácida también se encuentran presentes en la miel (García *et al.*, 1986).

a. *Invertasa*: Esta enzima actúa sobre la sacarosa del néctar, produciendo seis oligosacáridos todos los cuales eventualmente son hidrolizados a glucosa y fructosa principalmente, y maltosa en pequeñas cantidades (García *et al.*, 1986). Investigaciones han demostrado que en mieles calentadas, la invertasa es destruida más rápidamente que la diastasa, por lo cual la actividad de esta enzima sería mejor indicador de la calidad de la miel que la actividad de la diastasa (Huidobro 1995, citado por Pozas, 2000).

Según García *et al.* (1986), la actividad de la invertasa desaparece rápidamente entre los 55°C y 65°C, iniciándose su inactividad a los 40°C luego de 10 minutos de exposición al calor.

b. *Diastasa* ( $\alpha$ - y  $\beta$ -amilasa): Según Gothe (1914), citado por Crane (1990), su relevancia principal es que es muy sensible al calentamiento. Bajos niveles de diastasa en la miel pueden ser usados como un indicador de que la miel ha sido sobrecalentada.

c. *Glucosidasa*: La  $\alpha$ -glucosidasa es la enzima que la abeja adiciona al néctar para transformar la sacarosa a glucosa y fructosa, paso vital en la transformación del néctar a miel (Serra *et al.*, 2000, citado por Soto, 2008).

Esta enzima presenta actividad solo en miel diluida o “inmadura” y es más activa cuando la concentración de azúcar es entre 25-30%. La actividad del sistema de glucosa oxidasa se ve disminuida a medida que aumenta la concentración de azúcar durante el proceso de transformación del néctar en miel, desapareciendo por completo cuando todo el néctar ha sido transformado (Crane, 1990).

Según White (1975), esta enzima se origina en la glándula hipofaríngea de la abeja. Se ha encontrado glucosidasa en la glándula hipofaríngea de las abejas, como asimismo en la miel, por lo que se piensa que su origen reside en la abeja (García *et al.*, 1986).

Esta enzima, como resultado de su acción sobre la glucosa en presencia de oxígeno, produce ácido glucónico y peróxido de hidrógeno; este último sería responsable de la inhibina o actividad antibiótica atribuida desde hace mucho tiempo a la miel (García *et al.*, 1986).

1.1.5.2.4 Proteínas y aminoácidos: El contenido de proteínas en la miel es muy poco significativo, inferior a un 0,25% (García *et al.*, 1986). Boettcher (1998), citado por Soto (2008), señala que en relación a proteínas se han encontrado albúminas, proteasas y peptonas.

La cantidad de aminoácidos presentes en la miel es bastante reducida como para ser considerada de valor nutritivo, sin embargo tiene la ventaja de ser directamente asimilable, sin necesidad de sufrir ningún proceso digestivo (Crane, 1990). García *et al.* (1986) señalan que se han identificado 17 aminoácidos cuya presencia es relativamente constante para todos los tipos de mieles estudiadas, siendo los predominantes prolina y fenilalanina.

1.1.5.2.5 Minerales (Cenizas): El residuo inorgánico no volátil después de la ignición de la miel es llamado cenizas, y sus componentes separados como minerales (Crane;

1990). El contenido de cenizas de una miel en promedio es de 0,17% de su peso, pero varía ampliamente, desde 0,02 a sobre 1% (White, 1975).

Según Crane (1990), los minerales se originan en el suelo y son llevados a la miel a través de las plantas y de los materiales que las abejas colectan desde ellas. Se ha identificado la presencia de varios minerales y elementos traza, entre otros, hierro, cobre, manganeso y silicio. Estos elementos se encuentran en las cenizas de la miel cuyo tenor varía entre 0,065% y 0,4% (García *et al.*, 1986).

1.1.5.2.6 Vitaminas: Algunos estudios han determinado la presencia de riboflavina (vit. B<sub>2</sub>), ácido pantoténico (vit. B<sub>5</sub>), niacina (vit. B<sub>3</sub>), tiamina (vit. B<sub>1</sub>), piridoxina (vit. B<sub>6</sub>) y ácido ascórbico (vit. C) en la miel (Molina 1988, citado por Haro, 2004).

White (1975), comenta que en ciertas mieles se ha encontrado cantidades bajas y sumamente variables de ácido nicotínico, responsabilizando de ello a la fuente floral y al contenido de polen que posee la miel.

Según Molina (1990), citado por Haro (2004), la destrucción de vitaminas se ve facilitada durante el almacenamiento por el pH ácido que posee la miel, siendo el ácido pantoténico el más afectado.

Las vitaminas provienen del néctar y polen, existen en muy pequeñas cantidades, y siempre dependiendo del origen floral de la miel. La B y la C están mejor representadas y en mayor cantidad encontramos la A, D y K. (D.O Miel Villuercas – Ibores, 2009).

1.1.5.2.7 Hidroximetilfurfural (HMF): Este compuesto se forma por la acción del calor sobre la glucosa y especialmente sobre la fructosa. El proceso involucra la pérdida de dos moléculas de agua desde la fructosa y por tanto un nuevo ordenamiento de ésta (Cornejo 1993, citado por Soto, 2008).

Según Gómez (1996) el contenido de HMF y la actividad diastásica, determinan el grado de frescura de una miel. Está demostrado que a temperatura ambiente el contenido de HMF aumenta espontáneamente con el transcurso del tiempo, con un incremento aparente medio mensual de 1,7 mg/kg de miel y que la magnitud de dicho aumento varía notablemente según ocurra en zonas frías o cálidas (Fusero *et al.*, 1992).

**Tabla 5:** Contenido de HMF en miel durante el procesamiento y embalaje.

Proceso	HMF (mg/kg)
Extracción de miel	3,5
Después de derretir la miel	6,3
Después de 15 horas puesta en el recipiente	9,1
Inmediatamente luego de envasar	9,4
Embalado y almacenado 9 días	13,0
Después de un año de almacenaje	34,1
Incremento durante el proceso	9,5

Fuente: White (1994).

**Tabla 6:** Tiempo aproximado en el cual una miel forma 30 mg HMF/kg miel.

Temperatura (°C)	Tiempo
30	150 – 200 días
40	20 – 50 días
50	4,5 – 9 días
60	1 – 2,5 días
70	5 – 14 horas

Fuente: González (1990).

### 1.1.6 CRISTALIZACIÓN DE LA MIEL

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).

La cristalización de la miel consiste en la cristalización de la glucosa monohidratada con un 10% de agua, que engloba los demás componentes en la estructura cristalina, lo que da lugar a que la miel se transforme en una masa granujienta, tanto más cohesionada y por lo tanto más estable, cuanto menor sea el contenido de agua y mayor sea la proporción de glucosa (Peris, 1990).

Según Crane (1990), si al almacenar una miel a temperaturas mucho más bajas que la de la colmena, algún azúcar cristaliza, la miel se presentará granulada. De acuerdo a la naturaleza de la miel, la cristalización puede ocurrir en días, meses o años. La duración de este período es importante para los apicultores, compradores y vendedores de miel. Esto depende ampliamente de las cantidades relativas de los principales azúcares de la miel, lo cual es dependiente de la composición de azúcar del néctar / mielada involucrada.

Según Gómez (1997), en el proceso de cristalización, parte del agua que rodea las moléculas de azúcares queda liberada al agruparse éstas entre sí, por lo cual si la temperatura es muy alta y la miel presenta una humedad por encima de 18% puede formarse una capa líquida en la sección superior del envase, por lo que el riesgo de fermentación es bastante elevado.

**1.1.6.1 Factores que influyen en la cristalización:** Según Jean-Prost (1995), 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.

A continuación se describen factores importantes en la cristalización de la miel, de los cuales va a depender el aumento o no de la proporción de cristales, así como las características que ellos tendrán.

**1.1.6.1.1 Comportamiento del azúcar:** Según Gómez (1997), 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.

La velocidad de cristalización, forma, tamaño y densidad de los núcleos, varían con la composición de la miel y la temperatura ambiental. Se definen como núcleos de cristalización los microcristales de glucosa de distintos tamaños distribuidos en la miel, detectables mediante polariscopio. El núcleo y tamaño de los mismos determina el tipo y facilidad de cristalización, siendo la composición de los azúcares una de las variables de mayor importancia en el proceso (Serra, 1989).

1.1.6.1.2 Temperatura: A medida que la temperatura es mayor, la solubilidad del azúcar aumenta y la tendencia a la cristalización disminuye. A bajas temperaturas la solubilidad del azúcar baja, con un aumento simultáneo de la viscosidad. Mientras más viscosa sea una solución, menos cristales desarrollará. La temperatura óptima para la cristalización de la miel es 14 – 15°C, donde se aprecia una cristalización rápida, formándose cristales relativamente finos. Con temperaturas más altas la velocidad de cristalización es más baja y los cristales formados son más toscos (Bogdanov, 1987).

1.1.6.1.3 Contenido de agua: Según Bogdanov (1987), el contenido de la miel se encuentra entre 14 y 19%, siendo el rango entre 15 – 18% el óptimo para la cristalización. Cuando una miel presenta altos contenidos de agua, se impide la formación de cristales debido a la pequeña cantidad de azúcar; para contenidos de agua más bajos, la pequeña tendencia a la cristalización se debe a la alta viscosidad de la miel.

1.1.6.1.4 Presencia de sólidos: La presencia de partículas sólidas, que se genera por la falta de limpieza, favorece la velocidad de cristalización debido a que estas partículas actúan como núcleos de cristalización, alrededor de los cuales se aglutinan las moléculas de azúcar. Los tipos de colmenas utilizadas por el apicultor pueden tener una relativa importancia, ya que algunas colmenas pueden tener mayor contenido de sólidos, como polen, lo que aceleraría el proceso de cristalización de la miel. En estos casos es importante filtrar adecuadamente la miel (Gómez, 1997).

Según Root (1976), la presencia de sustancias no azucaradas como sales, ácidos, dextrinas, proteínas y otras, puede influir sobre la cristalización, aumentando o disminuyendo la solubilidad de la glucosa, con un aumento de la viscosidad de la miel, o depositándose sobre la superficie de los cristales e impidiendo de este modo un engrosamiento regular.

1.1.6.1.5 Viscosidad: La viscosidad de la miel actúa retrasando la granulación. La viscosidad es tanto mayor, cuanto menor sea el contenido de agua y mayor sea la riqueza en coloides, a una misma temperatura. Esta es la finalidad (retrasar la

granulación) de la adición a la miel de sustancias que aumentan su viscosidad, lo que está prohibido por las normas (Peris, 1990).

**1.1.6.2 Tipos de cristalización:** La miel cristaliza naturalmente dependiendo de los diversos factores mencionados antes. 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, citado por Parada, 2003).

1.1.6.2.1 **Cristalización natural:** La cristalización de la miel responde a un proceso natural, influenciado por la presencia de pequeños corpúsculos que se hallan en suspensión en la miel, como levaduras, granos de polen, restos de cera, corpúsculos de polvo, etc. Pero se puede señalar que la formación de cristales responde a un proceso natural de la miel, que se acelera cuando la temperatura se estabiliza en niveles de 13 – 14°C. Estas temperaturas son normales en otoño, por eso se puede observar que la miel cosechada en verano (Enero – Febrero) se mantendrá naturalmente en estado líquido, hasta que aparezcan pequeños puntos opalescentes que luego se van degradando, hasta alcanzar a toda la masa de miel; esta cristalización puede estar integrada por cristales gruesos y una amplia gama de tamaños (Cornejo 1988, citado por Parada, 2003).

1.1.6.2.2 **Cristalización dirigida:** Si la miel es perfectamente filtrada y se le agrega miel finamente cristalizada, se logra inducir la cristalización conformando cristales finos; esta miel luego de un tiempo de ser sometida a temperaturas adecuadas (13 - 14°C) brinda un producto que en 8 – 10 días puede ser comercializado bajo el nombre de miel crema (Cornejo 1988, citado por Parada, 2003).

Según Gómez (1997), la elaboración de miel crema implica una cristalización dirigida hacia un tamaño de cristales muy pequeños. El proceso, llamado Método Dyce, consiste en calentar la miel para fluidificarla y fundir todos los cristales y microcristales que pueda tener, después se filtra y se inocula con una miel ya cristalizada con un tamaño de cristales deseado. Se homogeneiza a baja temperatura, no más de 27°C, para favorecer la dispersión de los núcleos añadidos y asegurar que la inducción sea

global. Finalmente se envasa y se almacena esta mezcla a 14°C, lo cual favorecerá la lenta formación de los cristales.

1.1.6.2.3 **Cristalización por mezcla de dos mieles:** Es un método para cristalizar mieles sin un origen determinado, en este caso se trata de elegir una miel bien cristalizada susceptible a endurecerse, con un alto contenido de glucosa y una miel con baja tendencia a la cristalización, utilizando proporciones de un 30% como mínimo de una u otra (Gonnet 1994, citado por Haro, 2004).

### **1.1.7 NORMAS DE CALIDAD DE LA MIEL**

A continuación se presentan los parámetros establecidos en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile y también los que establece el *Codex Alimentarius*, el cual es aceptado en todo el mundo como parámetro internacional.

**1.1.7.1 Reglamento Sanitario de los Alimentos:** Según al artículo N°394 del Reglamento Sanitario de los Alimentos del Ministerio de Salud de Chile de 2010, la miel debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- a) contener como máximo 18% de agua, 5% de sacarosa, 8% de dextrina, 0,8% de cenizas, 0,2% de acidez expresada en ácido fórmico y 40 mg/kg de hidroximetilfurfural y contener como mínimo 70% de azúcares invertidos y una actividad diastásica de 8 en la escala de Goethe. Su peso específico deberá estar comprendido entre 1,400 y 1,600 a 20°C;
- b) no contener polen, cera u otras materias insolubles en agua, en proporción superior al 1%, calculado en base seca;
- c) no contener azúcar invertido artificial, insectos, sus fragmentos o sus estados evolutivos, pelos de animales ni sustancias extrañas a su composición natural, tales como edulcorantes naturales o artificiales, materias aromáticas, almidón, goma, gelatina, sustancias preservadoras y colorantes;
- d) no estar fermentada ni caramelizada y estar exenta de hongos visibles.

