

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMIA**

**Estudio de mieles monoflorales a través de análisis  
palinológico, físico, químico y sensorial**

Tesis presentada como parte de  
los requisitos para optar al grado  
de Licenciado en Agronomía.

**Claudio Eduardo Soto Vargas**

VALDIVIA – CHILE

2008

**PROFESOR PATROCINANTE**

Miguel Neira C.  
Ing. Agr.

---

**PROFESORES INFORMANTES**

Magaly Rivero G.  
Prof. de Biología y Química, Dr. Cs.

---

Luigi Ciampi P.  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

**INSTITUTO DE PRODUCCIÓN Y SANIDAD VAGETAL**

*A mis Padres, a mi Hermano y a mis tías Sonia  
y Eliana por su apoyo incondicional y su amor.  
A todos mis amigos, por su complicidad, apoyo  
y ayuda constante.*

*“Todo guerrero de la luz ya tuvo miedo de entrar en combate.  
Todo guerrero de la luz ya traicionó y mintió en el pasado.  
Todo guerrero de la luz ya recorrió un camino que no le pertenecía.  
Todo guerrero de la luz ya sufrió por cosas sin importancia.  
Todo guerrero de la luz ya creyó que no era un guerrero de la luz.  
Todo guerrero de la luz ya falló en sus obligaciones espirituales.  
Todo guerrero de la luz ya dijo sí cuando quería decir no.  
Todo guerrero de la luz ya hirió a alguien a quien amaba.  
Por eso es un guerrero de la luz; porque pasó por todo eso y no perdió la esperanza de ser mejor de lo que era.”*

Paulo Coelho

## AGRADECIMIENTOS

Primero que todo a la Universidad Austral de Chile y en especial a mi profesor Don Miguel Neira, por su apoyo en el desarrollo de esta tesis y muy particularmente por sus consejos y motivación constante, para seguir adelante en mi afán de aportar un pequeño grado de arena al engrandecimiento de la Apicultura de mi país.

A todos aquellos que siempre estuvieron presentes de manera cercana en la universidad, en particular a Don Roberto Carrillo por su ayuda siempre desinteresada para terminar con éxito este trabajo y a todos los amigos del laboratorio de Entomología, en particular para Leticia. También a la Sra. Nimia Manquían del Laboratorio de Fitoquímica de la Facultad y por supuesto a todo su equipo de laboratoristas, Lucía, Paty y aunque ya no estén en el laboratorio no me olvido de Ramón y Jessica.

Un agradecimiento especial también, para la tante Sylvia de la escuelita rural, como ella llama tan cariñosamente a la secretaria de la Escuela de Agronomía de la Facultad. Además, para Irene y Yenny, que juntas las tres han tenido la misión de soportarme en estos últimos años de tesis y que siempre mantuvieron la mejor de las voluntades para ayudarme en lo que estuvo a su alcance hacer.

A los apicultores que con gran voluntad me regalaron las muestras de miel para que este estudio se pueda llevar a cabo y por confiar en este trabajo, Rodolfo Klaassen y Volken Plarre. Y a través de ellos a todos los apicultores con quienes he tenido oportunidad de trabajar en estos años, por su compromiso y pasión con el que esforzadamente trabajan en el campo en medio de aquellas obreras infatigables y organizadas que son las abejas.

No me puedo olvidar tampoco de mis amigos, que fueron mis confidentes y cómplices, además de brindarme todo su apoyo y cariño en algunos momentos difíciles. Gracias Vanessa, Daniela, Mario, Alex, Guillermo y todos aquellos con los que compartimos de forma cercana en el transcurso de la carrera. También para Mauro y su familia, que siempre me ha acogido con tanto cariño; Pablo con quien hemos podido compartir una especial amistad; Cristian, amigo y confidente; y Juan Carlos, por su solidez y fortaleza para sobreponerse en la vida.

Tampoco puedo olvidar unas palabras para el Dr. José Sánchez del Departamento de Botánica de la Universidad de Salamanca en España, con quien tuve oportunidad de trabajar en su laboratorio hace unos años y que permanentemente estuvo preocupado por mi trabajo. También a los profesores del mismo departamento por su cariñosa acogida, especialmente a Ximena por esas conversaciones tan bonitas y su alegría permanente. A todos los chicos del equipo de investigación, particularmente David, José Ángel, Sergio y Chencho quienes continuaron hasta último momento ayudándome con la bibliografía y alentándome a terminar rápido esta tesis.

Por último y muy especialmente, quiero agradecer a mi familia, a mis padres y a mi hermano, por el incondicional apoyo entregado en todos estos años de estudio y que estoy seguro me seguirán brindando por toda la vida. Igual, especiales agradecimientos a mis tías Sonia y Eliana, con quien he tenido la alegría de compartir estos últimos meses y quienes me han acogido, ayudado y dado ánimo constante para concluir de buena manera este proceso, de la misma forma en que lo han hecho siempre. Y al cariño entregado por mi abuelita Nelda, mi tía Eliana, mi prima Eugenia y mi regalona ahijada Valentina, así como a todos mis tíos y tías más cercanos.

Gracias a todos con quienes he compartido en esta etapa de la vida y que uno siempre recordará con afecto.

## ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Definición de miel	3
2.2	Clasificación de miel	4
2.2.1	Según su origen	4
2.2.1.1	Tipo I. Miel de flores	4
2.2.1.2	Tipo II. Miel de mielada	4
2.2.2	Según el método de extracción utilizado	4
2.2.2.1	Clase A o miel centrifugada	4
2.2.2.2	Clase B o miel de presión	4
2.2.2.3	Clase C o miel sobrecalentada	4
2.2.3	Otra Clasificación	4
2.2.3.1	Miel Monofloral	5
2.2.3.2	Miel Bifloral	5
2.2.3.3	Miel Polifloral	5
2.3	Composición físico-química de la miel	6
2.3.1	Composición física	6
2.3.1.1	Color	6
2.3.1.2	Sabor y Aroma	8
2.3.1.3	Textura	9
2.3.1.4	Humedad	10
2.3.2	Composición química	11
2.3.2.1	Carbohidratos	11

Capítulo		Página
2.3.2.2	Ácidos	14
2.3.2.3	Enzimas	16
2.3.2.3.1	Invertasa	16
2.3.2.3.2	Diastasa ( $\alpha$ -amilasa)	17
2.3.2.3.3	Glucoxidasa	17
2.3.2.4	Proteínas y aminoácidos	17
2.3.2.5	Minerales (Cenizas)	18
2.3.2.6	Hidroximetilfurfural (HMF)	19
2.4	Normas de calidad de la miel	20
2.4.1	Reglamento sanitario de los alimentos	20
2.4.2	Codex Alimentarius	20
2.5	Polen	22
2.5.1	Morfología y descripción	23
2.5.1.1	Polaridad	23
2.5.1.2	Simetría	23
2.5.1.3	Forma	24
2.5.1.4	Tamaño	26
2.5.1.5	Esporodermis	26
2.5.1.6	Aperturas	28
2.5.1.6.1	Forma	28
2.5.1.6.2	Número	30
2.5.1.6.3	Posición	31
2.6	Análisis sensorial	31
3	MATERIAL Y MÉTODO	33
3.1	Materiales	33
3.1.1	Muestras	33
3.1.2	Materiales usados en análisis palinológicos, físicos, químicos y sensoriales	34

Capítulo		Página
3.2	Método	34
3.2.1	Análisis físicos	34
3.2.1.1	Determinación de humedad, peso específico y contenido de sólidos totales	34
3.2.1.2	Sólidos insolubles en agua	34
3.2.2	Análisis químicos	34
3.2.2.1	Determinación de acidez	34
3.2.2.2	Determinación de pH	35
3.2.2.3	Determinación del contenido de azúcares reductores	35
3.2.2.4	Determinación del contenido de sacarosa aparente	35
3.2.2.5	Determinación de la actividad de diastasa	35
3.2.2.6	Determinación del contenido de hidroximetilfurfural (HMF)	35
3.2.2.7	Determinación del contenido de cenizas	36
3.2.2.8	Determinación de la conductividad eléctrica	36
3.2.3	Análisis de polen	36
3.2.3.1	Análisis cuantitativo	36
3.2.3.2	Análisis cualitativo	36
3.2.3.2.1	Acetólisis de miel	36
3.2.3.2.2	Montaje de las preparaciones	38
3.2.3.2.3	Conteo e identificación	39
3.2.4	Análisis sensorial	40
3.2.5	Análisis estadístico	40
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
4.1	Resultados del análisis palinológico	42
4.1.1	Análisis cuantitativo	42
4.1.2	Análisis cualitativo	44
4.2	Resultados de los análisis físicos y químicos de los tipos de miel	51
4.2.1	Humedad	51

Capítulo		Página
4.2.2	Peso específico	56
4.2.3	Sólidos totales	58
4.2.4	Sólidos insolubles en agua	60
4.2.5	Acidez libre, láctónica y total	61
4.2.6	pH	66
4.2.7	Azúcares reductores	68
4.2.8	Sacarosa aparente	70
4.2.9	Índice de diastasa	72
4.2.10	Hidroximetilfurfural (HMF)	75
4.2.11	Cenizas	77
4.2.12	Conductividad eléctrica	80
4.3	Resultados del análisis sensorial de los tipos de miel	82
5	CONCLUSIONES	86
6	RESUMEN	88
	SUMMARY	90
7	BIBLIOGRAFÍA	92
	ANEXOS	103

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tipificación compuesta de mieles según flora melífera y clasificación según especie(s)	5
2	Principales constituyentes aromáticos de la miel	8
3	Ácidos orgánicos en la miel	9
4	Constituyentes más importantes de la miel	12
5	Principales azúcares presentes en la miel (%)	14
6	Azúcares menores en la miel (% del total de la fracción de oligosacáridos)	15
7	Parámetros de calidad de la miel según <i>Codex Alimentarius</i> .	21
8	Forma del grano de polen según relación P/E	26
9	Elementos esculturales de la sexina del grano de polen	29
10	Origen de las muestras del estudio, tipo de acuerdo a su etiqueta y año de cosecha.	33
11	Categorías de MAURIZIO (1975)	37
12	Determinación de Clases de MAURIZIO (1975).	42
13	Tipos de polen identificados por muestra, expresados como porcentaje (%) de presencia.	44
14	Muestras de miel agrupadas de acuerdo a su origen botánico.	47
15	Caracterización físico química de los tipos de mieles del estudio	53
16	Comparación de estándares de calidad de mieles del estudio en relación a la normativa nacional y al <i>Codex Alimentarius</i> .	56
17	Caracterización sensorial de los tipos de mieles del estudio.	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Equilibrio aproximado entre la humedad relativa del aire y el contenido de agua de una miel de leguminosas.	11
2	Polaridad	24
3	Posibles combinaciones de los términos de polaridad y simetría (Fernández y Diez, 1990)	25
4	Tipos de contornos (MOORE et. al., 1991)	27
5	Estructura del tectum (MOORE y WEBB, 1978)	27
6	Diversas formas de elementos estructurales. A) Espínula; B) Espina; C) Báculo; D) Verruga; E) Gema; F) Pila; G) Clava; H) Gránulo	30
7	Porcentaje de muestras de miel agrupadas por el contenido de polen en 10 g de miel (MAURIZIO, 1975): Clase II: 20.000-100.000; Clase III: 100.000-500.000; Clase IV: 500.000-1.000.000; Clase V: >1.000.000.	43
8	Tipo de miel y porcentaje de muestras por tipo.	48
9	Granos de polen acetolizados de miel de tino ( <i>Weinmannia trichosperma</i> ), 60x.	49
10	Granos de polen acetolizados de miel de lotera ( <i>Lotus uliginosus</i> ), 60x.	49
11	Diversidad de granos de polen en miel de raps: a. <i>Brassica napus</i> ; b. Rosaceae; 60x.	50
12	Granos de polen acetolizados en miel de ulmo ( <i>Eucryphia cordifolia</i> ), 60x.	50
13	Granos de polen acetolizados en miel de hierba azul ( <i>Echium vulgare</i> ), 60x.	51

14	Contenido medio de humedad [%] para cada tipo de miel.	55
Figura		Página
15	Determinación del peso específico [g/ml] para cada tipo de miel.	57
16	Determinación del contenido de sólidos totales [%] para cada tipo de miel.	59
17	Determinación del contenido de sólidos insolubles [%] para cada tipo de miel.	60
18	Determinación de acidez libre [meq/Kg] para cada tipo de miel.	62
19	Determinación de acidez láctica [meq/Kg] para cada tipo de miel.	64
20	Determinación de acidez total [meq/Kg] para cada tipo de miel.	65
21	Determinación del pH para cada tipo de miel.	67
22	Determinación del contenido de azúcares reductores [%] para cada tipo de miel.	69
23	Determinación del contenido de sacarosa aparente [%] para cada tipo de miel.	71
24	Determinación de la actividad diastásica, por medio del índice de diastasa [°Gothe] para cada tipo de miel.	73
25	Determinación de HMF [mg/Kg] para cada tipo de miel.	76
26	Determinación del contenido de cenizas [%] para cada tipo de miel.	79
27	Determinación de conductividad eléctrica [mS/cm] para cada tipo de miel.	81
28	Apreciación general de un panel de cata, para cada tipo de miel.	84

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexos		Página
1	Materiales	104
2	Cartilla de Evaluación Sensorial	108
3	Análisis de varianza para Humedad	109
4	Análisis de varianza para Peso específico	111
5	Análisis de varianza para Sólidos totales	113
6	Análisis de varianza para Sólidos insolubles	115
7	Análisis de varianza para Acidez libre	117
8	Análisis de varianza para Acidez láctica	119
9	Análisis de varianza para Acidez total	121
10	Análisis de varianza para pH	123
11	Análisis de varianza para Azúcares reductores	125
12	Análisis de varianza para Sacarosa aparente	127
13	Análisis de varianza para índice de diastasa	129
14	Análisis de varianza para Hidroximetilfurfural, HMF	131
15	Análisis de varianza para Cenizas	133
16	Análisis de varianza para Conductividad eléctrica	135
17	Análisis de varianza para Análisis sensorial	137

## 1 INTRODUCCIÓN

Durante el año 1998, la apicultura de nuestro país comienza a organizarse a través de los productores y a partir de ese proceso se han venido generando, con el pasar de los años, una serie de avances en la investigación apícola.