**1.1.7.2 Codex Alimentarius:** La miel no deberá tener ningún sabor, aroma o contaminación inaceptable que haya sido absorbido de una materia extraña durante su elaboración y almacenamiento. La miel no deberá haber comenzado a fermentar o producir efervescencia. No deberá calentarse la miel en medida tal que se menoscaben su composición y calidad esenciales (FAO/WHO, 2001).

**Tabla 7:** Parámetros de calidad de la miel según Codex Alimentarius.

<b>a) Contenido de humedad</b>	
Mieles no indicadas a continuación:	no más del 20%
Miel de brechina ( <i>Calluna</i> sp.)	no más del 23%
<b>b) Contenido de azúcares</b>	
Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambas)	
Mieles no indicadas a continuación:	no menos que 60 g/100g
Miel de mielada, mezcla de miel de mielada con miel de flores	no menos que 45 g/100g
Contenido de sacarosa	no más que 5 g/100g
Mieles no indicadas a continuación:	
Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ), <i>Citrus</i> spp., falsa acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ), "french honeysuckle" ( <i>Hedysarum</i> spp.), "menzies banksia" ( <i>Banksia menziesii</i> ), "Red Gum" ( <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ), "Leatherwood" ( <i>Eucryphia lucida</i> ), <i>Eucryphia milligani</i> .	no más que 10 g/100g
Lavanda ( <i>Lavandula</i> spp.), borraja ( <i>Borago officinalis</i> )	no más que 15 g/100g
<b>c) Contenido de sólidos insolubles en agua</b>	
Mieles distintas de la miel prensada	no más que 0,1 g/100g
Miel prensada	no más que 0,5 g/100g
<b>d) Acidez libre</b>	no más que 50 miliequivalentes de ácido por 1000 gramos

<b>e) Actividad de diastasa</b>	
Determinada después del proceso y/o mezcla	no menos que 8°Gothe
Mieles con un contenido bajo de enzima en forma Natural	no menos que 3°Gothe
<b>f) Contenido de hidroximetilfurfural</b>	
Determinado después del proceso y/o mezcla	no más que 40 mg/kg
Miel de países o regiones con temperaturas de ambiente tropical y mezclas de estas mieles	no más que 80 mg/kg
<b>g) Conductividad eléctrica</b>	
Mieles no indicadas a continuación y mezclas de estas mieles:	no más que 0,8 mS/cm
Miel de mielada y miel de castaño; y mezcla de estas, excepto: "Strawberry tree" (Arbutus unedo), "bell heather" (Erica spp.), eucalyptus, "lime" (Tilia spp.), "ling heather" (Calluna vulgaris), "manuka or jelly bush" (Leptospermum spp.), "tea tree" (Melaleuca spp.)	no menos que 0,8 mS/cm

Fuente: Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2001).

## 2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

### 2.1 HIPÓTESIS

Es posible lograr el desarrollo y formulación de "miel crema", modificando sus propiedades texturales por medio de tratamientos de cristalización controlada (inducida), obteniendo un producto que mantiene las propiedades fisicoquímicas y organolépticas originales de la miel, además de ser untable y estable a lo largo de su vida útil.

## **2.2 OBJETIVOS**

### **2.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar y formular un producto definido como “miel crema”, que sea capaz de mantener las propiedades fisicoquímicas y organolépticas originales de la miel, modificando sus propiedades texturales mediante acción mecánica, que le permitan ser untable y permanecer estable a lo largo de su vida útil.

### **2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Caracterizar fisicoquímicamente la materia prima, para luego de obtenida la miel crema, ver y comparar el efecto que causa la agitación mecánica y el almacenamiento a las propiedades fisicoquímicas de dicha miel.
2. Estudiar el proceso y sus variables, como los son el tiempo de agitación (batido), temperatura y tipo de paleta que permitan la obtención de miel crema.
3. Evaluar las propiedades texturales que describan la estabilidad de la crema, durante el tiempo de almacenamiento (10 meses)
4. Caracterizar fisicoquímica y sensorialmente el producto final, durante los 10 meses de estudio, almacenamiento a 5°C.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 MATERIA PRIMA: MIEL**

Para el estudio se utilizó Miel Multifloral (*Apis Mellífera*), proveniente de Talagante, Región Metropolitana, Chile. En el predio donde se encontraban los panales existen plantados árboles frutales.

Recibida la miel se mantuvo a temperatura ambiente y 60% de humedad relativa.

### **3.2 MÉTODOS**

#### **3.2.1 ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS A LA MIEL**

Los siguientes análisis físicos y químicos se efectuaron en el Laboratorio de Procesos de Alimentos del Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología

Química de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile.

Todos los análisis fueron realizados por triplicado para todas las muestras, miel como materia prima, miel crema al tiempo cero y tiempo 10.

**3.2.1.1 Humedad y sólidos totales:** Para su determinación se recurrió al método termogravimétrico descrito por la A.O.A.C (1995), basado en el secado hasta peso constante en una estufa a 105°C y presión atmosférica. Se utilizó una estufa (TU60/60, W.C. Heraeus GMBH Hanau, Germany). El porcentaje de sólidos totales se calculó por diferencia.

**3.2.1.2 Sólidos solubles e insolubles:** Los sólidos solubles fueron medidos usando un refractómetro marca ATAGO, modelo HSR-500 (Japón), expresando el resultado en °Brix. Los sólidos insolubles se obtuvieron por diferencia entre totales y solubles.

**3.2.1.3 Peso específico:** Para determinar el peso específico de la miel se utilizó un picnómetro de 10 mL Silver Brand.

**3.2.1.4 Acidez libre:** Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE, INN (1968)). El método se basa en titular la muestra disuelta en agua destilada con hidróxido de sodio, en presencia de fenolftaleína.

**3.2.1.5 Conductividad eléctrica y pH:** Se utilizó un conductivímetro/pHímetro marca Mettler Toledo, modelo Seven Easy para la determinación de ambos valores. El valor de la conductividad se obtiene en  $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

**3.2.1.6 Actividad de agua (aw):** Medición en equipo Rotronic, marca Hygrolab, mediante una termocupla que indica el valor de aw y la temperatura a la cual se está midiendo. Este equipo está situado en el laboratorio del Departamento de Enología y Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

**3.2.1.7 Cenizas:** La mineralización por vía seca, o calcinación, consiste en incinerar la muestra en una mufla para obtener el residuo mineral. Según Norma Chilena 617 E Of. 68. (CHILE, INN (1968)).

**3.2.1.8 Azúcares reductores:** Se obtuvieron mediante el método de Fehling, que precipita el óxido cuproso ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) en presencia de una sustancia reductora. Método descrito por la A.O.A.C (1995).

**3.2.1.9 Análisis en laboratorios externos:** Se realizó el análisis de hidroximetilfurfural en el Laboratorio de Botánica de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

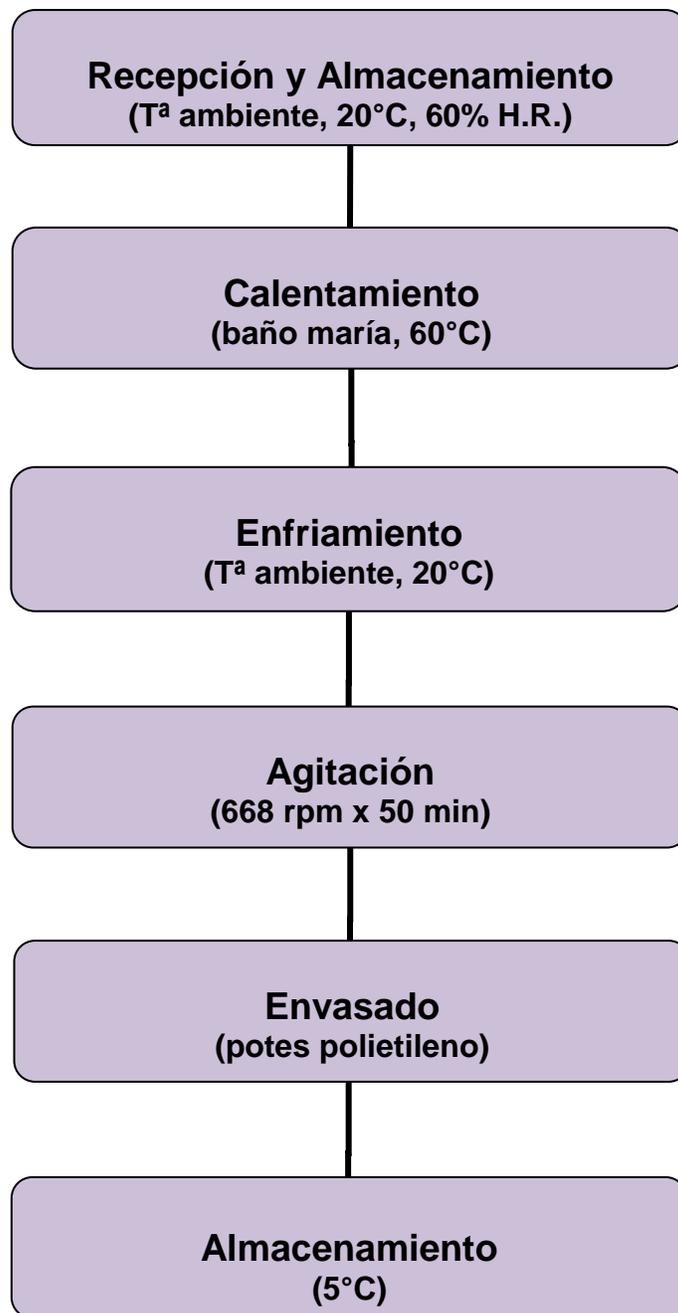
### **3.2.2 PROCEDIMIENTO: PROCESO PRODUCTIVO**

El proceso productivo para la elaboración de miel crema se basa en la aplicación de agitación mecánica a la miel de modo de obtener una homogeneización en el tamaño de los cristales. El equipo debe ser similar a una batidora, y consiste en un tambor o recipiente vertical donde se introduce la miel, y un eje movable con paletas, las cuales, a medida que giran, van modificando la textura de la miel.

Se realizó una etapa preliminar para establecer algunas variables del proceso, como son el tipo de paleta, el tiempo y velocidad de agitación y cómo mantener una baja temperatura durante dicho proceso.

El tiempo de agitación se determinó según el tamaño de cristales que se querían obtener, imperceptibles al paladar del consumidor. Se obtuvo que para muestras de 1 kg la agitación debiera durar 50 minutos a una velocidad de 668 rpm. Dicha velocidad fue determinada de manera tal que la agitación fuese constante, ya que la miel al ser agitada se vuelve mucho más viscosa, lo que puede ocasionar la detención del motor del agitador. Además se tomó en cuenta que la generación de temperatura fuese mínima para no inducir una formación de hidroximetilfurfural, por lo que la velocidad no debía ser muy elevada.

La figura 1 resume esquemáticamente esta etapa.



**Figura 1:** Diagrama de bloques para la etapa de estudio preliminar del proceso.

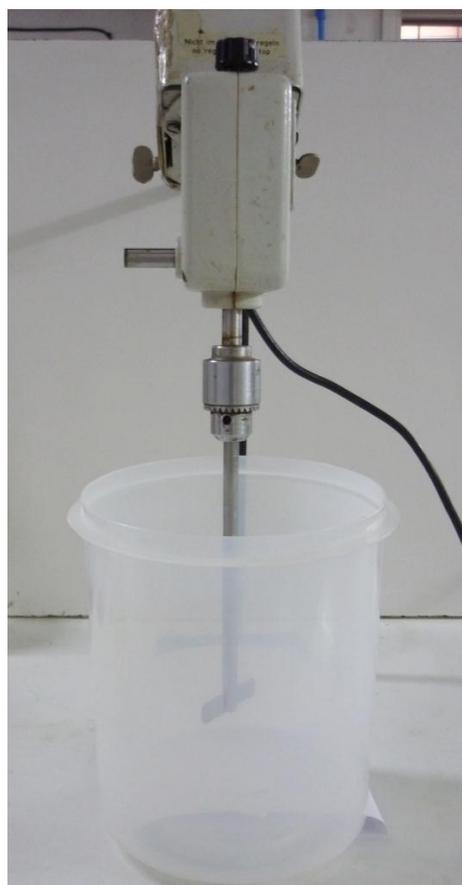
A continuación se describen las etapas del proceso:

**Recepción y almacenamiento de materia prima:** La miel cristalizada fue recepcionada y almacenada a temperatura ambiente y una humedad relativa de 60%.

**Calentamiento:** La miel cristalizada fue calentada a baño maría con el objetivo de facilitar los análisis físico-químicos realizados a dicha miel y para facilitar la posterior agitación mecánica y formar la miel crema. La temperatura de la miel, al ser calentada, no debe superar los 60°C para evitar la formación de HMF (González, 1990).

**Enfriamiento:** La miel debe ser enfriada a 20°C con el objetivo de comenzar la agitación con una temperatura baja, ya que durante dicha agitación, la temperatura tiende a aumentar y con ello comienza la formación de HMF.

**Agitación:** Este proceso se llevó a cabo en un recipiente con un agitador de paletas durante 50 minutos a 668 rpm, hasta lograr un producto con un tamaño de cristales imperceptibles al paladar.



**Figura 2 y 3:** Equipo utilizado para la agitación de la miel. Agitador de paletas Heidolph.



**Figuras 4 y 5:** Paletas utilizadas para la agitación de la miel.

**Envasado:** Luego de logrado el producto final, miel crema, se envasó en potes de polietileno de 100 gramos.

**Almacenamiento:** Los potes fueron almacenados en un refrigerador convencional a 5°C durante todo el tiempo de evaluación y análisis (10 meses).

### 3.2.3 ANÁLISIS ESPECÍFICOS A LA MIEL CREMA

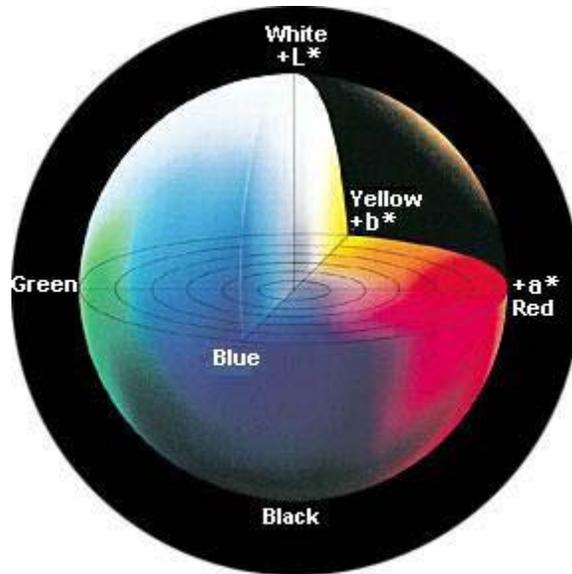
#### 3.2.3.1 Ensayo de color:

La medición del color se realizó con un colorímetro marca HUNTER. Se utilizó una cápsula de vidrio, la que se rellena con abundante muestra de manera tal que no atravesase la luz. Luego es colocada la cápsula en el colorímetro y mediante un software son arrojados los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Dichos valores fueron obtenidos por triplicado, analizando la miel como materia prima, la miel crema al tiempo cero y al tiempo 10.

Este colorímetro se basa en el sistema de medición CIE 1976 de la Organización Internacional CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), dedicada a la solución de problemas relacionados con el arte y ciencia de la luz, el cual expresa los espacios de color ( $L^* a^* b^*$ ), donde  $L^*$  representa la luminosidad (claro u oscuro);  $a^*$  y  $b^*$  indican la orientación del color. (CIE 15, 2004).

$a^*$  = Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).

$b^*$  = Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).



**Figura 6:** Diagrama de espacios de color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ).

Además, se tiene que: (HUNTER LAB, 2008).

$\Delta L = L_{\text{muestra}} - L_{\text{estándar}} \rightarrow + \Delta L$ : la muestra es más luminosa que el estándar.

$\rightarrow - \Delta L$ : la muestra es más oscura que el estándar.

$\Delta a = a_{\text{muestra}} - a_{\text{estándar}} \rightarrow + \Delta a$ : la muestra es más roja que el estándar.

$\rightarrow - \Delta a$ : la muestra es más verde que el estándar.

$\Delta b = b_{\text{muestra}} - b_{\text{estándar}} \rightarrow + \Delta b$ : la muestra es más amarilla que el estándar.

$\rightarrow - \Delta b$ : la muestra es más azul que el estándar.

### 3.2.3.2 Determinación instrumental de textura (dureza):

La textura se evaluó a través de ensayos de compresión, utilizando una máquina universal de ensayo de materiales (Lloyd Instruments Limited, Lloyd LR- 5K. Hampshire, England), con una celda de 100N. Se utilizó un spin cilíndrico de 34,62mm<sup>2</sup>, con una penetración de 10 mm en la muestra y una velocidad del cabezal de 100mm/min. La muestra de miel crema fue puesta en un vaso de precipitado de 25mL, llenándolo hasta una altura de 20mm. De los ensayos, por triplicado, se recopila la información de la fuerza máxima de compresión para comparar la variación de la textura en el tiempo (10 meses).

**3.2.3.3 Análisis físico-químicos:** Los análisis físico-químicos realizados a la miel crema fueron los mismos que para la miel sin procesar.

### **3.2.4 ANÁLISIS SENSORIAL**

En paralelo a los estudio de textura del producto, se desarrolló un análisis sensorial del mismo, para así comparar las respuestas obtenidas de los jueces, con los valores obtenidos en el equipo Lloyd.

Las muestras almacenadas fueron evaluadas a los tiempos 3, 6, 8 y 10 meses de vida útil.

Se realizó un test descriptivo cuantitativo, específicamente la escala lineal no estructura de 10cm (ver anexo 4), en el cual el panelista expresa el nivel en que percibe cada atributo, empleando 8 panelistas previamente adiestrados (Salamanca, 2001).

A los panelistas se les mostró el producto en una sesión grupal, para que ellos conocieran su perfil y posteriormente pudieran evaluarlo en el tiempo y detectar las variaciones de los atributos.

Los atributos sensoriales a considerar para evaluar la miel crema obtenida del proceso fueron: Intensidad de color, Homogeneidad (relación miel/cristales), Untabilidad (consistencia), Dureza e Intensidad de sabor (Parada, 2003).

Los parámetros evaluados a comparar fueron los siguientes:

- Untabilidad (análisis sensorial) v/s Dureza del producto (Lloyd).

### **3.2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

Se calculó el promedio y desviación estándar de los datos de los análisis físico-químicos a la miel y miel crema al tiempo cero y a los 10 meses. Luego se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) para estimar si existían diferencias entre los resultados de los análisis físico-químicos a la miel y miel crema a ambos tiempos.

Los resultados de la evaluación sensorial se procesaron mediante un análisis de varianzas (ANOVA) para determinar si existían diferencias entre las muestras.

Para todo ello se utilizó el software estadístico Minitab 15 versión en español y el software Statgraphics Plus 5.1 versión en inglés.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de la caracterización de la materia prima y análisis de la miel crema al tiempo cero y transcurridos 10 meses, se muestran en la Tabla 8.

**Tabla 8:** Resultados de análisis físico-químicos

	Miel (materia prima) $\bar{x} \pm DS$	Miel Crema t=0 $\bar{x} \pm DS$	Miel Crema t=10 meses $\bar{x} \pm DS$
Humedad (%)	15,58 ± 0,14	15,29 ± 0,12	15,91 ± 0,14
Acidez libre (%)	0,24 ± 0,01	0,25 ± 0,02	0,24 ± 0,01
pH	4,09 ± 0,01	4,10 ± 0,02	4,11 ± 0,04
Actividad de agua (aw)	0,536 ± 0,006	0,527 ± 0,006	0,526 ± 0,005
Azúcares reductores (%)	80,71 ± 0,14	80,94 ± 0,07	80,39 ± 0,13
Sólidos totales (%)	84,42 ± 0,14	84,71 ± 0,12	84,09 ± 0,14
Sólidos solubles (%)	82,67 ± 0,58	82,93 ± 0,12	83,03 ± 0,06
Sólidos insolubles (%)	1,75 ± 0,63	1,78 ± 0,15	1,06 ± 0,15
Peso específico (g/mL)	1,4469 ± 0,0084	1,3837 ± 0,0238	1,3792 ± 0,0209
Conductividad eléctrica (mS/cm)	0,46 ± 0,04	0,49 ± 0,07	0,48 ± 0,05
Hidroximetilfurfural (mg/kg)	0,32	0,47	4,58
Cenizas (%)	0,33 ± 0,04	0,32 ± 0,03	0,31 ± 0,03

#### 4.1.1 HUMEDAD

Tanto la materia prima como el producto final, miel crema al tiempo cero y 10 meses, cumplen con lo establecido por el *Codex Alimentarius*, ya que ambas tienen menos del 20% de contenido de humedad (ver tabla 8). A su vez, cumplen con lo establecido según la Norma Chilena del Reglamento Sanitario de los Alimentos, que establece un máximo de 18% de humedad.

Según Cornejo (1993), citado por Fritsch (2000), las mieles corrientes suelen tener una humedad del 16 al 19%, pero puede ser mayor en las mieles húmedas. Un promedio aceptable es del 17,6% y lo ideal es no pasar del 18%, ya que valores

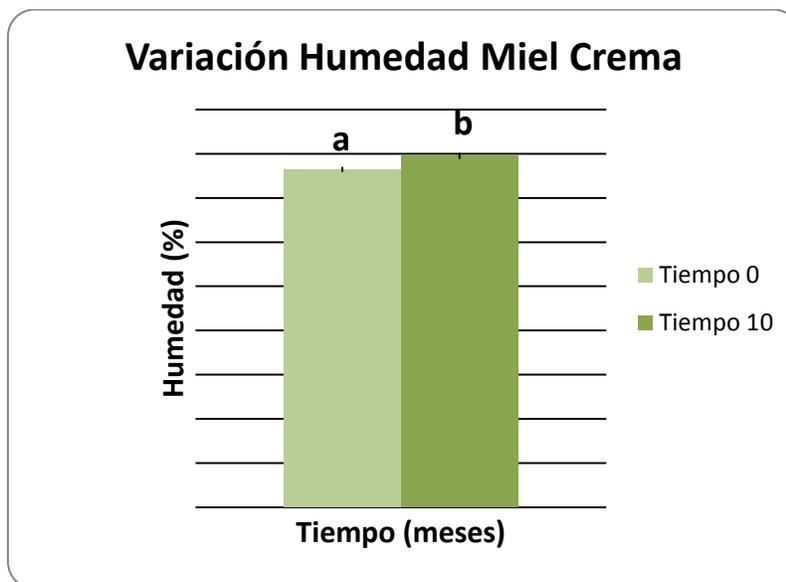
superiores hacen fermentar la miel. Si se excede del 19% la fermentación es casi segura, con pérdida total del producto.

La presencia de agua es un factor determinante de la conservación, pues cuando su porcentaje es alto se incrementa el riesgo de fermentación por las levaduras, naturalmente presentes en la miel (Fusero *et al.*, 1992).

El contenido de humedad de la miel depende de varios factores, como por ejemplo la estación del año en que se realiza la cosecha, el grado de madurez alcanzado al interior de la colmena y factores climáticos (Finola *et al.* 2007, citado por Soto, 2008).

El análisis estadístico reflejó que no existen diferencias significativas para la humedad entre la muestra de miel sin procesar y la miel crema (ver anexo 1).

Con respecto al análisis estadístico entre la muestra de miel crema a tiempo cero y a los 10 meses reflejó que sí existen diferencias significativas (ver figura 7 y anexo 2).



**Figura 7:** Variación del porcentaje de humedad de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas,  $P < 0,05$ ).

De la figura 7 se observa que después de 10 meses la miel crema varía aumentado levemente su humedad. La miel, por ser una solución altamente concentrada en azúcar, es muy higroscópica. Al estar expuesta al aire ganará o perderá humedad dependiendo de la temperatura, el contenido de humedad y la humedad relativa del aire. Para cada miel existe una humedad relativa en la cual no gana ni pierde humedad llamada

“Equilibrio de humedad”, éste varía con el contenido de humedad y la composición de la miel (ver tabla 1) (Molina 1988, citado por Haro, 2004).

#### **4.1.2 ACIDEZ**

La miel y miel crema durante todo el tiempo estudiado cumplen con lo establecido por el *Codex Alimentarius*, ya que ambas tienen menos de 50 meq de ácido fórmico/kg. Además cumplen con la Norma Chilena del Reglamento Sanitario de los Alimentos, que establece un máximo de 0,2% de acidez (ver tabla 8).

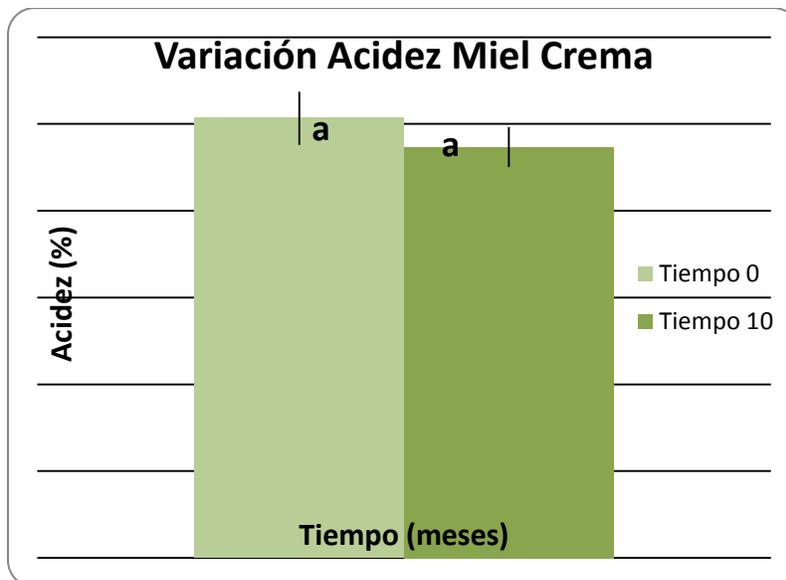
La acidez de la miel es atribuida a la presencia de ácidos orgánicos, particularmente el ácido glucónico, en equilibrio con sus lactonas o ésteres e iones inorgánicos, tales como fosfatos y cloruros. La variación en la acidez de la miel y en el pH puede ser atribuida a la variación de estos constituyentes (Jeon y Zhao 2005, citado por Fernández, 2007).

Las características de sabor de la miel están relacionadas en gran parte con su acidez. El pH aproximado de la miel es de 3,9 con un rango de 3,4 a 6 (García *et al.*, 1986). La acidez activa de la miel, que son los ácidos orgánicos presentes en ella, es expresada por el pH (White y Doner 1980, citados por Fritsch, 2000).

Los ácidos de la miel suman menos del 0,5% de los sólidos, pero este nivel no sólo contribuye al sabor, sino también es en parte responsable de la excelente estabilidad de la miel contra los microorganismos (White y Doner 1980, citados por Fritsch, 2000).

El análisis estadístico reflejó que no existen diferencias significativas entre la muestra de miel sin procesar y la miel crema para el parámetro acidez (ver anexo 1).