El primer esfuerzo realizado se centró con fuerza en el desarrollo organizacional de las entidades de representación de los apicultores. Posteriormente y junto a las organizaciones, se estudió la situación sanitaria del apiario nacional, lo que tiene un impacto directo en la producción de miel que año a año son capaces de lograr los productores y que incide en la inocuidad final del producto. También se apoyó la capacitación de ellos en técnicas de manejo sanitario y aseguramiento de la calidad. Además, los centros de investigación han desarrollado líneas de estudio tendientes al mejoramiento genético del material biológico del territorio nacional, así como estudios de productos y subproductos de las colmenas, además del desarrollo y formulación de tecnologías para lograr nuevos productos.

En particular, una de las líneas que se desarrollan para la diversificación de la producción de miel, es la caracterización de mieles especiales definidas por su origen botánico y/o geográfico. A esto se ha sumado en los últimos tres años, el análisis de sus propiedades nutricionales y terapéuticas, que pueden conferir a este producto un carácter particular y asimismo, se crea un interesante nicho de mercado a nivel nacional, que podría tener interesantes proyecciones internacionales, más aún cuando pensamos que Chile exporta su miel a granel a los mercados extranjeros.

Este trabajo que recién se inicia en nuestro país, se ha realizado en numerosos países. En ellos se han identificado tipos de mieles monoflorales o

uniflorales, que han sido descritas a partir de su origen botánico y las características que se logran al medir los parámetros físicos, químicos y organolépticos de calidad de la miel.

La literatura internacional refleja el avance que se ha logrado en la definición de mieles monoflorales y refleja que las características de estas son más afectadas por su origen botánico que por su origen geográfico. Lo que quiere decir, que éstas pueden ser designadas de acuerdo a su fuente floral o de la planta de la que provienen, siempre que provenga total o parcialmente de esa fuente en particular y tenga las propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microscópicas (granos de polen y/o elementos de mielada) en correspondencia con ese origen.

Las mieles producidas en nuestro país no escapan a lo anterior, y por lo tanto, la flora propia de las diversas zonas de producción de miel permitiría obtener algunos tipos monoflorales sobre las que se han realizado algunos trabajos, pero sin lograr una tipificación completa de ellas.

Por lo tanto se plantea como hipótesis de este trabajo, que las mieles en estudio presentan características físicas, químicas y sensoriales de acuerdo a su origen botánico, definido a través del análisis de polen.

El objetivo general de esta investigación es estudiar algunos tipos de mieles monoflorales y analizar sus características.

Como objetivos específicos, se plantea:

- Determinar y analizar el origen botánico de las mieles estudiadas.
- Determinar y analizar las características físicas, químicas y sensoriales de las mismas.
- Analizar su calidad de acuerdo a los estándares exigidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos y del *Codex Alimentarius*.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 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, 2004, 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 mellifera*, con el néctar de las flores y exudados de plantas aromáticas (CHILE, MINISTERIO DE SALUD (SNS), 2004).

La miel es la sustancia natural dulce producida por la abeja *Apis mellifera* 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).

## **2.2 Clasificación de miel**

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

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

2.2.1.1 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%. Esta miel es levógira.

2.2.1.2 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%. Esta miel es dextrógira.

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

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

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

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

**2.2.3 Otra Clasificación:** De acuerdo a la Norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005), para la denominación de origen botánico mediante ensayo

melisopalinológico, la miel se puede tipificar, de acuerdo a la flora melífera usada por la abeja para obtener néctar y polen, en los tipos:

2.2.3.1 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.

2.2.3.2 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.

2.2.3.3 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%.

A su vez, los tres tipos simples indicados se pueden clasificar, según la(s) especie(s) vegetal(es) que la conforman, en las clases: endémicas, nativas, no nativas o mixtas, conformando los tipos compuestos indicados en el CUADRO 1.

**CUADRO 1 Tipificación compuesta de mieles según flora melífera y clasificación según especie(s)**

<b>Clase</b>	<b>Tipo Monofloral</b>	<b>Tipo Bifloral</b>	<b>Tipo Polifloral</b>
Endémica	Monofloral endémica	Bifloral endémica	Polifloral endémica
Nativa	Monofloral nativa	Bifloral nativa	Polifloral nativa
No Nativa	Monofloral no nativa	Bifloral no nativa	Polifloral no nativa
Mixta	-	Bifloral mixta	Polifloral mixta

Fuente: Norma Chilena 2981 Of.2005 (CHILE-INN, 2005).

## **2.3 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 AGUILAR 2001).

**2.3.1 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 FRITSCH, 2000).

2.3.1.1 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 BOETTCHER (1998), 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 BOETTCHER, 1998).

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, cuando más sales minerales tenga una miel, más compuestos pardos se formarán y más oscura será la miel (Gómez 1996 a, citado por BOETTCHER, 1998).

Thawley (1969), citado por BOETTCHER (1998), afirma que las mieles oscuras son más ricas en minerales y en dextrinas, así como en material nitrogenado.

Las mieles claras tienen un contenido mineral bajo, del orden del 0.1%, mientras que las mieles oscuras tienen porcentajes más altos, que superan a veces el 1% (Gómez 1995, citado por BOETTCHER, 1998 y Peris 1990, citado por POZAS, 2000).

Según Thawley (1969), citado por BOETTCHER (1998), 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).

Es importante mencionar, que la miel aparece de un color más claro cuando está granulada, debido a que refleja una mayor cantidad de luz. Para una misma miel, el color varía de acuerdo al tipo de granulación que haya alcanzado (Peris 1990, citado por BOETTCHER, 1998).

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, citado por FRITSCH, 2000).

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 BOETTCHER, 1998).

El color de la miel, es medido comúnmente por un colorímetro Pfund (White 1975 b y Crane 1980 a, citados por CRANE, 1990), pero las lecturas están más estrechamente relacionadas con la densidad óptica (grado de turbidez, no transparencia) que con el color.

2.3.1.2 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).

WHITE (1975), cita que hay tantos sabores diferentes de la miel, como plantas fuentes de néctar existen. A lo que Cornejo (1988), citado por POZAS (2000) 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 BOETTCHER (1998), añade que existe una gran variedad de aromas y sabores dado a los diferentes azúcares, aminoácidos, taninos y otras sustancias no volátiles que contribuyen al sabor y aroma de la miel.

Algunas mieles monoflorales, tienen aromas específicos de las plantas de que provienen, sin embargo hay otras mieles que tienen aromas que no se relacionan con las plantas de origen (GOMEZ, 1996).

CRANE (1990), señala que el aroma está dado por sustancias volátiles y que probablemente todas las mieles contienen formaldehído, propionaldehído y acetona, y la mayoría también contiene benzil alcohol y feniletanol con ácido fenil acético, que se produce durante la oxidación (CUADRO 2).

**CUADRO 2 Principales constituyentes aromáticos de la miel.**

<b>Alcoholes</b>	<b>Cetonas y Aldehídos</b>	<b>Ésteres</b>
Benzil alcohol	Formaldehidos	Metilantranilato
2-feniletanol	Propionaldehidos	Metil y etil formato
Metanol y etanol	Dimetilcetona	Etil y propil acetato

Fuente: Adaptado de Maurizio *et al.* (1975), citado por CRANE (1990).

En lo que respecta al sabor, los ácidos orgánicos (CUADRO 3) son un grupo de constituyentes que contribuyen a otorgar esta característica. Uno de los más importantes es el ácido glucónico, producido por la acción de la glucoxidasa sobre la glucosa (CRANE, 1990).

**CUADRO 3 Ácidos orgánicos en la miel.**

Presentes	Probablemente presentes
Acético Butírico Cítrico Fórmico Fumárico Glucónico $\alpha$ -cetoglutárico Láctico Maleico Málico Oxálico Piroglutámico Succínico Tartárico	$\alpha$ - o $\beta$ -glicerofosfato Glicólico Glucosa-6-fosfato 2- ó 3-fosfoglicérico Pirúvico

Fuente: White (1975a), citado por CRANE (1990)

2.3.1.3 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, citado por BOETTCHER, 1998).

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.

La cristalización es un fenómeno natural, físico, que se produce en la mayor parte de las mieles tras un período más o menos largo en el que intervienen diversos factores, en especial la sobresaturación de la miel en glucosa, a veces otros azúcares como la melicitosa y algunos polisacáridos por su baja solubilidad (Olivares 1994, citado por BOETTCHER, 1998).

Según CRANE (1990), si la miel es almacenada a temperaturas mucho mas bajas que en la colmena, algunos de sus azúcares cristalizan. La miel tiende también a granular si el contenido de glucosa es alto y también por la razón entre la glucosa y el contenido de agua. Aunque este último parámetro no se relaciona bien para todas las mieles, ya que en particular mieles con un bajo contenido de agua (alrededor de 13%), son mucho menos propensas a cristalizar.

Algunos factores que favorecen la cristalización de la miel son (Krell 1996, citado por BOETTCHER, 1998): una alta relación glucosa/agua (más del 35% glucosa), un contenido de polisacáridos mayor a 15%, presencia de núcleos de cristalización (cristales primarios, polvo, cera, etc.), y temperaturas entre 5 a 25°C.

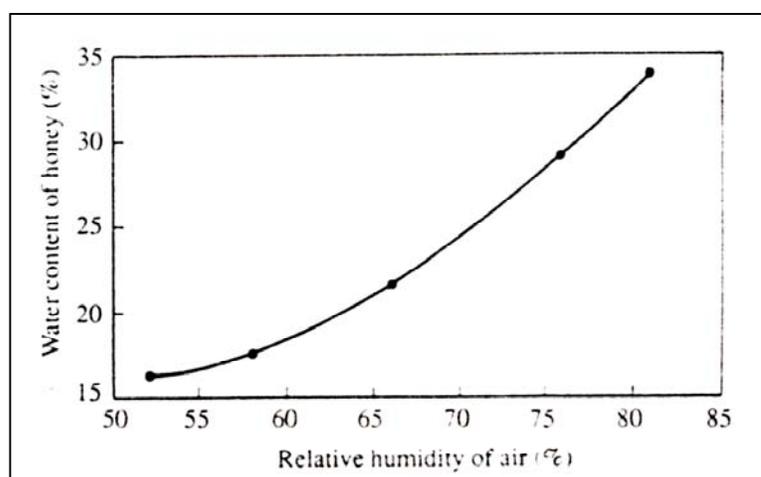
2.3.1.4 Humedad: El grado de humedad mide el porcentaje de agua de una determinada miel (GOMEZ, 1996).

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 POZAS, 2000).

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).

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.

El proceso de deshidratación de la miel es más lento que el proceso de absorción de agua desde la humedad medio ambiental (FIGURA 1) (CRANE, 1990).



Fuente: Martin 1958, citado por CRANE, 1990

**FIGURA 1 Equilibrio aproximado entre la humedad relativa del aire y el contenido de agua de una miel de leguminosas.**

**2.3.2 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.

La composición química promedio de la miel, se muestra en el CUADRO 4.

**2.3.2.1 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 GOMEZ (1996), quien señala que además de otorgar el sabor dulce, este no es igual para todas las mieles, ya que no todas tienen la misma composición de azúcares.

#### CUADRO 4 Constituyentes más importantes de la miel.

Nutriente	Cantidad Promedio por 100 g.
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
<i>Vitaminas</i>	
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
<i>Minerales</i>	
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
<i>Enzimas</i>	
Invertasa	Sacarosa
Glucosa-oxidasa	Glucosa
Diastasa	Azúcar
Catalasa	Peróxido de hidrógeno

**Continuación CUADRO 4**

<i>Microorganismos</i>	<i>Toxina producida:</i>
<i>Clostridium botulinum</i>	A, B, C1, C2, D, E, F, G
<i>C. butyricum</i>	E
<i>C. barati</i>	F
<i>Características físicas</i>	<i>Valor/Rango</i>
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)

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

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 (CUADRO 5), 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.

**CUADRO 5 Principales azúcares presentes en la miel (%)**

<b>Componente</b>	<b>Promedio</b>	<b>Rango</b>
Fructosa (levulosa)	38.2	27.2-44.3
Glucosa (dextrosa)	31.3	22-40.7
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)

La miel de flores es más rica en azúcares simples (levulosa y dextrosa), contiene menos ácidos y es más pobre en disacáridos que la miel de mielada. La mayor cantidad de sales minerales (cenizas) que contiene la miel de mielada, le da una menor acidez activa (mayor pH) (White y Doner 1980, citados por FRITSCH, 2000).

Otro azúcar presente es la sacarosa, si su contenido es mayor al 8% ha sido asociado con una alimentación con azúcar a las abejas o bien adición de sacarosa a la miel (Molina 1988, citado por BOETTCHER, 1998). La cantidad de ella ha sido utilizada como medio para detectar adulteración de la miel por adición de esta (Molina 1990, citado por BOETTCHER, 1998).

Según GARCIA *et al.* (1986), en las últimas décadas se han identificado más de 8 disacáridos, 11 trisacáridos y 2 polisacáridos (CUADRO 6).

2.3.2.2 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 (GOMEZ, 1996).

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 que varía de 3,4 a 6 (GARCIA *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).

**CUADRO 6 Azúcares menores en la miel (% del total de la fracción de oligosacáridos).**

<b>Disacáridos</b>	<b>%</b>	<b>Trisacáridos</b>	<b>%</b>	<b>Oligosacáridos</b>	<b>%</b>
Maltosa	29.4	Erlosa	4.5	Isomaltotetraosa	0.33
Kojibiosa	8.2	Theanderosa	2.7	Isomaltopentaosa	0.16
Turanosa	4.7	Panosa	2.5		
Isomaltosa	4.4	Maltotriosa	1.9		
Sucrosa	3.9	1-kestosa	0.9		
Maltulosa (y 2 ketosas no identificadas)	3.1	Isomaltotriosa	0.6		
Nigerosa	1.7	Melicitosa	0.3		
$\alpha$ , $\beta$ -trehalosa	1.1	Isopanosa	0.24		
Gentiobiosa	0.4	Centosa	0.05		
Laminaribiosa	0.09	3- $\alpha$ -isomaltosilglucosa	Traza		
<b>TOTALES</b>	<b>56.99</b>		<b>13.69</b>		<b>0.49</b>

Fuente: adaptado de CRANE (1990).

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).

La miel contiene variados ácidos (CUADRO 3), principalmente glucónico, producido por la acción de la glucoxidasa sobre la glucosa (Thawley 1969, citado por BOETTCHER, 1998). 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 BOETTCHER, 1998).

2.3.2.3 Enzimas: Las enzimas son 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 de 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 trofolaxis 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 ( $H_2O_2$ ) (GOMEZ, 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 (GARCIA *et al.*, 1986)

2.3.2.3.1 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 (GARCIA *et al.*, 1986). WHITE (1975), señala que la invertasa es indudablemente la enzima más importante en la miel.

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 GARCIA *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.

2.3.2.3.2 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 amilasa en la miel pueden ser usados como un indicador que la miel ha sido sobrecalentada.

Varios autores coinciden en mencionar que esta enzima es sensible al calentamiento de la miel, sufre degradación con el tiempo de almacenaje y varía entre los diversos tipos de mieles de acuerdo a algunos factores como: el estado fisiológico de la colonia, la abundancia de néctar y su contenido de azúcar, la edad de las abejas y el consumo de polen (SERRANO *et al.* 2007; BOGDANOV *et al.* 2004; SERRA *et al.*, 2000 y Molina 1990, citado por POZAS, 2000).

La actividad diastásica en miel almacenada a temperatura ambiente disminuye a una velocidad promedio de 3% mensual (White 1987, citado por FUSERO *et al.*, 1992).

2.3.2.3.3 Glucoxidasa: La  $\alpha$ -glucoxidasa 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).

Según WHITE (1975), esta enzima se origina en la glándula hipofaríngea de la abeja. Se ha encontrado glucoxidasa en la glándula hipofaríngea de las abejas, como así mismo en la miel, por lo que se piensa que su origen reside en la abeja (GARCIA *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 inhibición o actividad antibiótica atribuida desde hace mucho tiempo a la miel (GARCIA *et al.*, 1986).

2.3.2.4 Proteínas y aminoácidos: El contenido de proteínas en la miel es muy poco significativo, inferior a un 0.25% (GARCIA *et al.*, 1986). BOETTCHER

(1998), 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 considerado de valor nutritivo, sin embargo tiene la ventaja de ser directamente asimilable, sin la necesidad de sufrir ningún proceso digestivo (CRANE, 1990). White (1975a), citado por CRANE (1990) señala que ciertos aminoácidos son derivados de las abejas y son comunes para todas las mieles.

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.

La prolina es el mayor aminoácido libre, es aportado por las abejas, y la mayoría se origina en el polen que ellas consumen temprano en su vida (CRANE, 1990). Davies (1978), citado por CRANE (1990) sugiere que es secretado por la glándula hipofaríngea y sirve para regular la secreción de invertasa en el néctar, durante su conversión a miel.

2.3.2.5 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).

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.

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% (GARCIA *et al.*, 1986).

El potasio es el catión más representado y los fluoruros son los más numerosos en la fracción aniónica (Poaina 1996, citado por BOETTCHER, 1998).

Todos los minerales están presentes en la miel en forma de fosfatos, silicatos y cloruros perfectamente asimilables, por lo que rápidamente se incorporan al organismo (Martinez 1976, citado por BOETTCHER, 1998).

2.3.2.6 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 esta (Cornejo 1993, citado por BOETTCHER, 1998).

Según SÁINZ y GÓMEZ (1999) 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 (Bosch 1986, citado por FUSERO *et al.*, 1992).

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 (BIANCHI, 1990).

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.

## 2.4 Normas de calidad de la miel

Cada país tiene sus propias disposiciones respecto de los parámetros que serán aceptados para definir si una miel cumple o no con lo mínimo para considerarse de calidad. Es por ello que a continuación se presentan los parámetros establecidos en el reglamento sanitario de los alimentos de nuestro país y también los que establece el *Codex Alimentarius*, que es aceptado en todo el mundo como parámetro internacional.

**2.4.1 Reglamento sanitario de los alimentos:** Según al artículo N°394 del Reglamento Sanitario de los Alimentos del Ministerio de Salud de Chile de 2004, la miel debe cumplir con los siguientes requisitos de calidad (CHILE, MINISTERIO DE SALUD (SNS), 2004):

- 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 hidroximetil furfural 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.

**2.4.2 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).

Se asignan los parámetros de calidad, señalados en el CUADRO 7.

**CUADRO 7 Parámetros de calidad de la miel según Codex Alimentarius.**

a) Contenido de humedad	
Mieles no indicadas a continuación:	no más del 20%
Miel de brechina ( <i>Calluna</i> sp.)	no más del 23%
b) Contenido de azúcares	
<i>Contenido de fructosa y glucosa (suma de ambas)</i>	
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
<i>Contenido de sacarosa</i>	
Mieles no indicadas a continuación:	no más que 5 g/100g
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
c) Contenido de sólidos insolubles en agua	
Mieles distintas de la miel prensada	no más que 0,1 g/100g
Miel prensada	no más que 0,5 g/100g
d) Acidez libre	no más que 50 miliequivalentes de ácido por 1000 gramos

**Continuación CUADRO 7**

e) Actividad de diastasa	
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
f) Contenido de hidroximetilfurfural	
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
g) Conductividad eléctrica	
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” ( <i>Arbutus unedo</i> ), “bell heather” ( <i>Erica</i> spp.), eucalyptus, “lime” ( <i>Tilia</i> spp.), “ling heather” ( <i>Calluna vulgaris</i> ), “manuka or jelly bush” ( <i>Leptospermum</i> spp.), “tea tree” ( <i>Melaleuca</i> spp.)	no menos que 0.8 mS/cm

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

**2.5 Polen:**

El grano de polen corresponde al microgametófito de las plantas con semillas, gameto masculino que se encarga de la fecundación durante el proceso de polinización (STRASBURGER *et al.*, 1994; PUNT *et al.*, 1994 y MAURIZIO, 1975).

SAWYER (1988) y MAURIZIO (1975) coinciden en señalar que el origen del polen encontrado en la miel proviene de los granos de polen que han logrado caer al interior del néctar de la flor, ya sea por el viento o por algún movimiento que esta haya sufrido por la acción de algún insecto, liberando los granos de polen maduros de las anteras, de los que una parte cae al interior del

néctar. Luego es libado por las abejas y llevado al interior de la colmena, donde es depositado en las celdillas para la maduración y formación de la miel, quedando los granos de polen ahí contenidos.

SÁINZ Y GÓMEZ (1999) coinciden con lo anterior y señalan que existen algunos factores que hacen variar el contenido polínico en la miel, dentro de los que mencionan: morfología floral, posición de los nectarios, posición y número de estambres, separación del gineceo con respecto a los estambres, escasez de polen en plantas híbridas, morfología polínica, distancia de la fuente de néctar, concentración de azúcares en el néctar, prácticas apícolas, adiciones fraudulentas de polen y la climatología.

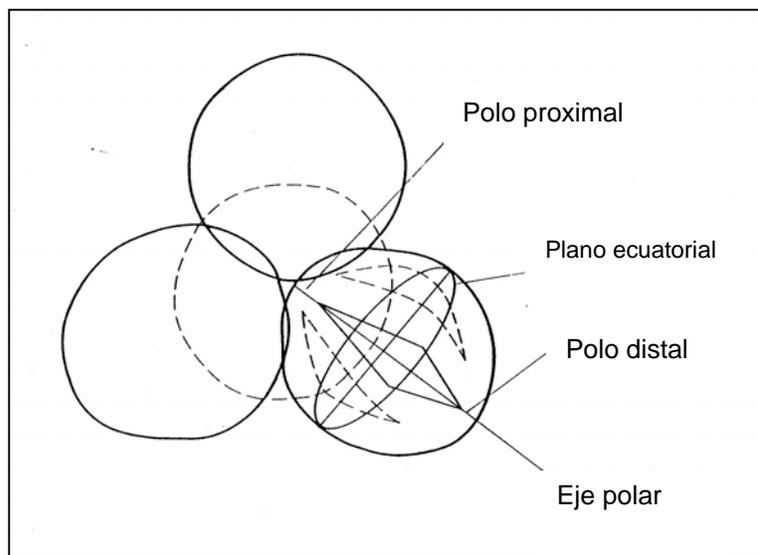
**2.5.1 Morfología y descripción:** A continuación se revisan las principales características del grano de polen, que son empleadas en su descripción morfológica y posterior identificación.

2.5.1.1 Polaridad: Según STRASBURGER *et al.* (1992) y RODRIGUEZ (2003), cada grano de polen presenta un área o polo proximal, que corresponde a la zona más próxima al centro de la tétrada, y un polo distal que corresponde al lado externo opuesto. La línea imaginaria que une ambos polos se denomina eje polar (P), y la línea perpendicular a este eje por el ecuador se denomina plano ecuatorial (E) (FIGURA 2).

Según la polaridad los granos pueden ser: isopolares, subisopolares y heteropolares. En los primeros, el plano ecuatorial lo divide en dos mitades iguales, la mitad proximal y la opuesta como cara distal. En los granos heteropolares, las dos caras son disímiles y en los subisopolares son más o menos disímiles (BAEZ, 1998).

2.5.1.2 Simetría: Los granos de polen pueden ser simétricos o asimétricos. A su vez la simetría puede ser radial (radiosimétricos) o bilateral (bisimétricos). Los primeros tienen más de dos planos verticales de simetría, o si tienen sólo dos,

los ejes ecuatoriales son de igual longitud. Los de simetría bilateral tienen dos planos de simetría como máximo y contrariamente a los granos radiosimétricos, cuando tienen esos dos planos los ejes ecuatoriales son de diferente longitud (BAEZ, 1998) (FIGURA 3).



**FIGURA 2 Polaridad (MOORE y WEBB, 1978).**

2.5.1.3 Forma: El polen es semejante a una esfera pequeña en la cual sus paredes no son del todo continuas. Esta característica le permitiría en determinadas circunstancias expandirse a expensas del estiramiento de las zonas próximas a sus aberturas (Saenz 1978, citado por OLEA, 1986).

La forma del grano de polen es muy variable, aunque se considera a la esferoide como la fundamental y de la que puede derivar hacia elipsoides por alargamiento o reducción de la longitud del eje en relación con el diámetro ecuatorial (RODRIGUEZ, 2003).

La forma se define de dos maneras: según ERDTMAN (1943) utilizando la relación de los ejes polar y ecuatorial (P/E) (CUADRO 8) y según BAEZ (1998), describiendo el contorno del mismo, tanto en visión ecuatorial como en visión polar (FIGURA 4).

		SIMETRICOS						ASIMETRICOS			
		RADIO SIMETRICOS		BISIMETRICOS							
				ISOBISIMETRICOS		HETEROBISIMETRICOS					
		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR		Y.ECUATORIAL	Y.POLAR		
ISOPOLARES											
HETEROPOLARES											
SUBISOPOLARES											
APOLARES											

FIGURA 3 Posibles combinaciones de los términos de polaridad y simetría (FERNÁNDEZ y DIEZ, 1990).

**CUADRO 8 Forma del grano de polen según relación P/E.**

FORMA	Relación P/E
Perprolato	2
Prolato	2 - 1,33
Subprolato	1,33 - 1,14
Esferoidal	1
Oblato-esferoidal	1,00 - 0,88
Suboblato	0,88 - 0,75
Oblato	0,75 - 0,50

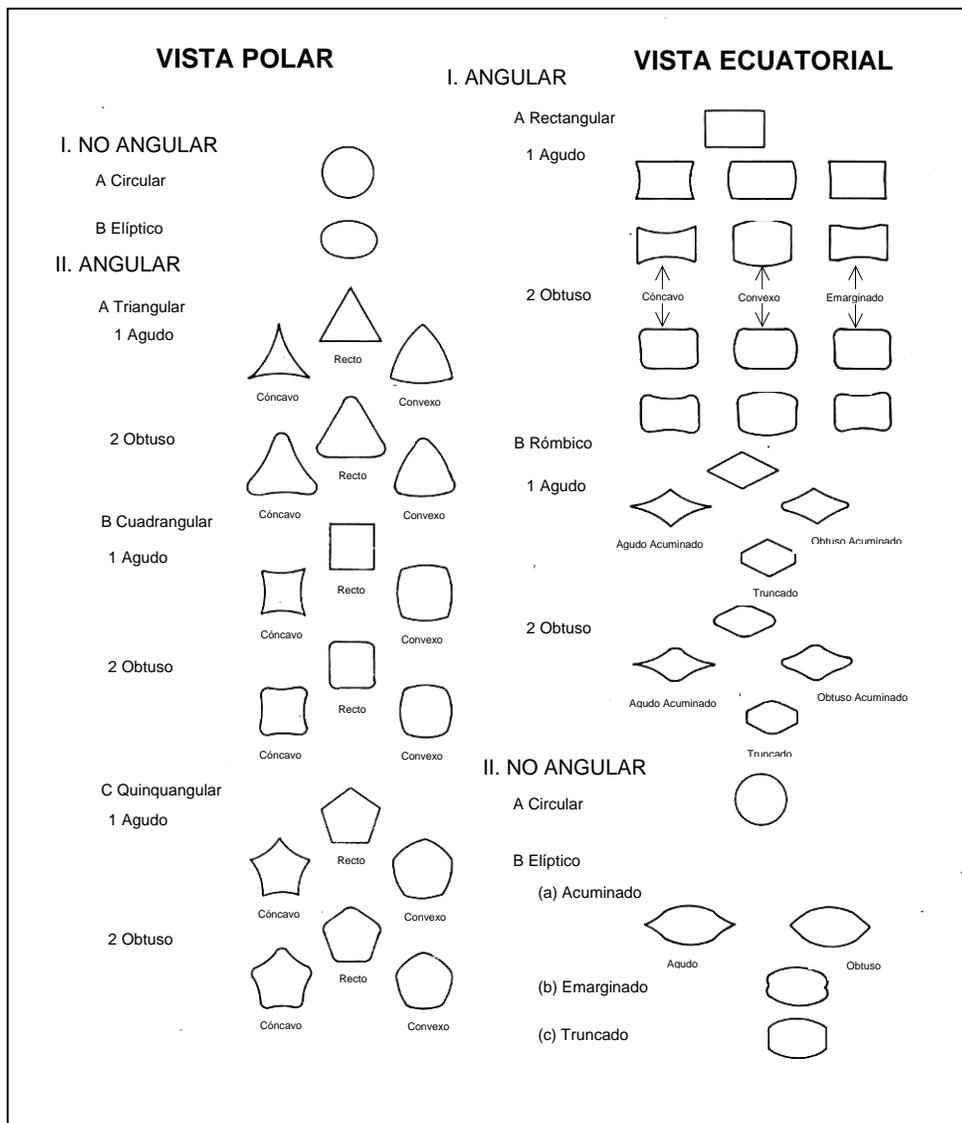
Fuente: ERDTMAN (1943).