En cuanto al análisis estadístico entre la muestra de miel crema a tiempo cero y a los 10 meses reflejó que no existen diferencias significativas (ver figura 8 y anexo 2).



**Figura 8:** Variación del porcentaje de acidez de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

De la figura 8, el gráfico muestra cómo la acidez de la miel crema no varía significativamente al transcurrir el tiempo, es decir, pasados 10 meses dicha acidez disminuye levemente.

#### 4.1.3 pH

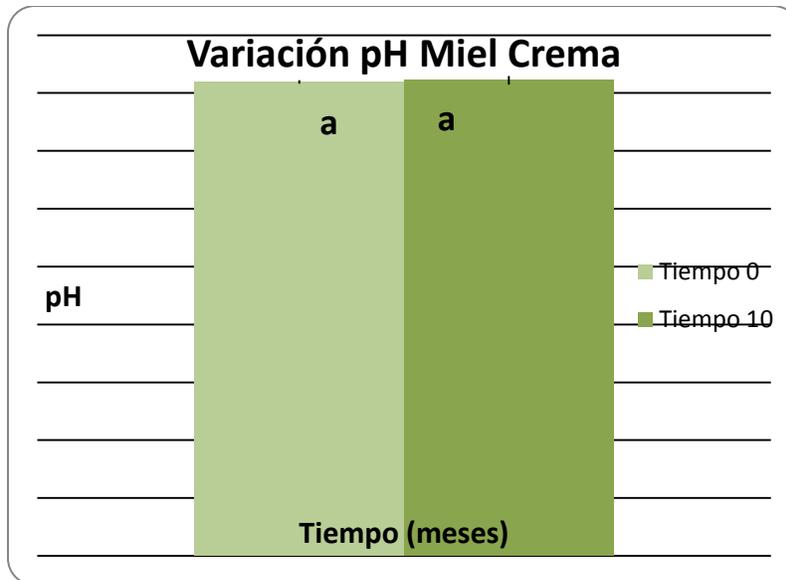
La normativa nacional y el *Codex Alimentarius* no establecen rangos de valores para este parámetro de calidad de la miel.

Bogdanov *et al.* (2004), citado por Soto (2008) señalan que todas las mieles son ácidas con un valor de pH que generalmente va entre 3,5 y 5,5.

El pH de la miel depende de los ácidos ionizados de este alimento y sus elementos minerales e influye sobre el desarrollo de los microorganismos, la actividad enzimática y la textura, entre otras propiedades (Cavia *et al.*, 2007, citado por Soto, 2008).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la miel sin procesar y la miel crema al tiempo cero (ver anexo 1).

En cuanto al análisis estadístico entre la muestra de miel crema al tiempo cero y a los 10 meses reflejó que no existen diferencias significativas para el pH (ver figura 9 y anexo 2).



**Figura 9:** Variación del pH de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

En concordancia con la figura 8, donde se muestra la disminución de acidez, en la figura 9 se observa un leve aumento de pH transcurridos 10 meses.

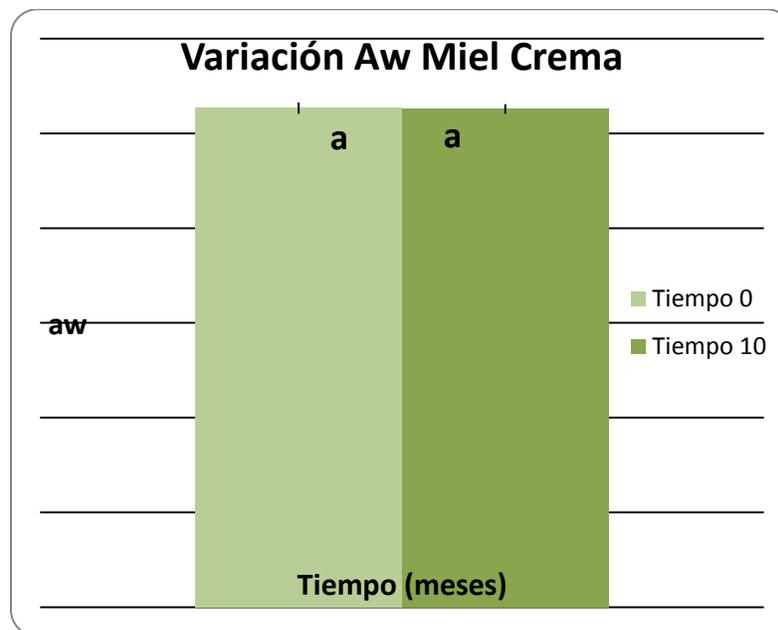
#### 4.1.4 ACTIVIDAD DE AGUA ( $a_w$ )

La normativa nacional y el *Codex Alimentarius* no establecen rangos de valores para la actividad de agua de la miel.

La miel es altamente estable respecto de los microorganismos, debido a su baja actividad de agua, bajo contenido de humedad, bajo pH y constituyentes antimicrobianos. Puede fermentar si su contenido de agua libre y contenido de microorganismos son altos. La principal causa de fermentación de la miel es un alto contenido de agua libre. Las mieles con un contenido de agua menor del 17,1% no fermentan. La estabilidad de mieles, con un contenido de agua libre mayor que el referido, depende de su contenido microbiano (Demayoreo 2002, citado por Haro, 2004). Con los resultados obtenidos del análisis de  $a_w$  a las muestras queda demostrado que tanto la miel utilizada para la fabricación de miel crema, como dicho producto son estables al ataque microbiano.

El análisis estadístico reflejó que no existen diferencias significativas entre la muestra de miel sin procesar y la miel crema para la actividad de agua (ver anexo 1).

En cuanto al análisis estadístico entre la muestra de miel crema al tiempo cero y a 10 meses reflejó que no existen diferencias significativas (ver figura 10 y anexo 2). Por tanto no varía significativamente su actividad de agua.



**Figura 10:** Variación de la actividad de agua de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

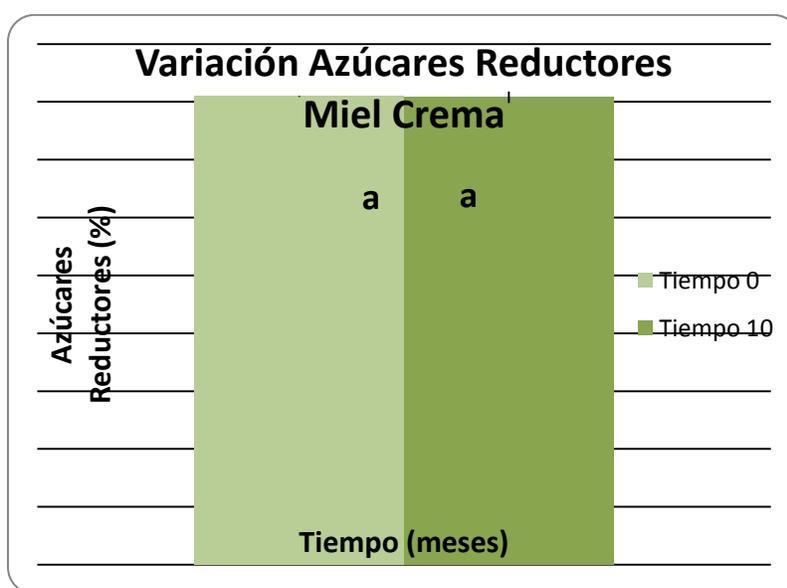
#### 4.1.5 AZÚCARES REDUCTORES

Según White y Doner (1980), citados por Fritsch (2000), la miel es casi en su totalidad carbohidratos, donde 95 a 99,9% de los sólidos, son azúcares, y son clasificados por tamaño y complejidad de sus moléculas. Dextrosa (glucosa) y levulosa (fructosa), son los principales azúcares de la miel (ver tabla 4), son de composición simple o monosacáridos, y son las unidades con las cuales se construyen azúcares más complejos. Dextrosa y levulosa suman alrededor del 85% de los sólidos de la miel.

Los azúcares de la miel son responsables de propiedades tales como la viscosidad, higroscopicidad, cristalización y valores de energía (Özcan *et al.*, 2006, citado por Soto, 2008).

El análisis de los datos permitió determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la muestra de miel sin procesar y la miel crema (ver anexo 1).

Con respecto al análisis estadístico para la miel crema al tiempo cero y a los 10 meses, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver figura 11 y anexo 2).



**Figura 11:** Variación del porcentaje de azúcares reductores en la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

De la figura 11 se observa que el contenido de azúcares reductores no se ve afectado por ninguno de los procesos en la obtención de miel crema. Así como tampoco el tiempo ni la temperatura de almacenamiento.

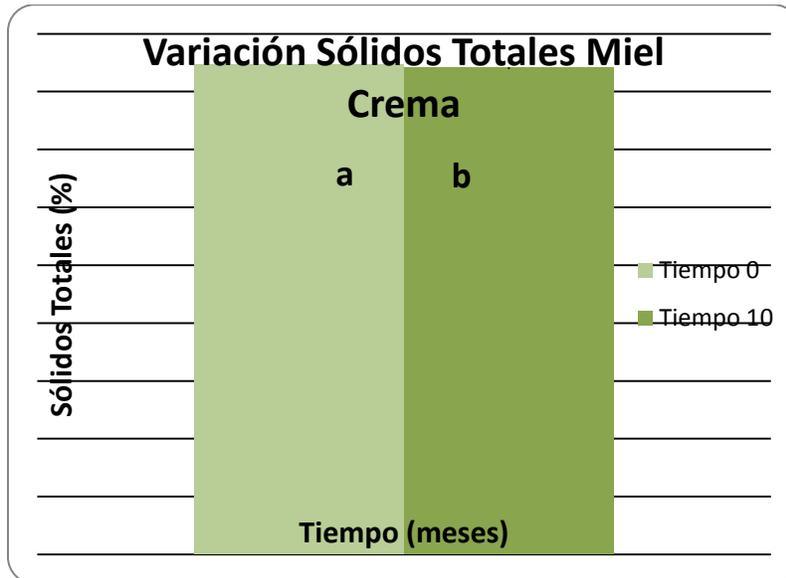
Además ambas muestras de miel, materia prima y procesada, cumplen con lo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile y también por lo que establece el *Codex Alimentarius*, correspondiente a  $\geq 70\%$  y  $\geq 60\%$  respectivamente.

#### 4.1.6 SÓLIDOS TOTALES

La normativa nacional y el *Codex Alimentarius* no establecen valores de referencia para el contenido de sólidos totales de la miel.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre miel sin procesar y la miel crema al tiempo cero (ver anexo 1).

Entre las muestras de miel crema al tiempo cero y 10 meses, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el contenido de sólidos totales (ver figura 12 y anexo 2). Esto concuerda con la diferencia de humedad entre dichas muestras, la cual aumentó después de 10 meses almacenada a 5°C (ver figura 7). Lo que coincide con Aguilar (2001) y Díaz (2003), quienes señalan que el contenido de sólidos totales está relacionado con el contenido de humedad de la miel.



**Figura 12:** Variación del porcentaje de sólidos totales de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas,  $P < 0,05$ ).

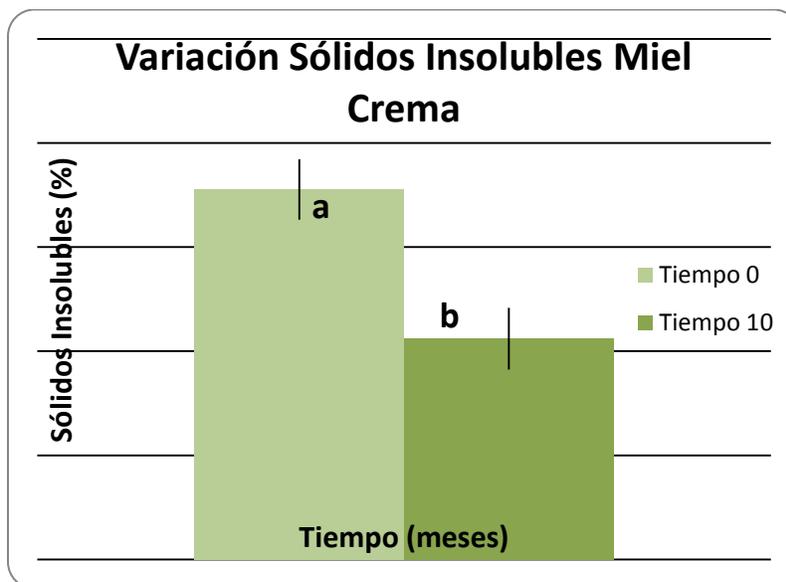
En la tabla 8 y en el gráfico de la figura 12 se observa que la variación en el porcentaje de sólidos totales es pequeña en el tiempo. Esta diferencia de sólidos totales sólo es consecuencia del leve aumento en la humedad de la miel crema al tiempo 10 meses, esto debido a su alta higroscopicidad.

#### 4.1.7 SÓLIDOS INSOLUBLES

La miel sin procesar y la miel crema no cumplieron con los rangos establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos pues los valores promedios estuvieron por encima del 1% que establece esta norma (ver tabla 8). A su vez, tampoco cumplieron con lo establecido por el *Codex Alimentarius*, quien es más estricto y dice que no debe tener más que 0,1 g/100g de sólidos insolubles.

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre la miel sin procesar y la miel crema recién procesada (ver anexo 1).

En cuanto al análisis estadístico entre la muestra de miel crema al tiempo cero y a los 10 meses reflejó que sí existen diferencias significativas en la cantidad de sólidos insolubles (ver figura 13 y anexo 2).



**Figura 13:** Variación del porcentaje de sólidos insolubles de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas,  $P < 0,05$ ).

De la figura 13 se desprende que los sólidos insolubles disminuyeron levemente después de 10 meses, pero esto debido a la disminución de los sólidos totales por aumento en la humedad de la miel crema.