2.5.1.4 Tamaño: Según Sáenz (1978), citado por OLEA (1986), el tamaño del grano de polen es un buen índice taxonómico, ya que este en general permanece constante dentro de la misma especie. Pero el mayor riesgo de su uso en lo taxonómico, son las variaciones que sufre su tamaño al ser tratado para el montaje.

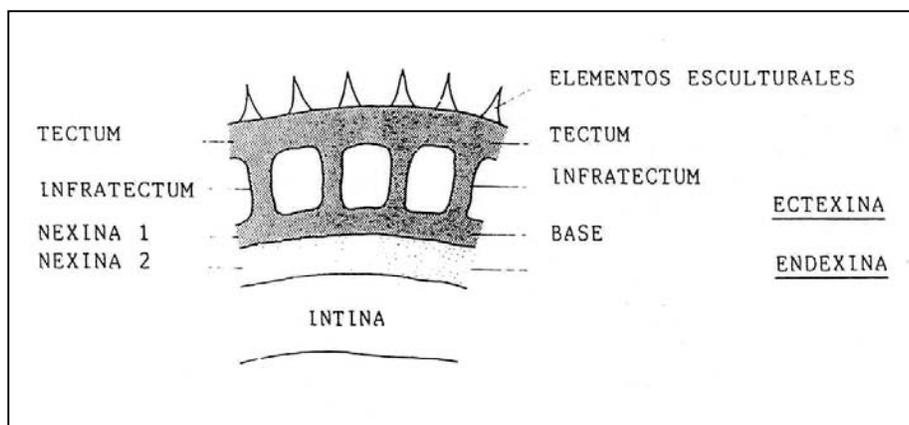
El tamaño está determinado por la longitud de los ejes polar y ecuatorial; estos ejes son medidos óptimamente meridiana y ecuatorialmente (Sáenz 1978, citado por OLEA, 1986).

Esta característica es muy variable, los más pequeños que se han observado son los de *Myosotis* spp. cuyo eje polar mide 2,5  $\mu$ , y los de mayor tamaño encontrados en *Cucurbita* spp. cuyo diámetro alcanza 200  $\mu$ .

2.5.1.5 Esporodermis: La esporodermis constituye la envoltura del contenido celular, siendo de naturaleza compleja. Esta comprende básicamente dos capas: la intina, que es la capa interna, y la exina que es la capa externa (BAEZ, 1998; BOETTCHER, 1998) (FIGURA 5).



**FIGURA 4 Tipos de contornos (MOORE et al., 1991).**



**FIGURA 5 Estructura del tectum (MOORE y WEBB, 1978).**

La capa externa o exina, está compuesta por esporopoleninas y es utilizada frecuentemente en la clasificación taxonómica ya que resiste la acetólisis, producto de que es una de las capas más resistentes del grano de polen y de las esporas en las plantas vasculares (BAEZ, 1998; BOETTCHER, 1998).

Dentro de la exina distinguimos dos capas que, de dentro hacia fuera, se denominan endexina y ectexina (Faegri 1956, citado por RODRIGUEZ, 2003). Sin embargo, ERDTMAN (1952) prefirió distinguir las capas por criterios morfológicos: la nexina (interna), no estructurada, generalmente lisa y homogénea, y la sexina (externa) con elementos dispuestos radialmente.

La sexina presenta elementos esculturales de forma y tamaño variado (CUADRO 9 y FIGURA 6), los que pueden estar aislados o fusionados en la parte terminal constituyendo una nueva envoltura denominada tectum. El tectum es soportado por columelas con una morfología particular. Los granos de polen que no poseen tectum se llaman intectados, y los que lo presentan, tectados (BAEZ, 1998).

2.5.1.6 Aperturas: Strassburger (1974), citado por OLEA (1986), señala que los granos de polen pueden ser clasificados en inaperturados si no presentan aperturas o aperturados si las tienen.

Sáenz (1978), citado por OLEA (1986), BAEZ (1998) y BOETTCHER (1998), coinciden en que las aperturas del grano de polen son zonas adelgazadas y especialmente delimitadas de la exina, que cumplen básicamente dos funciones: permitir la salida del tubo polínico y permitir el acomodamiento del contenido.

2.5.1.6.1 Forma: Las aperturas pueden ser simples o compuestas. Dentro de las primeras existen dos tipos: una circular, llamada poro, y una alargada llamada colpo. La exina puede sufrir ciertas modificaciones cuando rodea alguno de estos dos tipos de aperturas; así, cuando esta rodea a un poro, la

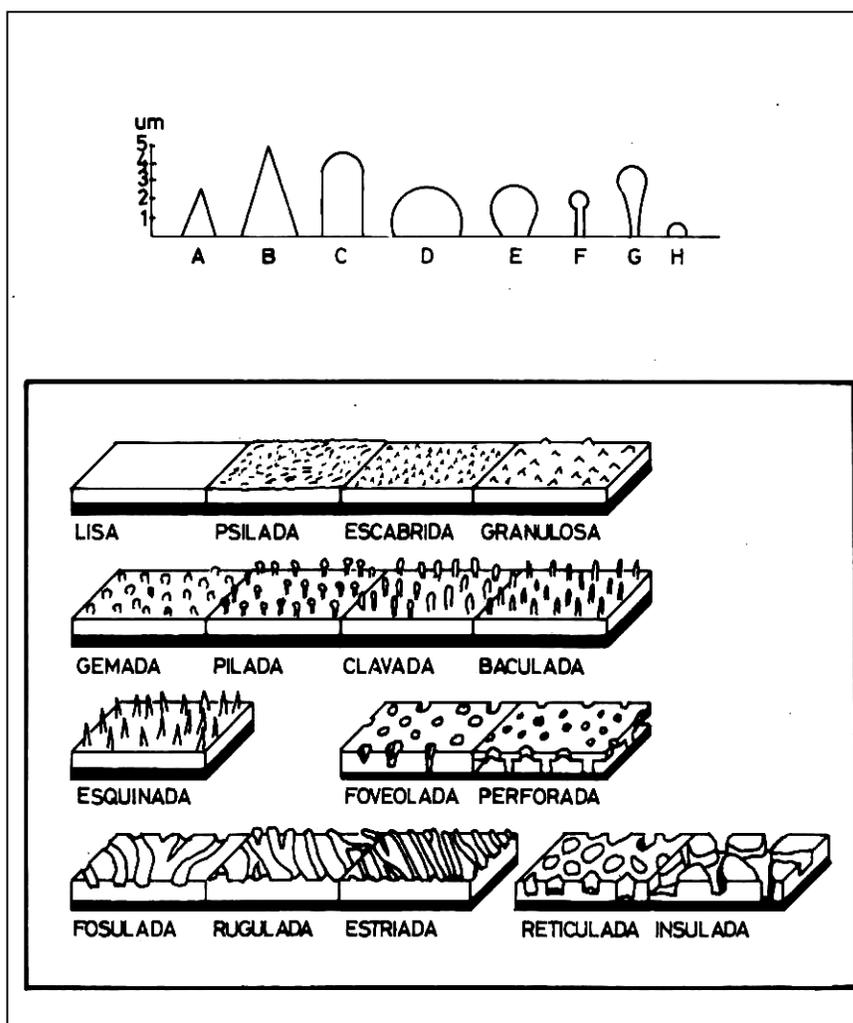
estructura se denomina anillo, y si sucede alrededor de un colpo, se denomina margen (BAEZ, 1998).

**CUADRO 9 Elementos esculturales de la sexina del grano de polen.**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
<b>Gránulo</b>	elemento escultural isodiamétrico no puntiagudo. (polen granuloso)
<b>Gema</b>	elemento escultural no puntiagudo, cuya anchura es igual o mayor a la altura, la base está constreñida. (polen gemado)
<b>Pila</b>	elemento escultural no puntiagudo, cuyo alto es mayor que el ancho, forma de clavo (polen psilado)
<b>Verruga</b>	elemento escultural no puntiagudo, de anchura igual o menor que la altura, y cuya base no está constreñida. (polen verrugoso)
<b>Clava</b>	elemento escultural no puntiagudo cuyo alto es mayor que el ancho, forma de maza. (polen clavado)
<b>Báculo</b>	elemento escultural no puntiagudo, en el que la altura es mayor que el ancho, forma de bastón. (polen baculado)
<b>Espina</b>	elemento escultural puntiagudo cuya altura es mayor que la anchura. Cuando la espina no sobrepasa las 3 $\mu\text{m}$ de longitud, hablamos de espínulas y de polen equinulado o espinuloso. (polen equinado o espinoso)

Fuente: FAEGRI e IVERSEN (1975).

MOORE Y WEBB (1978), señalan que aquellos granos de polen con aperturas tipo poro, se denominan porados y aquellos con colpo, colpados; cuando se combinan colpo y poro en una misma apertura, el grano es llamado colporado.



**FIGURA 6** Diversas formas de elementos estructurales. A) Espínula; B) Espina; C) Báculo; D) Verruga; E) Gema; F) Pila; G) Clava; H) Gránulo (FAEGRI e IVERSEN, 1975).

2.5.1.6.2 Número: El número de aperturas, varía dentro de los distintos tipos vegetales. Las monocotiledóneas en general, sólo presentan una apertura simple, poro o colpo. Las dicotiledóneas pueden presentar aperturas simples y/o compuestas, siempre en mayor número respecto de las monocotiledóneas (BAEZ, 1998).

2.5.1.6.3 Posición: Las aperturas pueden ser polares, ecuatoriales o glóbricas (en toda la superficie). Las aperturas simples son polares y las glóbricas se distribuyen en toda la superficie del grano de polen (BAEZ, 1998).

## 2.6 Análisis sensorial

Según CARPENTER *et al.* (2000), el análisis sensorial es la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las propiedades (atributos) de un producto, lo que es percibido a través de los cinco sentidos: vista, olfato, gusto, tacto y oído.

WITTIG (s.f.), define la evaluación sensorial como un método que trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ello depende en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados.

La información sobre las características sensoriales específicas de un alimento requiere pruebas orientadas al producto. En este tipo de pruebas se trabaja con pequeños paneles entrenados que funcionan como instrumentos de medición. Los paneles entrenados se utilizan para identificar diferencias entre productos alimenticios similares o para medir la intensidad de características tales como el sabor, textura o apariencia (WATTS *et al.*, 1992).

En materia de la miel, Cornejo y Leveratto (1992a), citado por POZAS (2000) señalan que el proceso de degustación se puede dividir en cuatro etapas bien diferenciadas: observación del producto, captación del olor de la miel, percepción del gusto y para mieles cristalizadas puede distinguirse los distintos tipos y tamaño de cristal.

Toda prueba que incluya paneles sensoriales debe llevarse a cabo en condiciones controladas, utilizando diseños experimentales, métodos de prueba

y análisis estadísticos apropiados. Sólo de esta manera, el análisis sensorial podrá producir resultados consistentes y reproducibles (WATTS *et al.*, 1992).

El análisis sensorial de la miel permite distinguir su origen botánico e identificar y cuantificar ciertos defectos, como: fermentación, impurezas, olores y sabores extraños. También juega un rol importante en la definición de los estándares del producto y en lo relacionado a los controles en lo que respecta a las denominaciones botánicas u otros etiquetados específicos. Además es una parte esencial de los estudios de aversión/preferencia de los consumidores (PIANA *et al.*, 2004).

### 3 MATERIAL Y MÉTODO

#### 3.1 Materiales

Se presentan a continuación los materiales utilizados para el estudio.

**3.1.1 Muestras:** Las muestras fueron obtenidas directamente de dos apicultores de la X Región de Los Lagos (Chile), específicamente de las zonas de La Unión y Osorno, y sólo una muestra fue adquirida en el comercio local de la ciudad de Valdivia, la que fue envasada en la Región Metropolitana (CUADRO 10).

**CUADRO 10 Origen de las muestras del estudio, tipo de acuerdo a su etiqueta y año de cosecha.**

Muestra Nº	Productor	Tipo según etiqueta	Año Cosecha
1	Colmenares Plarre	Tineo	2001
2		Trébol	2001
3		Raps	2000
4	Colmenares Klaassen	Tineo	2001
5		Tiaca	2001
6		Pradera	2001
7		Ulmo	2001
8		Raps	2001
9		Pradera	2001
10	ELABAL LTDA.	Hierba Azul	2000

**3.1.2 Materiales usados en análisis palinológicos, físicos, químicos y sensoriales:** Se utilizaron reactivos químicos, material de vidrio, equipos de microscopía y otros equipos que son detallados en el ANEXO 1.

### **3.2 Método**

A continuación se detallan los métodos utilizados para cada uno de los analitos realizados a las muestras de miel del estudio.

**3.2.1 Análisis físicos:** Los métodos utilizados para estos análisis son aceptados a nivel internacional y se detallan a continuación.

3.2.1.1 Determinación de humedad, peso específico y contenido de sólidos totales: Según Norma Chilena 617 E Of.68 (CHILE-INN, 1968), esta determinación se basa en la medición del índice de refracción que presenta la miel a 20°C. De acuerdo al índice de refracción obtenido por la muestra de miel se determinó en una tabla el porcentaje de humedad, el peso específico y contenido de sólidos totales.

3.2.1.2 Sólidos insolubles en agua: Según Norma Chilena 617 E Of.68 (CHILE-INN, 1968). El método se basa en la eliminación de los azúcares de la miel, para obtener un residuo insoluble en agua.

**3.2.2 Análisis químicos:** Al igual que los métodos para los análisis físicos, en este caso se usaron aquellos aceptados por la normativa internacional, y se detallan a continuación.

3.2.2.1 Determinación de acidez: Según Norma Chilena 617 E (CHILE-INN, 1968). El método se basa en titular la muestra disuelta en agua destilada con hidróxido de sodio (NaOH) 0,05 N hasta pH 8,5; inmediatamente se agregan 10 ml de NaOH 0,05 N y se titula el exceso con HCl 0,05 N a pH 8,3.