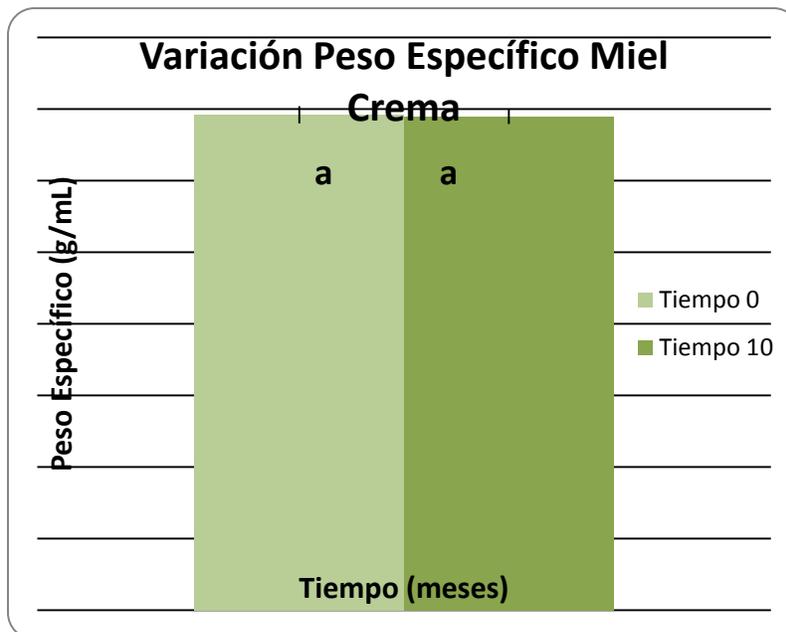
#### 4.1.8 PESO ESPECÍFICO

En cuanto a la normativa, el *Codex Alimentarius* no establece niveles determinados de peso específico para miel, sin embargo el reglamento sanitario de los alimentos de Chile establece que este parámetro debe encontrarse en el rango de 1,400 y 1,600 [g/mL] a 20°C. Tanto la miel sin procesar como la miel crema cumplen con el rango permitido.

Díaz (2003), encontró correlación positiva entre el peso específico de la miel y el contenido de azúcares reductores, lo que implica que la variación del peso específico se deduce como consecuencia de una variación en el contenido de sólidos totales y los azúcares al ser parte de los sólidos en la miel, lo que varía de manera directamente proporcional.

Estadísticamente, se encontraron diferencias significativas entre la miel sin procesar y la miel crema al tiempo cero (ver anexo 1).

Entre las muestras de miel crema al tiempo cero y 10 meses, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver figura 14 y anexo 2).



**Figura 14:** Variación del peso específico de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

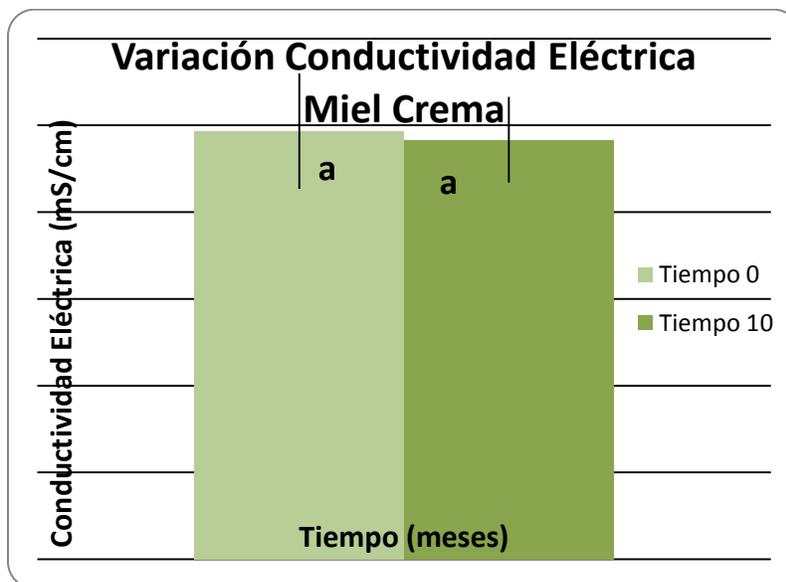
En la figura 14 se observa que el peso específico de la miel crema no varía en el tiempo, es decir, no se ve afectado ni por el procesamiento de la miel, ni por la temperatura y tiempo de almacenamiento.

#### 4.1.9 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Ambas muestras analizadas cumplen con el estándar establecido por el *Codex Alimentarius*, correspondiente a  $\leq 0,8$  [mS/cm] (ver tabla 8). Por su parte, el Reglamento Sanitario de los Alimentos no describe un estándar para este parámetro, manteniendo como análisis de rutina para el control de calidad de miel, el contenido de cenizas.

El análisis estadístico reflejó que no existían diferencias significativas entre miel sin procesar y la miel crema al tiempo cero (ver anexo 1).

A su vez, entre las muestras de miel crema al tiempo cero y 10 meses, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver figura 15 y anexo 2).



**Figura 15:** Variación de la conductividad eléctrica de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

En la figura 15 se observa que la conductividad eléctrica no se ve afectada por el proceso de elaboración de miel crema ni por el tiempo de almacenamiento estudiado.

#### **4.1.10 CENIZAS**

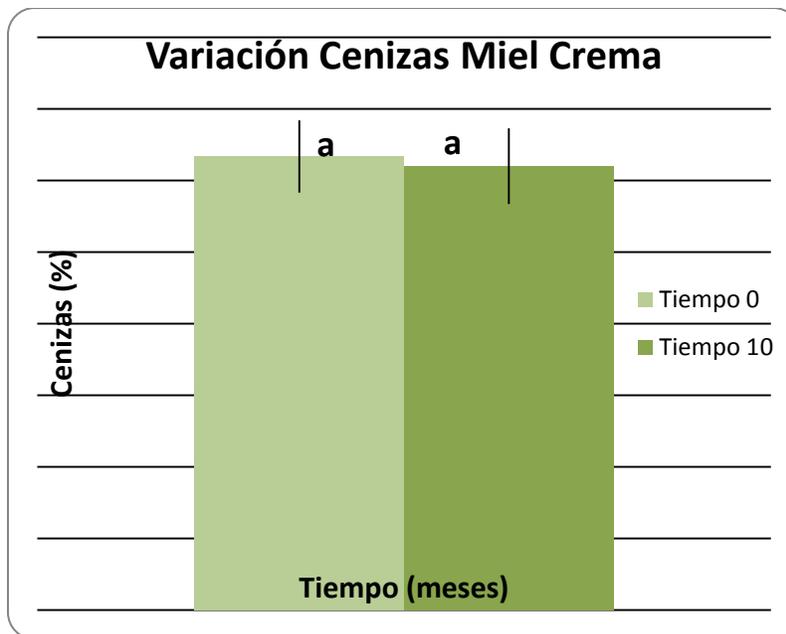
Bajo lo establecido por el Reglamento Sanitario de los Alimentos, la miel (materia prima) y la miel crema, si cumplen con el rango para cenizas, < 0,8% (ver tabla 8). El *Codex Alimentarius* por su parte, no establece rangos para este parámetro.

El contenido de cenizas en la miel es generalmente pequeño y depende de la composición del néctar de la planta predominante que contribuye a la formación de la miel. El tipo de suelo en el cual la planta nectarífera original ha estado ubicada, también influencia la cantidad de minerales presentes en las cenizas. Y además, la variabilidad en el contenido de cenizas ha sido asociado de manera cualitativa con los diferentes orígenes botánicos y geográficos de la miel (De Rodríguez *et al.* 2004; Felsner *et al.* 2004, Özcan *et al.* 2006, citados por Soto, 2008).

Popek (2002), Bogdanov *et al.* (2004) y Malacalza *et al.* (2005), citados por Soto (2008), coinciden en señalar que existe una relación directa entre el contenido de cenizas y la conductividad eléctrica de la miel. Así, aquellos tipos de mieles con alto contenido de cenizas registraron una conductividad eléctrica alta y, por el contrario, aquellas mieles con un bajo contenido de cenizas tuvieron en consecuencia un bajo nivel de conductividad eléctrica. Lo que concuerda con las muestras analizadas, que registraron un bajo contenido de cenizas y una baja conductividad eléctrica.

Estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre miel sin procesar y la miel crema al tiempo cero (ver anexo 1).

Entre las muestras de miel crema al tiempo cero y 10 meses, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver figura 16 y anexo 2).



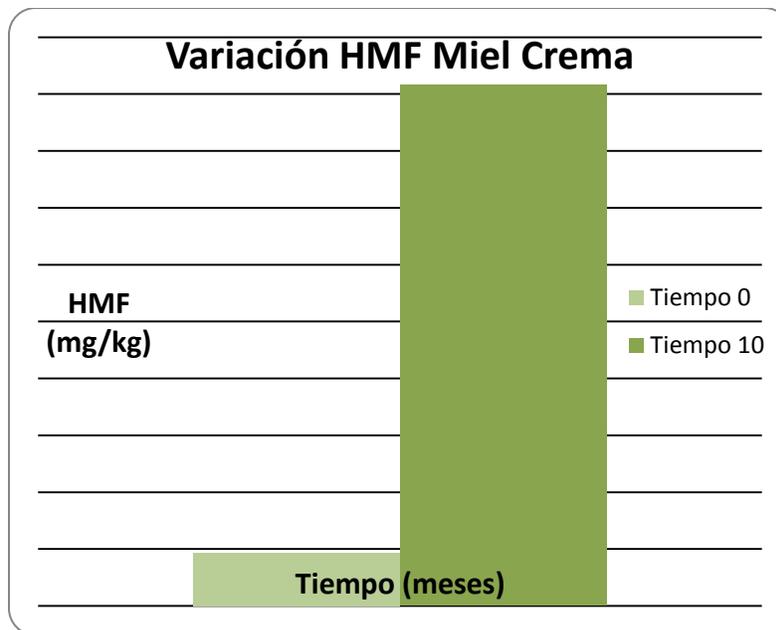
**Figura 16:** Variación del porcentaje de cenizas de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras iguales indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas,  $P > 0,05$ ).

Del gráfico de la figura 16 se deduce que la cantidad de cenizas de la miel crema se mantiene constante transcurridos 10 meses.

#### 4.1.11 HIDROXIMETILFURFURAL (HMF)

Tanto la normativa nacional como el *Codex Alimentarius* establecen un máximo de 40mg de HMF/kg, por lo que la miel caracterizada y la miel crema a los 10 meses, cumplen con lo permitido (ver tabla 8).

Según Nanda *et al.* (2006), citado por Pozas (2000) en mieles frescas hay pequeñas cantidades de HMF, pero se incrementa durante el almacenaje, dependiendo del pH y la temperatura.



**Figura 17:** Variación del contenido de hidroximetilfurfural en la miel crema, transcurridos 10 meses.

La figura 17 muestra cómo varió el contenido de hidroximetilfurfural en la miel crema después de 10 meses. En el producto evaluado en esta memoria, no ocurre que el HMF se eleve a causa de temperatura durante el almacenamiento, puesto que fue almacenado en un refrigerador convencional a 5°C. Sí se puede decir que durante el procesamiento de la materia prima para obtener miel crema, se ve afectado el nivel de HMF, esto debido a que al calentar la miel cristalizada a baño maría (60°C) para lograr la fluidez adecuada y luego agitarla, aumenta su temperatura, por consiguiente una formación leve de HMF.

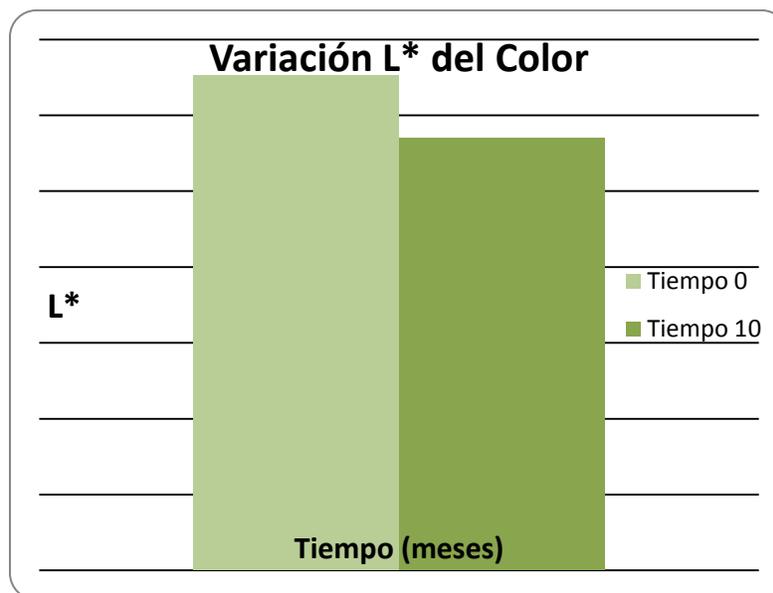
Según Bianchi (1990) si se almacena miel a elevadas temperaturas o bien se la entibia o se le calienta, ello da lugar a que los azúcares contenidos en la miel, especialmente la fructosa, se transformen en HMF (ver tabla 6 y 7). Según Molina (1990), citado por Pozas (2000), la humedad y acidez de la miel son factores que afectan la velocidad de formación de HMF; se ha determinado que dicha velocidad de formación se correlaciona directamente con el contenido de humedad y con el contenido inicial de HMF.

#### 4.1.12 COLOR

Al analizar las muestras en el colorímetro Hunter se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 9:** Valores de L\* a\* b\* para las miel y miel crema.