3.2.2.2 Determinación de pH: Se realiza por método potenciométrico. Según MOLINA (1990), se basa en la medición en un potenciómetro de la diferencia de potencial o de voltaje de dos electrodos sumergidos en una solución de la muestra. Uno de los electrodos es de referencia e independiente del pH de la solución analizada, el otro es sensible a la concentración molar de iones hidrógeno de la solución.

3.2.2.3 Determinación del contenido de azúcares reductores: Según método de ferricianuro para la determinación de grupos reductores en carbohidratos<sup>1</sup>. INTEC 1972, Laboratorio de Química y Bioquímica.

3.2.2.4 Determinación del contenido de sacarosa aparente: Según método A.O.A.C. 31.129 (1984), donde se realiza una hidrólisis controlada de la sacarosa presente, para lograr desdoblarla en sus moléculas de glucosa y fructosa que la constituyen, luego se desarrolla una determinación de azúcares reductores como en el caso anterior.

3.2.2.5 Determinación de la actividad de diastasa: Método A.O.A.C. 31.162 (1984). Una solución tamponada de almidón se incuba a 40°C y el tiempo requerido para alcanzar el punto final específico se determina fotométricamente.

3.2.2.6 Determinación del contenido de hidroximetilfurfural (HMF): Método espectrofotométrico A.O.A.C. 31.153 (MOLINA Y NEIRA, 1990). Se determina la absorbancia de una solución clarificada de miel a 284 y 336 nm, la que contiene 0,1% de bisulfito de sodio como referencia y una solución sin este reactivo como muestra. La diferencia de absorbancia a 284 y 336 nm representa el HMF en la muestra sin interferencia de adsorción de la miel.

---

<sup>1</sup> MANQUIAN, N. Laboratorista Químico. Laboratorio de Fitoquímica. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

3.2.2.7 Determinación del contenido de cenizas: Según Norma Chilena 617 E Of.68 (CHILE-INN, 1968), el método se basa en la incineración del producto para obtener un residuo incombustible.

3.2.2.8 Determinación de la conductividad eléctrica: Esta técnica establece un método eléctrico para la determinación de la conductividad de muestras melíferas, midiendo el flujo de corriente que pasa por una determinada resistencia (IICA, 1990).

**3.2.3 Análisis de polen:** Se detallan a continuación los métodos utilizados para el análisis cuantitativo y cualitativo del polen.

3.2.3.1 Análisis cuantitativo: En una balanza de laboratorio, se taró un portaobjetos y se pesó en él aproximadamente 0,02 g de miel licuada y previamente homogenizada. Luego se cubrió con un vidrio cubreobjetos y se llevó al microscopio para su análisis. Se contaron todos los granos de polen en mieles de néctar. Luego el total de elementos contados se expresó para 10 g de miel, y se clasificaron las muestras según el método de Demianowicz (1955), citado por MAURIZIO (1975).

De acuerdo al contenido total de elementos botánicos de la miel, MAURIZIO (1975), ha definido cinco grupos o categorías de miel, que se presentan en el CUADRO 11.

3.2.3.2 Análisis cualitativo: A continuación se detallan los métodos utilizados para realizar la identificación de los granos de polen presentes en la miel.

3.2.3.2.1 Acetólisis de miel: Se homogenizó cada muestra de tal forma que lo que hay en ella quede distribuido uniformemente. Luego, se pesó 50 g en tubos de centrifuga, para tener una cantidad de sedimento representativa de la

muestra. Posteriormente se disolvió bien con agua casi a ebullición, revolviendo con una varilla de vidrio, de tal forma de lograr una mejor disolución de los azúcares. Una vez que estuvo bien disuelta se procedió a centrifugar a 2500 rpm por 10 min (ERDTMAN, 1952).

**CUADRO 11 Categorías de MAURIZIO (1975).**

<b>Categoría</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Nº total de elementos/10 g de miel</b>
I	Miel extremadamente pobre en polen	<20.000
II	Miel rica en polen	20.000-100.000
III		100.000-500.000
IV		500.000-1.000.000
V	Miel extremadamente rica en polen	>1.000.000

Después del centrifugado, se eliminó el sobrenadante con una pipeta Pasteur, dejando sólo el sedimento. Se trasvasió a tubos de 15 ml para continuar centrifugando. Ya en los tubos pequeños, se lavó la muestra con agua destilada para eliminar el resto de azúcares que pudieron quedar, y se volvió a centrifugar. Esto se repitió 2 a 3 veces (ERDTMAN, 1952).

Al sedimento obtenido se le agregó ácido acético glacial, de tal forma que este quedara completamente cubierto por el reactivo (esto puede permanecer incluso meses esperando hacer las preparaciones finales). Luego, para hacer las preparaciones, se centrifugó nuevamente el sedimento en los tubos, el ácido acético glacial se eliminó y se adicionó una mezcla de anhídrido acético (químicamente puro) y ácido sulfúrico concentrado en relación 9:1. Esta mezcla debió ser preparada cada vez que se realizó el proceso de acetólisis (ERDTMAN, 1952).

En cada tubo se insertó una varilla de vidrio para poder agitar posteriormente y se llevó a un baño María. El calentamiento se comenzó con el

agua a temperatura ambiente, de tal forma de calentar tan rápido como sea posible, hasta una temperatura entre 70° a 80°C, la que no debe exceder más allá de eso, para que los tubos no se quiebren y ocurra una reacción entre el agua caliente y la mezcla acetolítica. Cuando se alcanzó los 80°C, el calentamiento se detuvo inmediatamente, y el contenido se revolvió. Luego, los tubos fueron llevados a la centrífuga. Después del centrifugado se eliminó la mezcla acetolítica en un recipiente exclusivo para ello. Se adicionaron 10 cc de agua al sedimento, y los tubos fueron agitados hasta que la muestra formó espuma. Esta fue removida agregando unas pocas gotas de alcohol o acetona. Luego de centrifugar y eliminar el sobrenadante, el sedimento fue suspendido en unas pocas gotas de una mezcla de glicerina (una parte) y agua (una parte), lo que permaneció así al menos por 10 minutos (esto pudo también ser dejado así por varias horas e incluso días). Posteriormente se centrifugó y se eliminó el sobrenadante. Finalmente, se pusieron los tubos boca abajo sobre papel filtro, para proceder a montar las preparaciones (ERDTMAN, 1952)

3.2.3.2.2 Montaje de las preparaciones: Se siguió el método de Kisser (1937), citado por ERDTMAN (1952). Sobre un porta objeto, se puso una pequeña cantidad de gelatina glicerinada (50 g de gelatina, 175 cc de agua destilada, 150 cc de glicerina y alrededor de 7 g de fenol en cristales), sobre ella se puso la muestra que se extrajo de los tubos con aguja enmangada cuya punta debió ser aplanada de tal forma de aumentar la superficie de contacto y facilitar de esta manera la extracción de los granos de polen. Luego se puso el cubreobjetos y se pasó suavemente sobre la llama de un mechero, de tal forma que la gelatina se licue con el calor y quede la preparación extendida. Finalmente se le dejó enfriar y se sellaron los bordes del cubreobjetos con esmalte para uñas o con parafina sólida, para así evitar la deshidratación de la muestra.

De cada muestra de miel, se hicieron 3 preparaciones de aquellas con polen más abundante luego de la acetólisis; y 4 en aquellas que tuvieron menor cantidad de sedimento.

3.2.3.2.3 Conteo e identificación: Una vez montadas las preparaciones, el primer paso fue comprobar que todas aquellas que se habían hecho para la misma muestra, sean homogéneas, es decir, que estuvieran representados básicamente los mismos tipos polínicos en cada una de ellas, de tal forma de que si se contaba sólo una, el conteo hecho sea representativo de todas las demás. Las otras fueron revisadas para ver si había presencia de algún tipo de polen que no había aparecido en las otras muestras.

Para facilitar el conteo y la identificación del polen, se tomaron fotografías de todos aquellos granos de polen que a simple vista parecían distintos al dar una vista rápida a la preparación en el microscopio. Se les asignó una numeración de tal forma de tenerlas ordenadas y se registró la coordenada sobre la platina del microscopio de cada una de ellas.

Para la identificación, se tomaron las medidas de diámetro polar (P), ecuatorial (E), cociente entre ambos (P/E), el espesor de la exina y el diámetro de los poros en aquellos que tienen más de tres. Con esto se trabajó mediante las claves citadas por HEUSSER (1971), y las de VALDES *et al.* (1987).

Luego para el conteo se ordenaron las fotografías en el monitor de un computador y tomando el número de cada una de ellas se fueron reconociendo los granos de polen, previamente identificados al microscopio, en función de las características de los mismos y se fue registrando el número o cantidad en que se encontraban en la muestra. Para lograr una cantidad representativa, se contaron cuatro a seis barridos con el objetivo de 40x del microscopio de tal forma de tener un número  $\geq 600$  granos de polen, y en algunos casos, fue necesario contar dos preparaciones, ya que la cantidad de polen de las muestras era inferior al de las demás.

**3.2.4 Análisis sensorial:** Se siguió el procedimiento descrito en el protocolo de análisis sensorial para la Asociación Miel de Salamanca<sup>2</sup>.

Se dispusieron las muestras de miel en copas, identificadas con códigos aleatorios, una hoja de registro por cada muestra, bolígrafo, servilletas de papel, cucharas de café y espátulas plásticas desechables, manzana Granny Smith y un vaso o copa de agua mineral sin gas y de baja mineralización.

Luego se realizó el análisis visual, olfativo, gustativo y textural en forma sucesiva para cada una de las muestras de miel, concluyendo con una calificación a cada muestra de acuerdo a la apreciación general de cada uno de los jueces. Los datos de esta última etapa fueron analizados y presentados como parte de los resultados del estudio.

La cartilla de evaluación sensorial utilizada por los jueces se muestra en el ANEXO 2.

**3.2.5 Análisis Estadístico:** De acuerdo al resultado entregado por los análisis de polen, se clasificaron las muestras en función a la especie botánica de la cual provienen, tomando en cuenta el criterio general que señala que para que una miel se considere como monofloral o unifloral, debe poseer al menos un 45% de los granos de polen del espectro polínico identificado, correspondiente a una misma especie de planta (LOUVEAUX *et al.*, 1978; VON DER OHE *et al.*, 2004).

Se calculó el promedio, máximo, mínimo y desviación estándar de los datos de los análisis físicos, químicos y sensoriales de las mieles monoflorales identificadas. Luego se realizó un análisis de varianza para estimar las diferencias entre los distintos tipos de mieles. No se incluyen en el análisis de varianza las mieles de Ulmo y Hierba Azul por contar sólo con una muestra de este tipo de miel.

---

<sup>2</sup> Protocolo de análisis sensorial para la garantía de calidad de la Asociación Miel de Salamanca, de la Junta de Castilla y León. Salamanca, España. Trabajo no publicado.

Previo al trabajo con el programa estadístico, se transformaron las variables cuyas unidades fueron porcentajes y para ello se usó  $\arcsin\sqrt{x/100}$ . Para la comparación de medias se utilizó el test de Tukey o el test T3 de Dunnett a un nivel de 95% de confianza, según correspondiera. Para todo ello se utilizó el software estadístico SPSS versión 10.0 en español.

## 4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados del análisis palinológico

A continuación se entregan los resultados cuantitativos y cualitativos del análisis de polen.

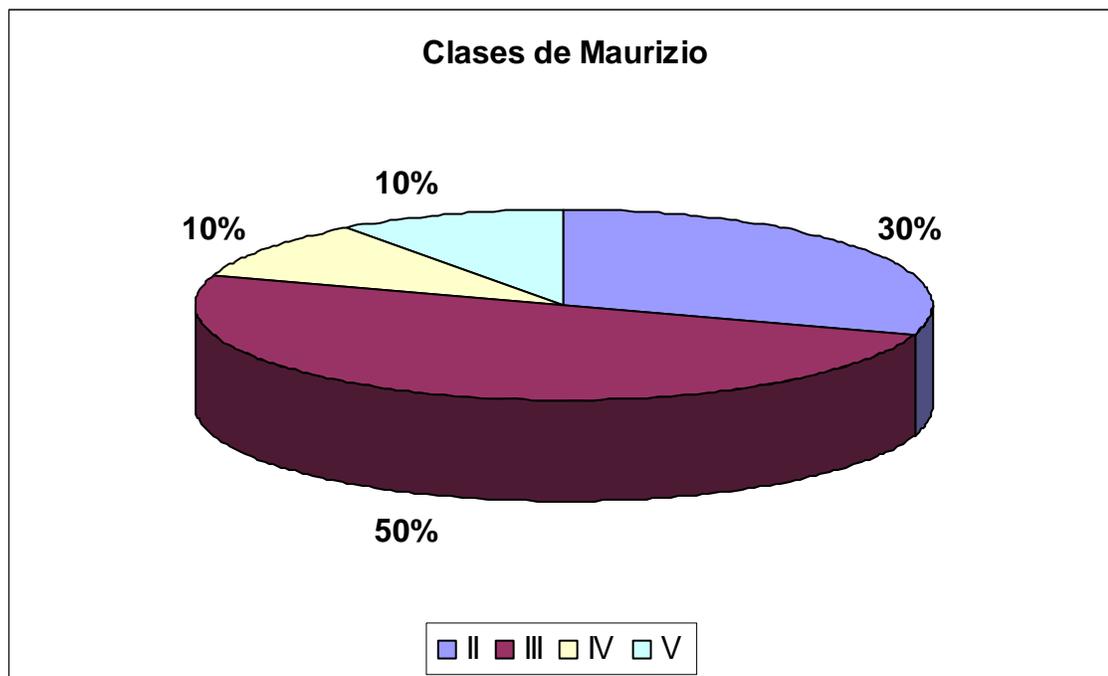
**4.1.1 Análisis cuantitativo:** En el CUADRO 12 se resumen los resultados del análisis cuantitativo realizado a las 10 muestras de miel del estudio.