Parámetro	Miel $\bar{x} \pm DS$	Miel Crema	
		Tiempo 0 $\bar{x} \pm DS$	Tiempo 10 meses $\bar{x} \pm DS$
L*	15,83 ± 0,46	65,20 ± 0,58	57,00 ± 1,10
a*	13,01 ± 1,46	7,02 ± 0,21	9,80 ± 0,30
b*	20,38 ± 1,52	29,94 ± 0,29	34,30 ± 0,05

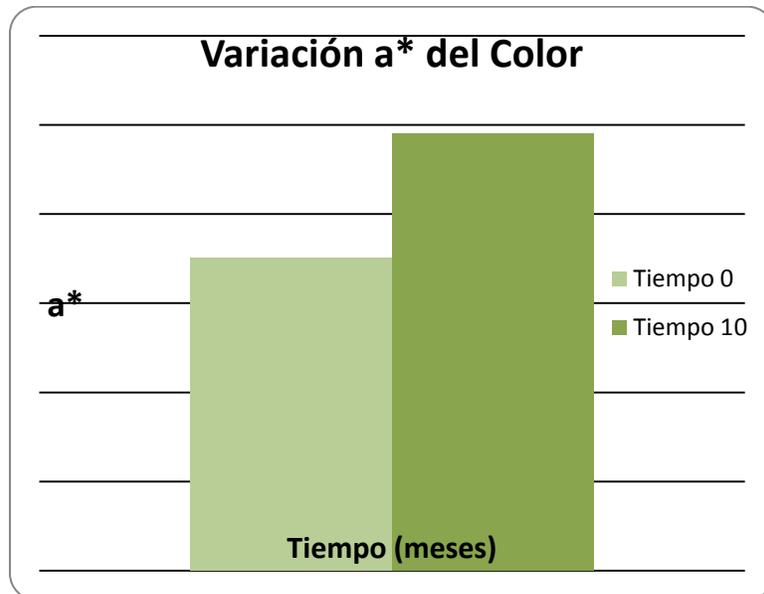


**Figura 18:** Variación de L\* (luminosidad) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.

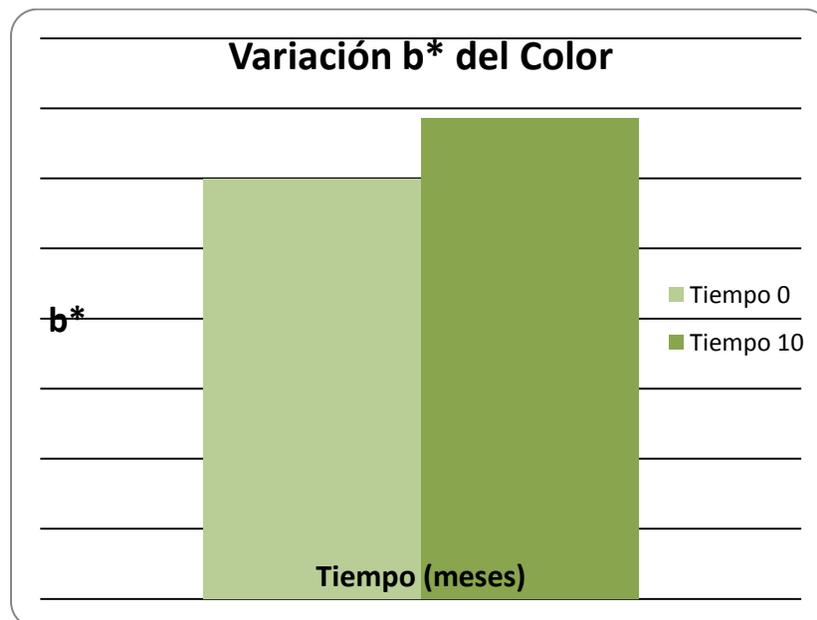
Del gráfico de la figura 18 se desprende que la miel crema se va oscureciendo con el tiempo.

El hidroximetilfurfural (HMF) es un intermediario en la formación de los pigmentos pardos producto del pardeamiento, y su aparición en la miel está directamente relacionada con alteraciones de color, desarrollo de sabores y olores extraños, y con la pérdida del valor nutritivo. Luego de la formación del HMF se da la aparición de la coloración oscura (Piana, 1989).

El contenido de humedad es otro factor importante que afecta el color, ya que a mayor concentración de solutos más rápida es la reacción de Maillard (pardeamiento no enzimático) (Piana, 1989).



**Figura 19:** Variación de  $a^*$  (tono rojo a verde) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.



**Figura 20:** Variación de  $b^*$  (tono amarillo a azul) en el color de la miel crema transcurridos 10 meses.

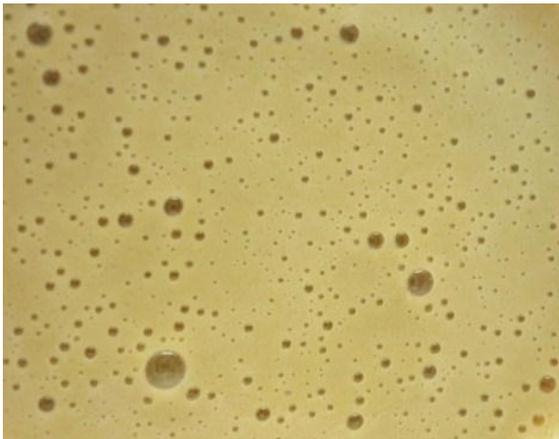
De los gráficos de las figuras 19 y 20 se obtiene que la miel crema después de 10 meses es más roja y amarilla que la miel crema al tiempo cero. Además se puede observar en las figuras 21 y 22 la variación del color.

Analizadas las fórmulas de HUNTER, 2008, se obtiene que:

$\Delta L = -8,21 \rightarrow$  Miel crema tiempo 10 es más oscura que al tiempo 0.

$\Delta a = 2,78 \rightarrow$  Miel crema tiempo 10 es más roja que al tiempo 0.

$\Delta b = 4,36 \rightarrow$  Miel crema tiempo 10 es más amarilla que al tiempo 0.



**Figura 21:** Miel crema al tiempo 0



**Figura 22:** Miel crema al tiempo 10

El color de la miel se debe a la formación de una serie de compuestos pardos que se originan cuando la materia orgánica de la miel reacciona con las sales minerales. Así pues, cuanto más sales minerales tenga una miel, más compuestos pardos se formarán y más oscura será la miel (Gómez, 1996).

Thawley (1969), citado por Soto (2008), afirma que las mieles oscuras son más ricas en minerales y en dextrinas, así como en material nitrogenado.

Según Thawley (1969), citado por Soto (2008), el color de la miel se debe parcialmente a los aminoácidos que al combinarse con los azúcares producen compuestos denominados melanoidinas. El alto contenido de aminoácidos (especialmente tirosina y triptófano) y la presencia de compuestos polifenólicos contribuyen a dar un color oscuro a la miel (Crane, 1990).

Fusero *et al.* (1992), señalan que la presencia de minerales se relaciona íntimamente con la flora visitada por las abejas. Estadísticamente se ha confirmado que

las mieles de color oscuro poseen mayor contenido de cenizas que aquellas de color claro.

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 más claras en algún lado del envase. Este fenómeno suele ocurrir en zonas frías y 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).

En general, la miel conservada hasta los 14°C sufre un oscurecimiento inapreciable. De 20 a 27°C el oscurecimiento es mayor, pero a partir de los 30°C la miel comienza a ser muy sensible a oscurecerse (Peris, 1990).

El oscurecimiento de la miel también se debe al almacenamiento a temperaturas mayores a 40°C, las que incrementan el contenido de coloides e inhiben la granulación (Gupta et al 1992, citados por Soto, 2008).

Según Mieles (2001), citado por Haro (2004) el color varía desde los tonos blancos hasta pardos oscuros, existiendo mieles rojizas, amarillentas o verdosas, aunque predominan los tonos castaño-claros o ambarinos. El color oscuro no significa que sea de calidad inferior. Por el contrario, se sabe que cuanto más oscura es la miel, más rica en fosfato de calcio y en hierro, por lo tanto, más adecuada para satisfacer las necesidades de los organismos en crecimiento, de individuos anémicos y de los intelectuales sometidos a esfuerzos mentales.

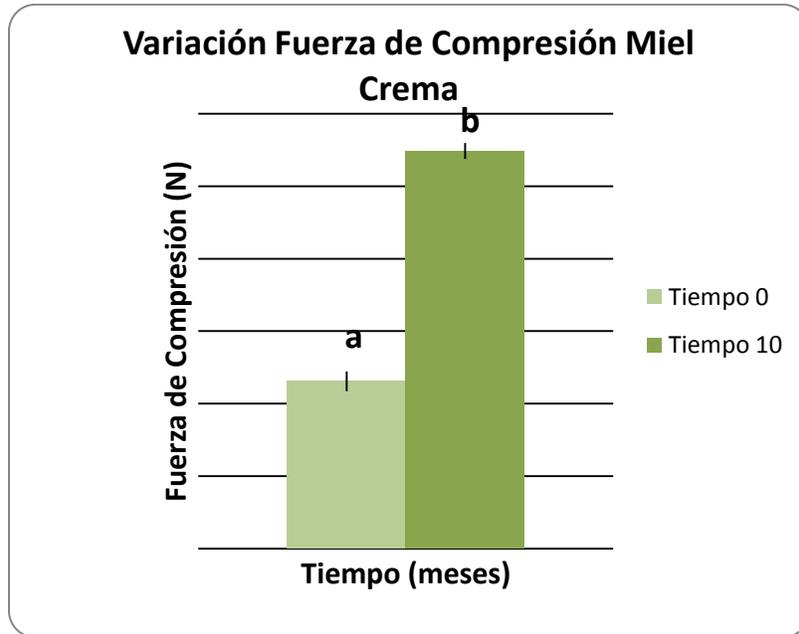
## 4.2 RESULTADOS DE ANÁLISIS TEXTURAL A LA MIEL CREMA

### 4.2.1 DUREZA (fuerza de compresión)

**Tabla 10:** Resultados de fuerza de compresión medidos a la miel crema.

Miel crema	Fuerza máxima (N) $\bar{x} \pm DS$
Tiempo 0	11,36 ± 0,85
Tiempo 10	27,53 ± 0,67

Analizando estadísticamente los valores obtenidos de fuerza de compresión en el tiempo cero y transcurridos 10 meses, se obtuvo que sí existían diferencias significativas entre ambas muestras (ver anexo 3), por lo que se deduce que la miel almacenada a 5°C durante el tiempo estudiado, se va endureciendo.



**Figura 23:** Variación de la fuerza de compresión de la miel crema transcurridos 10 meses (Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas,  $P < 0,05$ ).

Según White (1975), una solución sobresaturada es aquella que contiene más material disuelto que la que puede permanecer en solución. Tales soluciones son más o menos inestables y con el tiempo llegarán a una condición estable de saturación. Muchas mieles están en esta categoría, en lo que respecta al contenido de dextrosa que luego equilibran cristalizándola fuera de la solución. La tendencia a la cristalización está relacionada a la composición de la miel y a las condiciones de almacenamiento; algunas nunca cristalizan, mientras que otras lo hacen a los pocos días de cosecha y algunas lo hacen incluso en el panal.

Root (1976), señala que una temperatura mayor o menor a la óptima (14 – 15°C), tiende a disminuir la rapidez de la cristalización. Este autor además indica que, a temperaturas menores la miel aumenta su viscosidad, con lo cual la difusión de la glucosa es más lenta.

La miel no cristaliza por debajo de los 5°C ni por encima de los 25°C. La temperatura óptima de cristalización es la de 14°C, debiéndose evitar el intervalo de 12 a 16°C si se quiere preservar de este fenómeno. A una temperatura de 10°C, el proceso de cristalización se hace tan lento que prácticamente puede considerarse como nulo, y a los 78°C se destruyen los cristales y desaparece totalmente el fenómeno (Mieles 2001, citado por Haro, 2004).

#### 4.3 RESULTADOS DE EVALUACIÓN SENSORIAL

White (1975), cita que hay tantos sabores diferentes de la miel, como plantas fuentes de néctar existen. A lo que Cornejo (1988), citado por Soto (2008) agrega que el sabor y el aroma se encuentran definidos por el origen floral de la miel, es decir, que de acuerdo a la especie botánica que la abeja liba para extraer el néctar, será la calidad de la miel a cosechar. Olivares (1994), citado por Soto (2008), añade que existe una gran variedad de aromas y sabores debido a los diferentes azúcares, aminoácidos, taninos y otras sustancias no volátiles que contribuyen al sabor y aroma de la miel.

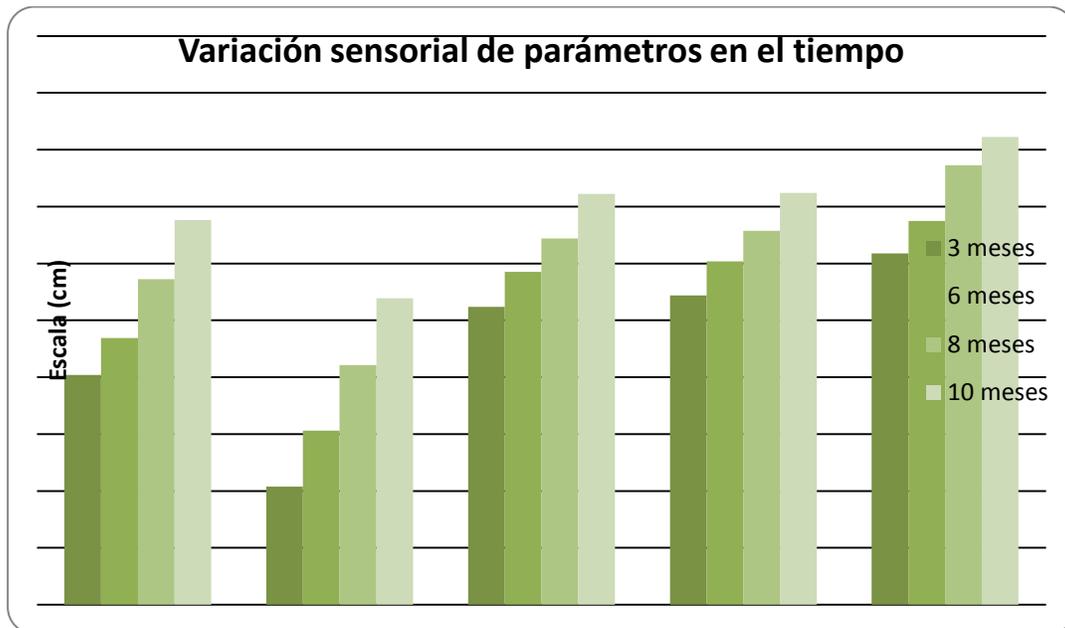
En la tabla 11 se muestran los promedios de los datos entregados por los jueces y las diferencias estadísticas entre los meses evaluados.