**CUADRO 12 Determinación de Clases de MAURIZIO (1975).**

<b>Muestra N°</b>	<b>Peso Muestra Miel [g]</b>	<b>Granos de polen contados</b>	<b>Granos polen/10 g de miel</b>	<b>Clase de Maurizio</b>
1	0,0200	3560	1.780.000	V
2	0,0192	985	513.020	IV
3	0,0180	118	65.555	II
4	0,0190	362	190.526	III
5	0,0190	515	271.052	III
6	0,0179	217	121.229	III
7	0,0192	674	351.042	III
8	0,0192	141	73.438	II
9	0,0191	310	162.304	III
10	0,0190	163	85.789	II

Un 50% de las muestras de miel corresponden a la clase III de la clasificación de MAURIZIO (1975), definida como una miel rica en polen. Luego un 30% de las muestras corresponde a la clase II de la misma clasificación, un

10% correspondió a la clase IV y la misma proporción para la clase V. Esta última corresponde a una miel extremadamente rica en polen (FIGURA 7).



**FIGURA 7** Porcentaje de muestras de miel agrupadas por el contenido de polen en 10 g de miel (MAURIZIO, 1975): Clase II: 20.000-100.000; Clase III: 100.000-500.000; Clase IV: 500.000-1.000.000; Clase V: >1.000.000.

Las diferencias en el contenido de polen de las muestras varían de acuerdo a una serie de factores descritos por SÁINZ y GÓMEZ (1999), entre los que se pueden mencionar morfología floral, posición de los nectarios, prácticas apícolas y la climatología entre otros. Por otra parte, algunos autores reportan las diferencias de polen que se generan en los espectros y cantidad de polen de acuerdo a la zona geográfica de un país (DE SÁ-OTERO *et. al.*, 2006; FORCONE *et. al.*, 2005) y entre los mismos tipos de miel producidos en países diferentes (SEIJO *et. al.*, 2003).

**4.1.2 Análisis cualitativo:** A continuación se entregan los resultados del análisis de identificación de polen por muestra.

**CUADRO 13** Tipos de polen identificados por muestra, expresados como porcentaje (%) de presencia.

FAMILIA	Tipo Polínico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BORAGINACEAE	<i>Echium</i> sp.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	<b>86.9</b>
BRASSICACEAE	<i>Brassica</i> sp.	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
	<i>Brassica napus</i> L.	-	-	<b>48.8</b>	+	-	-	-	<b>82.5</b>	-	-
COMPOSITAE	Tipo <i>Taraxacum officinale</i> G. Weber ex Wigg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Tipo <i>Helianthus annuus</i> L.	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUNONIACEAE	<i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav.) D. Don	1.09	-	2.65	-	3.51	-	-	-	-	-
	<i>Weinmannia trichosperma</i> Cav.	<b>95.0</b>	-	14.3	<b>70.0</b>	17.6	-	+	-	-	-
ERICACEAE	Ericaceae	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
EUCRYPHIACEAE	<i>Eucryphia cordifolia</i> Cav.	-	1.59	23.6	4.41	2.78	-	<b>82.1</b>	14.4	-	-
FABACEAE	<i>Lotus uliginosus</i> Schkuhr	1.05	<b>95.1</b>	7.47	16.3	<b>49.9</b>	<b>98.7</b>	16.3	-	<b>91.0</b>	2.74
	<i>Trifolium pratense</i> L.	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
	<i>Trifolium repens</i> L.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Trifolium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	7.75	-

## Continuación CUADRO 13

FAGACEAE	Nothofagus tipo dombeyi	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+
LAMIACEAE		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
LILAECEAE	<i>Lilaea scilloides</i> (Poir.) Hauman	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
MALVACEAE		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
MYRTACEAE	<i>Amomyrtus luma</i> (Mol.) Legr. et Kausel	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	<i>Eucalyptus</i> sp.	+	1.93	1.42	1.32	+	+	-	2.6	+	2.74
	<i>Luma apiculata</i> (DC.). Burret	+	-	-	-	-	-	+	-	-	1.73
	<i>Myrceugenia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
PLANTAGINACEAE	<i>Plantago</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
POACEAE		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PROTEACEAE	<i>Embothrium coccineum</i> J.R. et G. Forster	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Gevuina avellana</i> Mol.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lomatia</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
ROSACEAE		+	-	1.11	+	-	-	-	-	+	4.76
SALICACEAE	<i>Salix</i> sp.	1.5	+	-	6.26	25	-	+	+	-	-
<b>Nº TOTAL POLEN*</b>		<b>2196</b>	<b>1763</b>	<b>1620</b>	<b>1518</b>	<b>1366</b>	<b>745</b>	<b>1689</b>	<b>807</b>	<b>813</b>	<b>693</b>

(\*) Nº Total de granos de polen contado por muestra de miel.

(+) Grano de polen presente <1%

(-) Grano de polen ausente

En el CUADRO 13 se resumen los resultados de la identificación del polen analizado en las muestras de miel, identificándolos a nivel de familia, género y cuando fue posible incluso a nivel de especie. Las cantidades de polen por muestra, se expresan en porcentaje del número total de granos de polen contados por muestra y en el cálculo no se consideran los pólenes de plantas anemófilas (LOUVEAUX *et al.*, 1978).

De acuerdo al criterio señalado por LOUVEAUX *et al.* (1978) y por VON DER OHE *et al.* (2004), todas las muestras correspondieron a mieles monoflorales, ya que en todas ellas se determinó más de un 45% de polen de una especie en particular. El tipo de miel más frecuente correspondió a la de *L. uliginosus* (Lotería) con 4 de las 10 muestras estudiadas (muestras N°: 2, 5, 6 y 9). Luego 2 muestras correspondieron a *W. trichosperma* (Tineo; muestra N°: 1 y 4) y a *B. napus* (Raps; muestra N°: 3 y 8) respectivamente. Finalmente, sólo una correspondió a dos tipos de mieles uniflorales, *E. cordifolia* (Ulmo; muestra N°7) y *E. vulgare* (Hierba Azul; muestra N°10) respectivamente.

Se lograron identificar en total 30 tipos polínicos, correspondientes a 17 familias, 8 géneros y 14 especies. Además de ello, se identificaron, de acuerdo a la clasificación realizada por HEUSSER (1971), el tipo polínico *Nothofagus* spp. y el tipo polínico *T. officinale* (se incluyen *Taraxacum* spp., *Hypochoeris* spp, *Leontodon* spp., *Sonchus* spp., etc) y *H. annuus* (se incluyen *Helianthus* spp., *Cirsium* spp., *Bidens* spp., etc.) de acuerdo a lo descrito por VALDES *et al.* (1987).

Las familias que contribuyeron con más especies en las muestras analizadas corresponden a Fabaceae y Myrtaceae con 4 especies. Luego aportando con 3 especies las familias Compositae y Proteaceae. Las familias Brassicaceae, Cunoniaceae y Ericaceae con 2 especies cada una, y todas las otras familias indicadas en el CUADRO 13 aportaron sólo con una especie en el espectro polínico.

Para la determinación del porcentaje de polen de cada una de las especies presentes en las muestras de miel, se dejó fuera del cálculo a todos

aquellos pólenes de plantas anemófilas (LOUVEAUX et al., 1978) y sólo se indica su presencia en las muestras a través de un signo + (CUADRO 13), es la situación de los tipos polínicos de las familias Fagaceae y Poaceae.

Las mieles analizadas se caracterizaron por poseer una baja riqueza polínica, pudiendo identificarse entre 4 y 18 tipos polínicos por muestra, los que correspondieron a la muestra N°6 identificada como una miel de *L. uliginosus* y a la muestra N°1 identificada como una miel de *W. trichosperma* respectivamente.

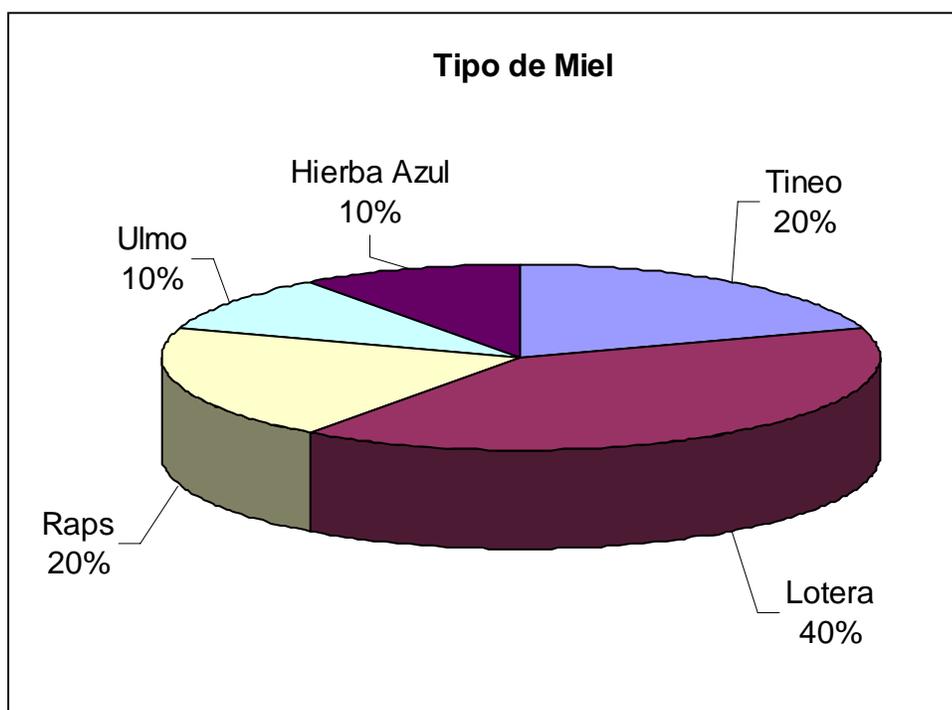
Se identificó que los granos de polen tipo *T. officinale* así como aquellos correspondientes a la familia Poaceae, estuvieron presentes en las 10 muestras y el polen de *L. uliginosus* y de *Eucalyptus* spp. estuvo presente en 9 de las muestras analizadas. Por otra parte, se identificaron 10 tipos polínicos que estuvieron representados sólo en una de las mieles estudiadas.

En función de estos resultados, se ha logrado definir el origen botánico de las muestras, con lo que se ha procedido a definir los tipos de mieles que se presentan en el CUADRO 14.

**CUADRO 14 Muestras de miel agrupadas de acuerdo a su origen botánico.**

Grupo	Muestra N°	% Polen
Loterá	2	95.1
	5	49.9
	6	98.7
	9	91.0
Tineo	1	95.0
	4	70.0
Raps	3	48.8
	8	82.5
Ulmo	7	82.1
Hierba azul	10	86.9

Los tipos de mieles identificados son miel de tineo (*W. trichosperma*), correspondiente a las muestras N° 1 y 4. El segundo tipo de miel es lotera (*L. uliginosus*), correspondiente a las muestras N° 2, 5, 6, 9. El tercer tipo corresponde a miel de raps (*B. napus*), que incluye las muestras N° 3 y 8. Y finalmente se lograron identificar dos tipos de mieles representadas por una muestra cada una, que corresponden a miel de ulmo (*E. cordifolia*) y a miel de hierba azul (*E. vulgare*), muestras N° 7 y 10 respectivamente. En el CUADRO 14 se entregan además, los porcentajes de polen de la muestra que permite clasificarlas como monoflorales.



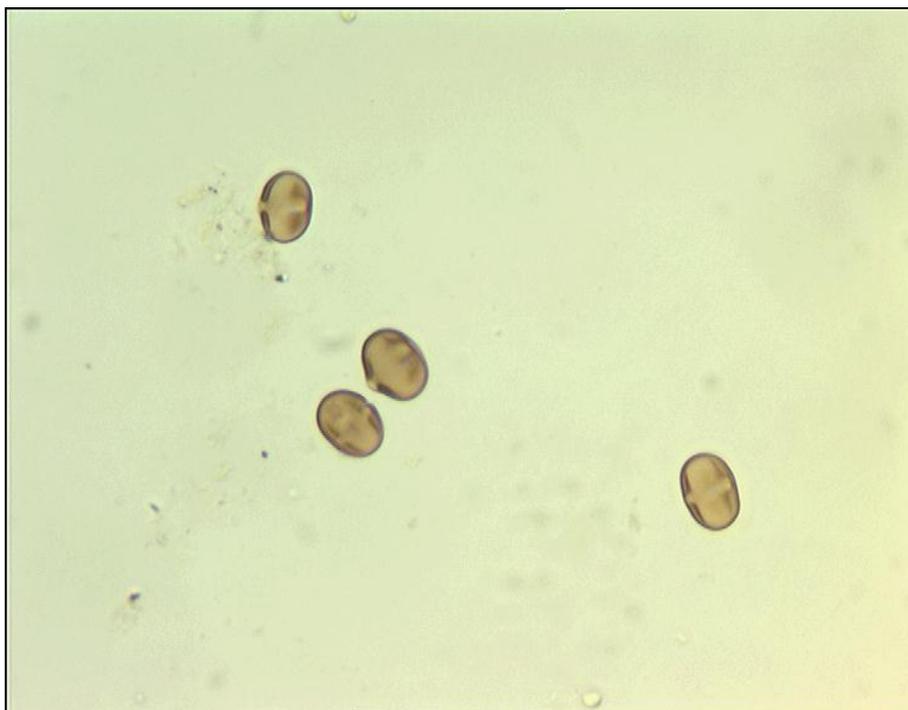
**FIGURA 8 Tipo de miel y porcentaje de muestras por tipo.**

El tipo de miel más representada entre las muestras estudiadas fue la miel de lotera con un 40%, luego con un 20% de las muestras se encontró miel de tineo y miel de raps. Y sólo con un 10 %, la miel de ulmo y hierba azul (FIGURA 8).

En las FIGURAS 9 a 13 se presentan imágenes de los pólenes de las plantas de origen de cada uno de los tipos de mieles encontrados en el estudio.



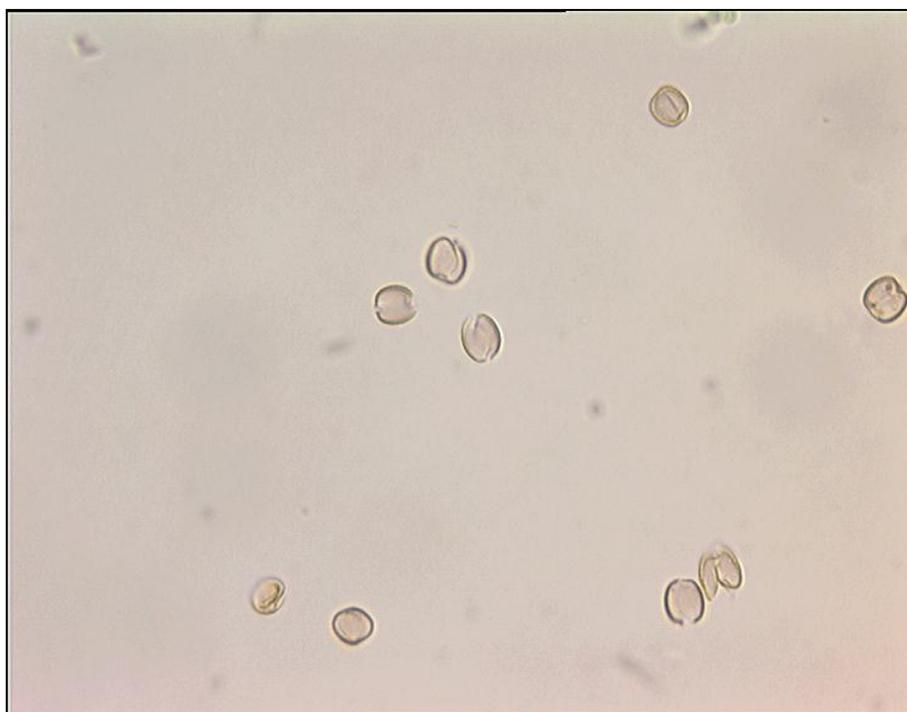
**FIGURA 9** Granos de polen acetolizados de miel de tineo (*Weinmannia trichosperma*) 60x.



**FIGURA 10** Granos de polen acetolizados de miel de lotera (*Lotus uliginosus*). 60x.



**FIGURA 11** Diversidad de granos de polen en miel de raps:  
a. *Brassica napus*; b. Rosaceae; 60x.



**FIGURA 12** Granos de polen acetolizados en miel de ulmo  
(*Eucryphia cordifolia*), 60x.



**FIGURA 13 Granos de polen acetolizados en miel de hierba azul (*Echium vulgare*), 60x.**

#### **4.2 Resultados de los análisis físicos y químicos de los tipos de miel**

Dada la clasificación de las muestras del CUADRO 14, se entregan los resultados de los distintos tipos de miel determinados. Se excluyen del análisis de varianza las muestras N° 7 y 10 identificadas como miel de ulmo y miel de hierba azul respectivamente, por contar sólo con una muestra de cada tipo.

En el CUADRO 15 se muestra la media, máximo, mínimo y desviación estándar (SD) para los parámetros físicos y químicos evaluados para los tres tipos de miel identificados en el estudio (tineo, lotera y raps). En el caso de la miel de ulmo y miel de hierba azul, sólo se presentan los promedios obtenidos, por cuanto sólo se identificó una muestra para cada uno de estos tipos de mieles en el estudio.

4.2.1 Humedad: El promedio del contenido de humedad de los tipos de mieles tineo, lotera y raps fue de 17.6%, 16.7% y 19.2% respectivamente. Con un

rango que varió entre 15% como mínimo para miel de lotera y un máximo de 19.4% para miel de raps (CUADRO 15).

Los tipos de miel cumplen con lo establecido por el *Codex Alimentarius*, ya que en promedio tienen menos del 20% de contenido de humedad, y por otra parte, sólo la miel de tino y lotera cumplen con lo establecido por el reglamento sanitario de los alimentos de nuestro país, ya que el tipo miel de raps presentó un contenido de humedad superior al 18% establecido por esta norma (CUADRO 16).

El alto contenido medio de humedad del tipo miel de raps en este estudio, difiere con lo reportado por POPEK (2002) y por PERSANO y PIRO. (2004), quienes han registrado contenido medio de humedad para este tipo de miel de 16.87% y 17.00% respectivamente.

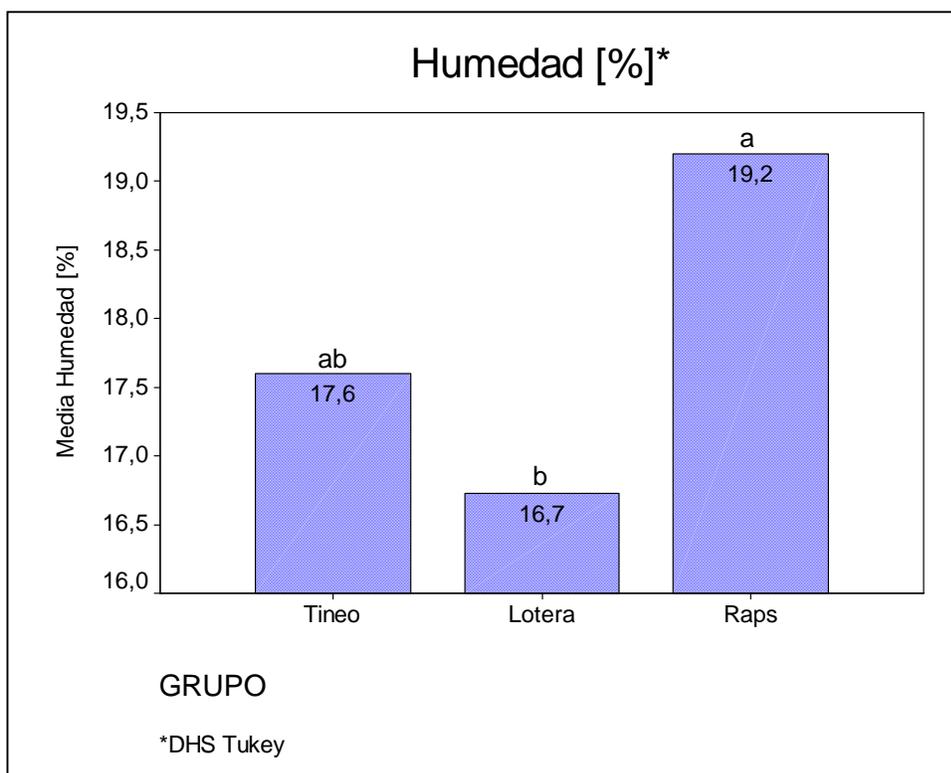
El contenido de humedad de la miel depende de varios factores, como por ejemplo la estación del año en que se realiza la cosecha, el grado de madurez alcanzado al interior de la colmena y factores climáticos (TERRAB *et al.*, 2002; TERRAB *et al.*, 2003; OJEDA DE RODRIGUEZ *et al.*, 2004; SANZ *et al.*, 2004; BOGDANOV *et al.*, 2004; MALACALZA *et al.*, 2005; DOWNEY *et al.*, 2005 y FINOLA *et al.*, 2007).

**CUADRO 15** Caracterización físico química de los tipos de mieles del estudio

Tipo Miel	Nº Muestras		Humedad [%]	Peso Especifico [g/ml]	Sólidos Totales [%]	Sólidos Insolubles [%]	Acidez Libre [meq/Kg]	Acidez Lactónica [meq/Kg]	Acidez Total [meq/Kg]
Tineo	2	Promedio	17.60	1.420	82.40	0.21	29.55	4.19	33.74
		Máximo	18.60	1.430	83.40	0.25	41.37	7.50	48.62
		Mínimo	16.60	1.410	81.40	0.16	17.36	0.00	18.11
		SD	1.05	0.007	1.05	0.037	13.50	3.72	17.05
Loteria	4	Promedio	16.73	1.426	83.28	0.22	31.89	8.27	40.16
		Máximo	18.20	1.440	85.00	0.55	36.00	9.24	45.07
		Mínimo	15.00	1.420	81.80	0.07	28.05	6.50	36.27
		SD	1.12	0.008	1.12	0.16	3.13	1.00	3.32
Raps	2	Promedio	19.20	1.409	80.80	0.16	14.37	0.75	15.12
		Máximo	19.40	1.410	81.20	0.32	18.87	1.50	19.87
		Mínimo	18.80	1.410	80.60	0.00	11.37	0.00	12.87
		SD	0.28	0.002	0.28	0.15	3.34	0.65	3.30
Ulmo	1	Promedio	18.80	1.412	81.20	0.14	42.56	9.36	51.92
Hierba Azul	1	Promedio	18.00	1.417	82.00	0.09	17.62	1,62	19.25

## Continuación CUADRO 15

Tipo Miel	Nº Muestras		pH	Azúcares Reductores [%]	Sacarosa Aparente [%]	Índice Diastasa [°Gothe]	HMF [mg/Kg]	Cenizas [%]	Conductividad Eléctrica [mS/cm]
Tineo	2	Promedio	4.33	79.11	1.82	10.46	5.70	0.051	0.51
		Máximo	4.47	80.92	3.45	17.58	13.58	0.074	0.69
		Mínimo	4.19	76.97	0.21	3.28	0.00	0.028	0.33
		SD	0.16	2.11	2.39	8.21	6.39	0.023	0.21
Lotería	4	Promedio	3.91	79.15	2.52	13.84	3.31	0.021	0.22
		Máximo	3.98	83.55	7.45	21.83	7.65	0.033	0.26
		Mínimo	3.78	70.80	0.52	7.48	0.00	0.008	0.14
		SD	0.08	4.39	2.39	5.36	2.64	0.008	0.05
Raps	2	Promedio	3.94	80.33	0.48	7.63	6.38	0.011	0.11
		Máximo	4.09	81.41	1.17	8.14	13.32	0.016	0.12
		Mínimo	3.82	79.10	0.00	7.42	4.19	0.006	0.10
		SD	0.14	1.10	0.51	0.34	3.49	0.003	0.01
Ulmo	1	Promedio	3.90	79.93	1.94	14.94	0.72	0.035	0.32
Hierba Azul	1	Promedio	3.34	74.26	1.44	3.02	2.07	0.008	0.14



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 14 Contenido medio de humedad [%] para cada tipo de miel.**

El alto contenido de humedad registrado para la miel de raps, se puede explicar por el manejo que los apicultores realizan al cosechar, ya que esta actividad se hace antes de que los panales con miel hayan sido completamente operculados por las abejas al interior de la colmena. Lo que significa que no ha madurado toda la miel de cada panal, redundando ello sobre el contenido de humedad final de la miel. Esta práctica se realiza de esta manera ya que este tipo de miel se puede cristalizar estando en los panales con cera dentro de la colmena y si este fenómeno se produce, es casi imposible poder extraer la miel por centrifugación.

En relación a lo anterior, la velocidad de cristalización de la miel se ve afectada por la proporción existente entre el contenido de fructosa y glucosa. En

la medida que la miel posee un mayor contenido de glucosa tiende a cristalizar más rápido que aquellas que poseen un mayor contenido de fructosa. Según GLEITER *et al.* (2006), durante la cristalización de la miel, cristaliza principalmente la glucosa, formando glucosa monohidrato; la fructosa es más soluble y permanece en solución por mucho más tiempo.

En la FIGURA 14 se entregan las diferencias en el contenido de humedad de los tipos de mieles analizados. Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tipos miel de lotera y raps, sin embargo no se encontraron estas diferencias, entre el tipo de miel de tineo con miel de lotera y raps (ANEXO 3).

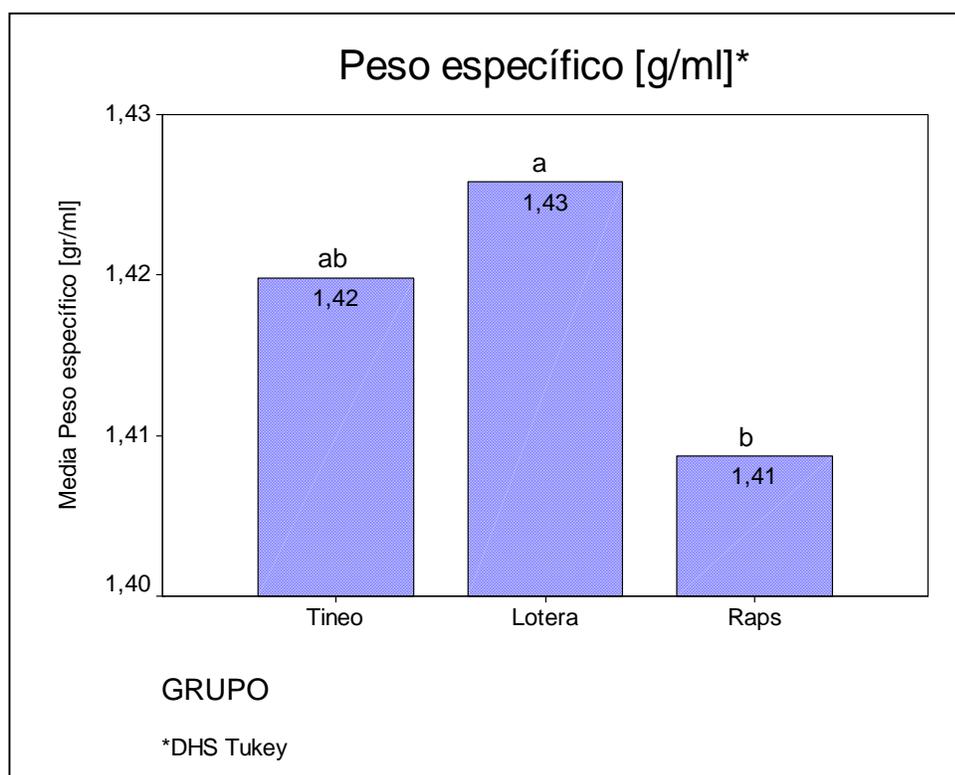
**CUADRO 16 Comparación de estándares de calidad de mieles del estudio en relación a la normativa nacional y al *Codex Alimentarius*.**

Parámetro	Norma		Tipo de miel				
	RSA*	<i>Codex Alimentarius</i>	Tineo	Loterá	Raps	Ulmo	Hierba Azul
Humedad [%]	<18	<20	17,6	16,7	19,2	18,8	18,0
Peso específico [g/ml]	1,4 - 1,6	-	1,42	1,43	1,41	1,41	1,42
Sólidos insolubles [%]	<1	<0,1	0,21	0,22	0,16	0,14	0,09
Acidez libre [meq/kg]	-	≤50	29,6	31,9	14,4	42,6	17,6
Azúcares reductores [%]	≥70	≥60	79,1	79,2	80,3	79,9	74,3
Sacarosa aparente [%]	<5	≤5	1,8	2,5	0,5	1,9	1,4
Diastasa [°Gothe]	≥8	≥8	10,5	13,8	7,6	14,9	3,0
HMF [mg/kg]	≤40	≤40	5,7	3,3	6,4	0,7	2,1
Cenizas [%]	<0,8	-	0,05	0,02	0,01	0,04	0,01
Conductividad eléctrica [mS/cm]	-	≤0.8	0,51	0,22	0,11	0,32	0,14

Fuente: \*Reglamento Sanitario de los Alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD (SNS), 2004) y Codex Alimentarius (FAO/WHO, 2001).