**Tabla11:** Resumen de evaluación sensorial de los parámetros intensidad de color, homogeneidad, untabilidad, dureza e intensidad de sabor a los 3, 6, 8 y 10 meses.

<b>Parámetros</b>	<b>3 meses</b> $\bar{x} \pm DS$	<b>6 meses</b> $\bar{x} \pm DS$	<b>8 meses</b> $\bar{x} \pm DS$	<b>10 meses</b> $\bar{x} \pm DS$
Intensidad de color	4,0 ± 0,42a	4,7 ± 0,35b	5,7 ± 0,41c	6,8 ± 0,58d
Homogeneidad (relación miel/cristal)	2,1 ± 0,41a	3,1 ± 0,27b	4,2 ± 0,17c	5,4 ± 0,29d
Untabilidad (consistencia)	5,2 ± 0,19a	5,9 ± 0,38b	6,4 ± 0,23c	7,2 ± 0,20d
Dureza	5,4 ± 0,29a	6,0 ± 0,41b	6,6 ± 0,32c	7,2 ± 0,14d
Intensidad de sabor (aroma + gusto)	6,2 ± 0,32a	6,8 ± 0,48b	7,7 ± 0,53c	8,2 ± 0,48d

Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas, P < 0,05.

En el anexo 5 se muestra el desarrollo del análisis estadístico para los atributos evaluados entre los distintos tiempos, 3, 6, 8 y 10 meses.



**Figura 24:** Variación de los parámetros evaluados sensorialmente a la miel crema a través del tiempo, 10 meses.

De la figura 24 se observa que todos los parámetros variaron en el tiempo, según lo detectado por los jueces.

#### 4.3.1 INTENSIDAD DE COLOR

De acuerdo al análisis estadístico el panel considera que existe una diferencia estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero, a lo largo de 10 meses de almacenamiento la miel crema se oscurece (ver anexo 5). Para entender la variación del color leer punto 4.1.12.

#### 4.3.2 HOMOGENEIDAD (Relación miel/cristales)

De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que la miel crema sufre una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero (ver anexo 6). La detección de cristales en la miel crema, se vuelve más perceptible al paladar. Esto se debe a que las burbujas de aire, incorporadas en la agitación, tienden a subir a la superficie y por consiguiente una concentración del producto.

### **4.3.3 UNTABILIDAD (Consistencia)**

De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que la untabilidad varía significativamente con respecto al tiempo cero, a lo largo de 10 meses de almacenamiento (ver anexo 5). Esto concuerda con el análisis textural de fuerza de compresión, donde también queda demostrado que la miel crema aumenta su consistencia a través del tiempo (ver tabla 10). Por tanto la miel crema se vuelve menos untable transcurrido el tiempo de almacenamiento.

### **4.3.4 DUREZA**

De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que dureza tiene una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero (ver anexo 5). El producto se endurece al transcurrir 10 meses de almacenamiento a 5°C.

### **4.3.5 INTENSIDAD DE SABOR (Aroma y Gusto)**

De acuerdo a los análisis estadísticos el panel considera que el sabor sufre una variación estadísticamente significativa con respecto al tiempo cero (ver anexo 5). La intensidad del sabor de la miel crema aumenta debido a la formación de hidroximetilfurfural (ver punto 4.1.12).

## 5. CONCLUSIONES

- Se concluye que la hipótesis de trabajo fue confirmada en relación al objetivo primordial de obtener un producto con una textura adecuada y estable en el tiempo.
- Se puede elaborar, de manera sencilla, un producto novedoso, a base de miel de abeja, que ayudaría a diversificar el consumo de miel.
- La textura del producto se ve afectada por la eliminación de las burbujas de aire, endureciéndose dicho producto en el tiempo.
- El producto presenta buena estabilidad según parámetros físico-químicos tales como: acidez, pH, sólidos totales, peso específico, azúcares reductores, cenizas, conductividad eléctrica y actividad de agua, siendo las únicas excepciones la humedad y sólidos insolubles.
- El riesgo de contaminación microbiana es mínimo debido a los valores de  $a_w$  ( $<0,6$ ).
- El indicador de calidad y frescura de la miel crema, hidroximetilfurfural, se mantiene en bajas concentraciones durante 10 meses.
- Los atributos sensoriales evaluados a lo largo del tiempo demuestran que el producto se ve afectado por la formación de hidroximetilfurfural, oscureciéndose el producto e intensificando su sabor.

## REFERENCIAS

1. AGEM, 2006. Asociación Gremial de Exportadores de Miel de Chile. . Exportaciones Chilenas de Miel aumentan en un 71%. Documento on line: < [http://www.agemchile.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=14&Itemid=2&lang=](http://www.agemchile.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=2&lang=) > (09 Diciembre 2010).
2. AGUILAR, M. 2001. Evaluación de parámetros de calidad en miel de abeja, en relación a condiciones de almacenaje. Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 141 p.
3. A.O.A.C International. 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Edition, Arlington, Virginia.
4. APICULTURA. 2002. Productos y Servicios. Miel. Flora Chilena. Documento on line:< <http://www.apicultura.cl> (06 Agosto 2009).
5. APINETLA. 2010. Artículo sobre la Enfermedad Varroasis. Documento on line: < <http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/varroa.htm> (09 Diciembre 2010).
6. BIANCHI, E. 1990. Control de calidad de la miel y la cera. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 69 p.
7. BOE. 2003. Boletín Oficial del Estado, Real Decreto 1049/2003 Norma de Calidad relativa a la Miel. Madrid, España. Nº186: 30181-30183.
8. BOGDANOV, S. 1987. Honigkristallisation und Honigqualität. Schweizerische Bienen – Zeitung. 3: 84 – 92.
9. CHILE INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 1968. Norma Chilena. Miel de Abejas. Extracción de muestras y métodos de ensayo. NCh 617 E Of.68. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.
10. CHILE INN, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. 2005. Norma Chilena. Miel de Abejas – Denominación de origen botánico mediante ensayo melisopalinológico. NCh 2981 Of.2005. Instituto Nacional de Normalización. Santiago, Chile.
11. CIE 15. (2004). Technical report, colorimetry. Commission Internationale de L'Eclairage.

12. CRANE, E. 1990. Bees and Beekeeping: Science, Practise and World Resources. Ithaca, New York. USA. 614 p.
13. DANTY, J. 2006. Situación del Mercado de la Miel de Chile. Documento on line: < <http://www.beekeeping.cl/news.php?newsid=110> > (09 Diciembre 2010).
14. DE RODRÍGUEZ, G., SULBARÁN, B., FERRER, A. y RODRÍGUEZ, B. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. Food Chemistry 84(4): 499-502.
15. DIAZ, C. 2003. Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera L.*) etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucriphya cordifolia Cav.*). Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ciencias Agrarias. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 107 p.
16. D.O MIEL VILLUERCAS – IBORES. 2009. Del Néctar a la miel. Documento on line: < <http://www.juntaex.es> (26 Agosto 2009).
17. FAO-WHO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / HEALTH WORLD ORGANIZATION (FAO/WHO). 2001. Codex Alimentarius. Texto abreviado. Roma, Italia. 459 p.
18. FERNÁNDEZ, P. (2007). “Estudio de la impregnación a vacío de miel y su efecto en atributos de calidad de hojuelas de manzana (*var.* Granny Smith) deshidratadas”. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. 76p.
19. FIGUEROA, A.; OYARZÚN, M.; TARATNAC, F. (2005). “Oportunidades de Mejoramiento en la Calidad e Inocuidad de la Cadena Productiva de la Miel en Chile”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, Santiago, Chile.
20. FRITSCH, S. 2000. Caracterización física, química, botánica y microbiológica de miel de abejas (*Apis mellifera L.*) proveniente de la región de Aysén. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 114 p.
21. FUSERO, S., SOLTERMANN, E. y LAJE, A. 1992. Composición química de mieles cosechadas en el sur de la provincia de Córdoba (Argentina). Alimentos 2(17): 5-10.

22. GARCIA, A.; SOTO, D. y ROMO, C. 1986. La miel de abejas. Composición química, propiedades y usos industriales. *Revista Chilena de Nutrición* 14(3): 183-191.
23. GOMEZ, A. 1996. Análisis sensorial de mieles: 1 Influencia de la composición y el procesado. *Vida Apícola* 80:16-20. POZAS, C. 2000. Diseño de Tres Mezclas de Miel de Chiloé, Enriquecidas con Polen, para Consumo Humano y su Caracterización Física, Química y Organoléptica. Tesis Lic. en Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 82 p.
24. GOMEZ, A. 1997. Análisis sensorial de mieles: Cristalización y proceso de cata. *Vida Apícola*. 81: 18 – 21.
25. GONZALVEZ, F. 1990. Agroindustria de la miel. Aspectos técnicos. En: IICA. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Santiago, Chile. pp. 5 – 11.
26. HARO, A. 2004. Elaboración de una mezcla de miel crema de abeja (*Apis mellifera* L.) con harina de piñones de *Araucaria araucana* ((Mol) K. Koch). Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 71p.
27. HUNTER LAB. (2008). Principios básicos de medida y percepción de color. Información técnica. Vol. 8, No 9.
28. INFOAGRO. 2009. Productos Apícolas. La miel. On line: < [http://www.infoagro.com/agricultura\\_ecologica/apicultura2.htm](http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura2.htm). (06 Agosto 2009).
29. JEAN – PROST, P. 1995. Apicultura: Conocimiento de la abeja – manejo de la colmena. Mundi – Prensa. Madrid, España. 551p.
30. MANRIQUE, A.; PÁRRAGA, R. (1995). “Producción de Miel y de Jalea Real”. Artículo N° 48, FONAIAP. San Juan de los Morros, Guarico.
31. NOZAL, M., BERNAL, J., DIEGO, J. y MARTIN, M. 2005. Classifying honeys from the Soria Province of Spain via multivariate analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 382(2): 311-319.
32. PARADA, J. 2003. Desarrollo de una mezcla de “miel crema” de abeja (*Apis mellifera*) con avellana chilena (*Gevuina avellana* Mol) para consumo humano.

- Tesis para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias 177p.
33. 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 – 27.
  34. PIANA, G. 1989. La miel. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
  35. PROAPIS. 2009. Apicultura Chilena: Un sector emergente. Documento on line: < [http://proapis.cl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=56:apichil&catid=38:bio&Itemid=40](http://proapis.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=56:apichil&catid=38:bio&Itemid=40) > (06 Julio 2009).
  36. POZAS, C. 2000. Diseño de Tres Mezclas de Miel de Chiloé, Enriquecidas con Polen, para Consumo Humano y su Caracterización Física, Química y Organoléptica. Tesis Lic. en Alim. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 82 p.
  37. REGLAMENTO SANITARIO DE LOS ALIMENTOS. 2010. D. Of. 13.05.97, actualizado en Marzo de 2010. Título XVII: De los Azúcares y de la Miel. Párrafo III: De la miel. Art 393 - 394. Ministerio de Salud, Chile. pp 138 - 139.
  38. 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.
  39. SAGPyA. 2009. Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentos. Área Apícola. Dirección de Industria Alimentaria. Dirección Nacional de Alimentos. Argentina. Documento on line (23 julio 2009): [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/economias\\_regionales/apicultura/informacion/la\\_miel.pdf](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/economias_regionales/apicultura/informacion/la_miel.pdf)
  40. SALAMANCA, G. 2001. “Criterios relativos al Análisis Sensorial de Mieles”. Departamento de Química. Facultad de Ciencias Básicas. Tolima Colombia.
  41. SERRA, J. 1989. Estudio de la validez de los índices que predicen la cristalización de la miel. Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. 29 (1): 47 – 62.

42. SOTO, C. 2008. Estudio de mieles monoflorales a través de análisis palinológico, físico, químico y sensorial. Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias. pp 6 – 19.
43. VALEGA, O. (2009). "Todo sobre la Miel". El Mundo de la Apicultura, Apícola Don Guillermo. Documento on line (07 julio 2009):  
[http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/131\\_Todo\\_sobre\\_miel.pdf](http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel/131_Todo_sobre_miel.pdf)
44. WHITE, J. 1994. The role of H.M.F. and assays in Honey quality evaluation. Bee World. 75: 104 – 117.
45. WHITE, J. 1975. Honey. In: DADANT AND SONS (ed.). The hive and the Honey bee. Illinois, USA. 740 p.

## ANEXOS

**ANEXO 1: Análisis estadístico a propiedades físico-químicas entre la miel (materia prima) y la miel crema al tiempo cero.**

### **Modelo lineal general: Humedad vs. C1 NO DIFERENCIA**

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Humedad, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,12615	0,12615	0,12615	7,27	0,054
Error	4	0,06940	0,06940	0,01735		
Total	5	0,19555				

S = 0,131719 R-cuad. = 64,51% R-cuad. (ajustado) = 55,64%

### **Modelo lineal general: Acidez vs. C1 NO DIFERENCIA**

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Acidez, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0001500	0,0001500	0,0001500	0,82	0,417
Error	4	0,0007333	0,0007333	0,0001833		
Total	5	0,0008833				

S = 0,0135401 R-cuad. = 16,98% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

### **Modelo lineal general: pH vs. C1 NO DIFERENCIA**

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para pH, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0000667	0,0000667	0,0000667	0,40	0,561
Error	4	0,0006667	0,0006667	0,0001667		
Total	5	0,0007333				

S = 0,0129099 R-cuad. = 9,09% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

### **Modelo lineal general: Sólidos Totales vs. C1 NO DIFERENCIA**

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Sólidos Totales, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,12615	0,12615	0,12615	7,27	0,054
Error	4	0,06940	0,06940	0,01735		
Total	5	0,19555				

S = 0,131719 R-cuad. = 64,51% R-cuad. (ajustado) = 55,64%

### Modelo lineal general: Sólidos Solubles vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Sólidos Solubles, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,1067	0,1067	0,1067	0,62	0,477
Error	4	0,6933	0,6933	0,1733		
Total	5	0,8000				

S = 0,416333 R-cuad. = 13,33% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

### Modelo lineal general: Sólidos Insolubles vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Sólidos Insolubles, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0008	0,0008	0,0008	0,00	0,953
Error	4	0,8307	0,8307	0,2077		
Total	5	0,8315				

S = 0,455723 R-cuad. = 0,10% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel. Miel Crema T0

### Modelo lineal general: Cenizas vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Cenizas, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,000600	0,000600	0,000600	0,60	0,482
Error	4	0,004000	0,004000	0,001000		

Total 5 0,004600

S = 0,0316228 R-cuad. = 13,04% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

## Modelo lineal general: Peso Específico vs. C1 DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel. Miel Crema T0

Análisis de varianza para Peso Específico, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0059914	0,0059914	0,0059914	18,81	0,012
Error	4	0,0012744	0,0012744	0,0003186		
Total	5	0,0072657				

S = 0,0178491 R-cuad. = 82,46% R-cuad. (ajustado) = 78,08%

## Analysis of Variance for aw - Type III Sums of Squares NO DIFERENCIA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,0001215	1	0,0001215	3,76	0,1246
RESIDUAL	0,000129333	4	0,0000323333		
TOTAL (CORRECTED)	0,000250833	5			

## Analysis of Variance for azúcares redcutores -Type III Sums of Squares -----

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,07935	1	0,07935	6,18	0,0678
RESIDUAL	0,0514	4	0,01285		
TOTAL (CORRECTED)	0,13075	5			

## NO DIFERENCIA

## Analysis of Variance for Conductividad Eléctrica - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,00166667	1	0,00166667	0,53	0,5083
RESIDUAL	0,0126667	4	0,00316667		
TOTAL (CORRECTED)	0,0143333	5			

## NO DIFERENCIA

## ANEXO 2: Análisis estadístico a propiedades físico-químicas entre la miel al tiempo cero y al tiempo 10 meses.

### Modelo lineal general: Humedad vs. C1 DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Humedad, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,57042	0,57042	0,57042	35,50	0,004
Error	4	0,06427	0,06427	0,01607		
Total	5	0,63468				

S = 0,126754 R-cuad. = 89,87% R-cuad. (ajustado) = 87,34%

### Modelo lineal general: Acidez vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Acidez, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0004167	0,0004167	0,0004167	2,27	0,206
Error	4	0,0007333	0,0007333	0,0001833		
Total	5	0,0011500				

S = 0,0135401 R-cuad. = 36,23% R-cuad. (ajustado) = 20,29%

### Modelo lineal general: pH vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para pH, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0002667	0,0002667	0,0002667	0,35	0,587
Error	4	0,0030667	0,0030667	0,0007667		
Total	5	0,0033333				

S = 0,0276887 R-cuad. = 8,00% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

### Modelo lineal general: Sólidos Totales vs. C1 DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
C1 fijo 2 Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Sólidos Totales, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,57042	0,57042	0,57042	35,50	0,004
Error	4	0,06427	0,06427	0,01607		
Total	5	0,63468				

S = 0,126754 R-cuad. = 89,87% R-cuad. (ajustado) = 87,34%

### Modelo lineal general: Sólidos Solubles vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Sólidos Solubles, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,015000	0,015000	0,015000	1,80	0,251
Error	4	0,033333	0,033333	0,008333		
Total	5	0,048333				

S = 0,0912871 R-cuad. = 31,03% R-cuad. (ajustado) = 13,79%

### Modelo lineal general: Sólidos Insolubles vs. C1 DIFERENCIA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Sólidos Insolubles, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,77042	0,77042	0,77042	35,72	0,004
Error	4	0,08627	0,08627	0,02157		
Total	5	0,85668				

S = 0,146856 R-cuad. = 89,93% R-cuad. (ajustado) = 87,41%

### Modelo lineal general: Cenizas vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor	Tipo	Niveles	Valores
C1	fijo	2	Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Cenizas, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0000667	0,0000667	0,0000667	0,10	0,768
Error	4	0,0026667	0,0026667	0,0006667		
Total	5	0,0027333				

S = 0,0258199 R-cuad. = 2,44% R-cuad. (ajustado) = 0,00%

## Modelo lineal general: Peso Especifico vs. C1 NO DIFERENCIA

Factor Tipo Niveles Valores  
 C1 fijo 2 Miel Crema T0. Miel Crema T10

Análisis de varianza para Peso Específico, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC sec.	SC ajust.	MC ajust.	F	P
C1	1	0,0000308	0,0000308	0,0000308	0,06	0,816
Error	4	0,0020050	0,0020050	0,0005012		
Total	5	0,0020358				

S = 0,0223884 R-cuad. = 1,51% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

### Analysis of Variance for aw - Type III Sums of Squares NO DIFERENCIA

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,0000015	1	0,0000015	0,05	0,8349
RESIDUAL	0,000121333	4	0,0000303333		
-----					
TOTAL (CORRECTED)	0,000122833	5			

### Analysis of Variance for Azúcares Reductores - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,0308167	1	0,0308167	7,77	0,0494
RESIDUAL	0,0158667	4	0,00396667		
-----					
TOTAL (CORRECTED)	0,0466833	5			

**NO DIFERENCIA**

### Analysis of Variance for Conductividad Eléctrica - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	0,00015	1	0,00015	0,04	0,8446
RESIDUAL	0,0137333	4	0,00343333		
-----					
TOTAL (CORRECTED)	0,0138833	5			

**NO DIFERENCIA**

**ANEXO 3:** Análisis estadístico a los datos obtenidos de Fuerza de compresión de la miel crema.

**Analysis of Variance for Fuerza máxima N** - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Tiempo meses	756,841	1	756,841	1983,32	0,0000
RESIDUAL	3,81603	10	0,381603		
TOTAL (CORRECTED)	760,657	11			

**DIFERENCIA**

**ANEXO 4:** Ficha utilizada por los jueces para evaluar las muestras sensorialmente.

Escala lineal no estructurada de 10 cm.

**Ficha respuesta calificación**

Tesis “Elaboración de miel crema a partir de miel orgánica (*apis mellifera*) mediante el método de cristalización inducida, y evaluación de sus propiedades texturales”

**Nombre:**

**Fecha:**

**Instrucciones:** sírvase evaluar la siguiente muestra de Miel crema. Marque con una línea vertical (sobre la línea horizontal) el lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de percepción del atributo a evaluar.

**Atributo:**

- INTENSIDAD DE COLOR:

*Suave* \_\_\_\_\_ *Intenso*

- HOMOGENEIDAD (relación miel/cristales):

*Menos homogénea* \_\_\_\_\_ *Más homogénea*

- UNTABILIDAD (consistencia):

*Menos dura* \_\_\_\_\_ *Más dura*

- DUREZA:

*Menos dura* \_\_\_\_\_ *Más dura*

- INTENSIDAD DE SABOR:

*Suave* \_\_\_\_\_ *Intenso*

**ANEXO 5:** Análisis estadístico a atributos evaluados sensorialmente a la miel crema.

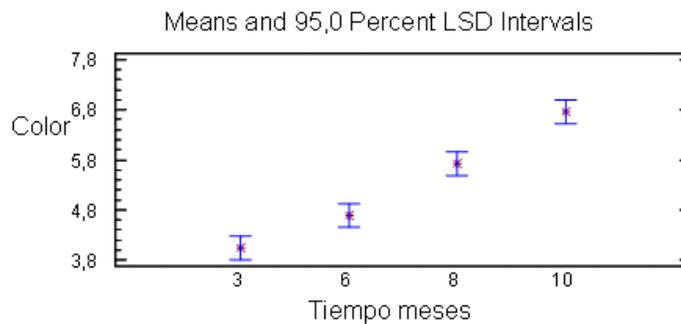
**INTENSIDAD DE COLOR:**

Multiple Range Tests for Color by Tiempo meses

Method: 95,0 percent LSD

Tiempo meses	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	8	4,0375	0,158695	X
6	8	4,6875	0,158695	X
8	8	5,725	0,158695	X
10	8	6,7625	0,158695	X

Contrast	Difference	+/- Limits
3 - 6	*-0,65	0,459723
3 - 8	*-1,6875	0,459723
3 - 10	*-2,725	0,459723
6 - 8	*-1,0375	0,459723
6 - 10	*-2,075	0,459723
8 - 10	*-1,0375	0,459723



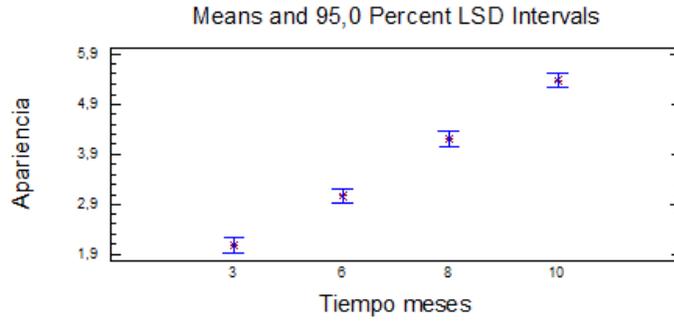
**HOMOGENEIDAD (Relación miel/cristales):**

Multiple Range Tests for Homogeneidad by Tiempo meses

Method: 95,0 percent LSD

Tiempo meses	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	8	2,075	0,104609	X
6	8	3,0625	0,104609	X
8	8	4,2125	0,104609	X
10	8	5,3875	0,104609	X

Contrast	Difference	+/- Limits
3 - 6	*-0,9875	0,303041
3 - 8	*-2,1375	0,303041
3 - 10	*-3,3125	0,303041
6 - 8	*-1,15	0,303041
6 - 10	*-2,325	0,303041
8 - 10	*-1,175	0,303041



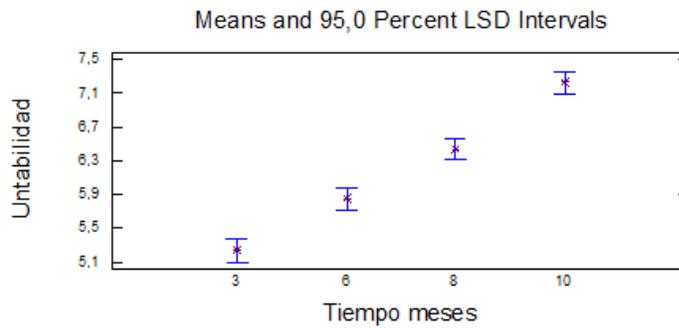
**UNTABILIDAD (Consistencia):**

Multiple Range Tests for Untabilidad by Tiempo meses

Method: 95,0 percent LSD

Tiempo meses	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	8	5,2375	0,092401	X
6	8	5,85	0,092401	X
8	8	6,4375	0,092401	X
10	8	7,225	0,092401	X

Contrast	Difference	+/- Limits
3 - 6	*-0,6125	0,267676
3 - 8	*-1,2	0,267676
3 - 10	*-1,9875	0,267676
6 - 8	*-0,5875	0,267676
6 - 10	*-1,375	0,267676
8 - 10	*-0,7875	0,267676



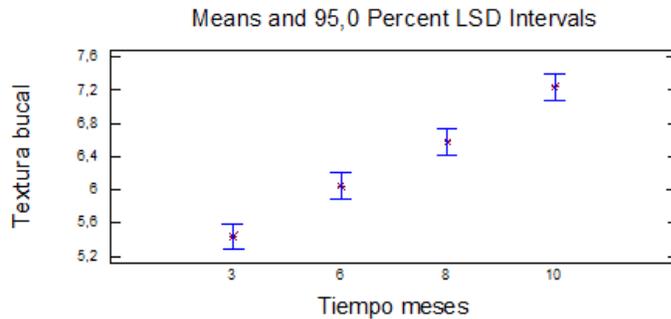
**DUREZA:**

Multiple Range Tests for Dureza by Tiempo meses

Method: 95,0 percent LSD

Tiempo meses	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	8	5,4375	0,107555	X
6	8	6,0375	0,107555	X
8	8	6,575	0,107555	X
10	8	7,2375	0,107555	X

Contrast	Difference	+/- Limits
3 - 6	*-0,6	0,311575
3 - 8	*-1,1375	0,311575
3 - 10	*-1,8	0,311575
6 - 8	*-0,5375	0,311575
6 - 10	*-1,2	0,311575
8 - 10	*-0,6625	0,311575



### INTENSIDAD DE SABOR (Aroma y gusto):

Multiple Range Tests for Sabor by Tiempo meses

Method: 95,0 percent LSD

Tiempo meses	Count	LS Mean	LS Sigma	Homogeneous Groups
3	8	6,175	0,161536	X
6	8	6,75	0,161536	X
8	8	7,725	0,161536	X
10	8	8,225	0,161536	X

Contrast	Difference	+/- Limits
3 - 6	*-0,575	0,467951
3 - 8	*-1,55	0,467951
3 - 10	*-2,05	0,467951
6 - 8	*-0,975	0,467951
6 - 10	*-1,475	0,467951
8 - 10	*-0,5	0,467951