4.2.2 Peso específico: DIAZ (2003), analizando miel de ulmo 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.

Se logró determinar que el peso específico de las mieles del estudio es 1.43 [g/ml], 1.42 [g/ml] y 1.41 [g/ml] correspondiente a miel de lotera, tineo y raps, respectivamente. Se encontró que el tipo de miel de lotera tuvo el valor máximo de peso específico, correspondiente a 1.44 [g/ml] y los valores mínimos los registraron los tipos de miel de tineo y raps, con 1.41 [g/ml] (CUADRO 15).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 15 Determinación del peso específico [g/ml] para cada tipo de miel.**

Además se logró determinar diferencias estadísticas significativas entre miel de lotera y raps, mientras que miel de tineo fue estadísticamente igual que miel de lotera y de raps, en su promedio para peso específico (FIGURA 15 y ANEXO 4).

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 nuestro país, establece que este parámetro debe encontrarse en el rango de 1.400 y 1.600 [g/ml] a 20°C. Todas las mieles analizadas cumplen con la normativa nacional para el peso específico, por cuanto los valores analizados están comprendidos en el rango indicado (CUADRO 16).

ARVANITTOYANIS *et al.* (2005), señala que las mieles americanas en promedio poseen un peso específico de 1.7141 a 20°C y 18% de contenido de humedad, algo mayor a lo establecido por la normativa nacional.

4.2.3 Sólidos totales: Se logró determinar un 83.3% de sólidos totales para miel de lotera, con un rango que varió entre 85.0% y 81.8%. En el caso de miel de tinea un valor promedio de 82.4% con valores que variaron entre 83.4% y 81.4%. Y se determinó un promedio de 80,8% para miel de raps, que varió entre 81.2% y 80.6%.

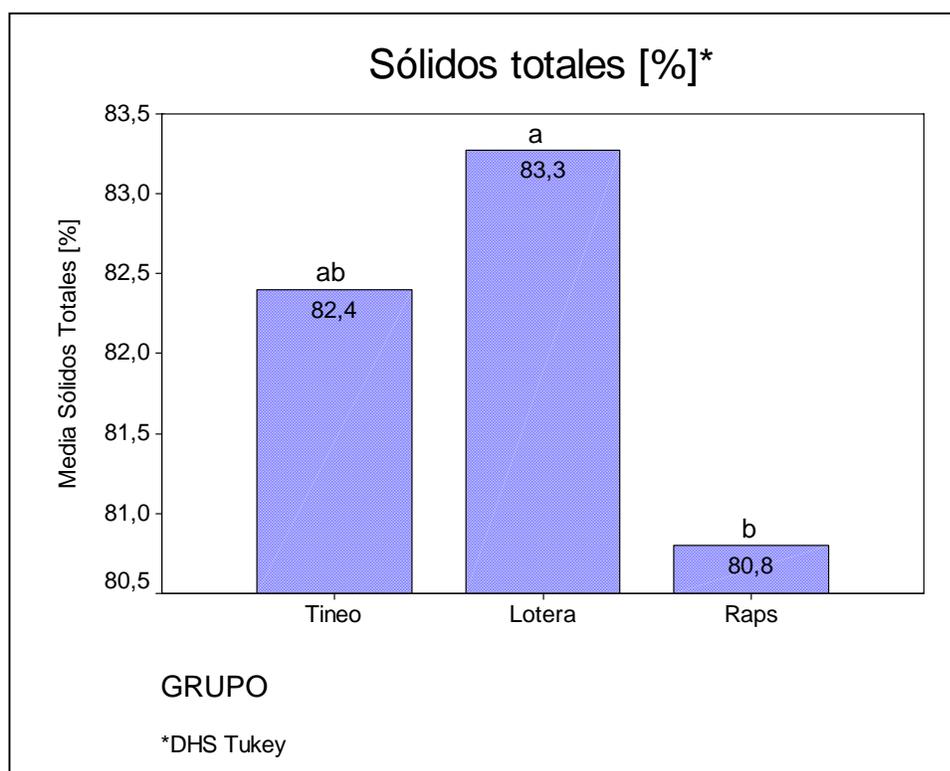
Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre miel de lotera y miel de raps, resultando miel de tinea estadísticamente igual que miel de lotera y miel de raps (FIGURA 16 y ANEXO 5).

Los porcentajes promedio de sólidos totales de los tres tipos de mieles están de acuerdo con los porcentajes promedio obtenidos para humedad (CUADRO 15). Cabe destacar la miel de raps con su porcentaje promedio más bajo de sólidos totales y un porcentaje promedio de humedad más alto que la miel de tinea y lotera, lo que puede tener su origen en el manejo de campo que realizan los apicultores para poder extraer la miel por centrifugación, lo que se ha detallado anteriormente al analizar los resultados obtenidos para el parámetro humedad.

La normativa nacional y el *Codex alimentarius* no establecen valores de referencia para el contenido de sólidos totales de la miel (CUADRO 16).

AGUILAR (2001) y DIAZ (2003) coinciden en señalar que el contenido de sólidos totales está relacionado con el contenido de humedad de la miel.

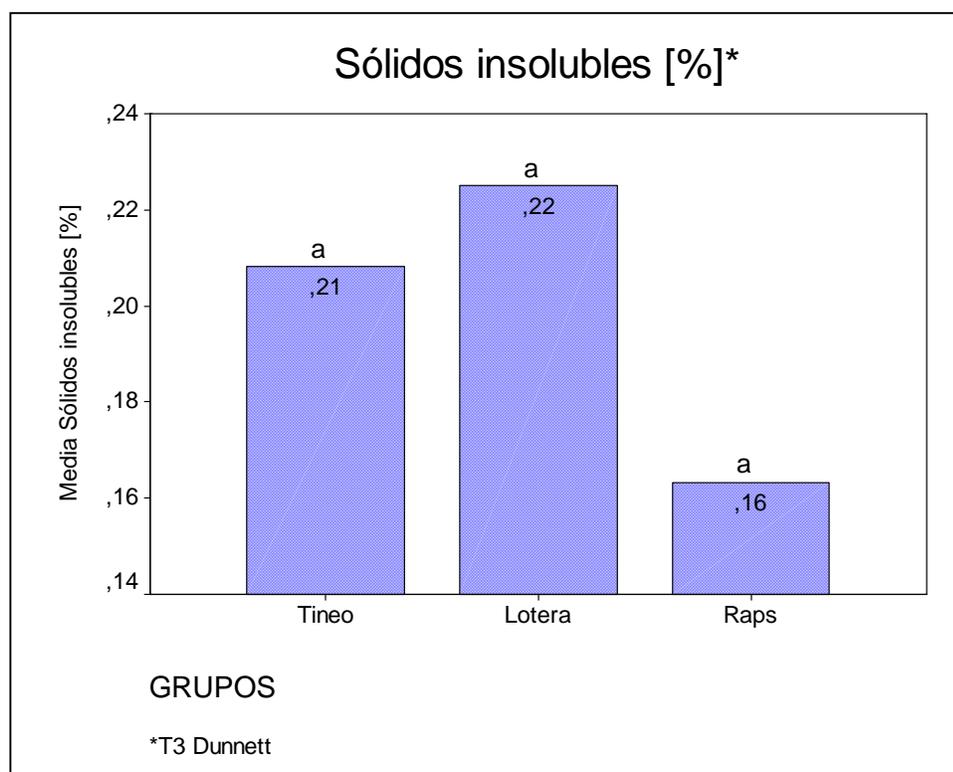
DIAZ (2003) estudiando algunas mieles comerciales de la zona sur del país, encontró una relación indirectamente proporcional entre el contenido de sólidos totales de la miel y el contenido de humedad. Además encontró un rango de entre el 80.6% a 85.4%, valores similares a los obtenidos por las muestras del presente estudio que a pesar de no ser del tipo ulmo, fueron producidas en el sur del país, dentro de las mismas comunidades vegetales, factor que influye en el resultado final de este parámetro (CRANE, 1990).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 16** Determinación del contenido de sólidos totales [%] para cada tipo de miel.

4.2.4 Sólidos insolubles en agua: Todos los tipos de mieles del estudio cumplieron con los rangos establecidos por el reglamento sanitario de los alimentos (CHILE, MINISTERIO DE SALUD (SNS), 2004), pues los valores promedios estuvieron por debajo del 1% que establece esta norma. Diferente es la situación respecto de lo establecido por el *Codex alimentarius*, ya que en este caso todos los tipos de miel no cumplen con lo establecido, que corresponde a menos del 0.1% de contenido de sólidos insolubles en agua (CUADRO 16).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 17 Determinación del contenido de sólidos insolubles [%] para cada tipo de miel.**

En el estudio de mieles realizado por DIAZ (2003), se reportan valores de sólidos insolubles en sus muestras que no cumplen con lo establecido por el *Codex alimentarius*, lo que coincide con lo encontrado para los tipos de mieles analizadas en el presente trabajo. A diferencia de ello, NOZAL *et al.* (2005)

estudiando algunos tipos de mieles monoflorales de la provincia de Soria en España, reportan valores que si cumplen con lo establecido por esta normativa internacional. Estas situaciones se producen por el origen de las muestras, las características ambientales de las áreas de pecoreo de las abejas, así como también por los métodos de proceso que usan los apicultores durante la extracción y envasado de la miel.

Para miel de tino se determinó un valor promedio en el contenido de sólidos insolubles en agua de 0.21% con un máximo de 0.25% y un mínimo de 0.16%. Para miel de lotera, un promedio de 0.22% y un rango que varió entre 0.07% y 0.55%, y en el caso de miel de raps se determinó un promedio de 0.16%, con 0.32% como máximo y 0.00% como mínimo (CUADRO 15).

Con respecto al análisis estadístico, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de mieles del estudio, a un nivel de significancia del 5% (FIGURA 17 y ANEXO 6).

4.2.5 Acidez libre, láctónica y total: Según DOWNEY *et al.* (2005), la acidez de la miel es calculada como acidez libre, acidez láctónica y acidez total. Para el presente estudio, se presentan en el CUADRO 13 los valores promedio, máximo, mínimo y desviación estándar obtenidos como resultados para estos parámetros.

La acidez contribuye al sabor de la miel, a la estabilidad de la miel contra la acción de los microorganismos, mejora las reacciones químicas y las actividades antibacterianas y antioxidante (CAVIA *et al.*, 2007).

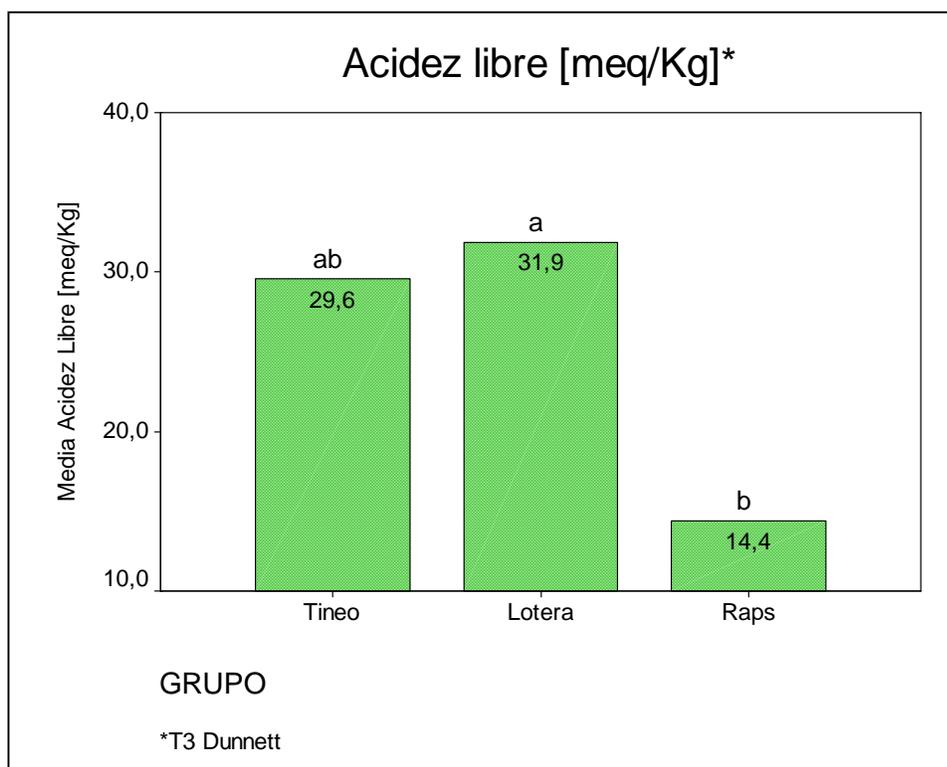
La acidez libre se debe a la presencia de ácidos orgánicos, particularmente ácido glucónico, el que está en equilibrio con las correspondientes lactonas y algunos iones inorgánicos tales como fosfato o sulfato (TERRAB *et al.*, 2002; NANDA *et al.*, 2003; BOGDANOV *et al.*, 2004; TERRAB *et al.*, 2004; DOWNEY *et al.*, 2005).

PERSANO y PIRO (2004) señalan que acidez libre, acidez total y pH tienen algún poder de discriminación entre mieles uniflorales, mientras que la

acidez lactónica debido a su fuerte variabilidad, no provee información útil a este respecto. Por su parte, MALACALZA *et al.* (2005) lo considera un importante criterio de calidad de la miel.

La acidez libre para miel de tineo registró un promedio de 29.6 [meq/Kg], para miel de lotera un 31.9 [meq/Kg] y 14.4 [meq/Kg] para miel de raps.

El análisis estadístico reflejó que existen diferencias significativas entre las muestras, siendo miel de lotera y raps distintas entre si y miel de tineo resultó ser estadísticamente igual que miel de lotera y raps (FIGURA 18 y ANEXO 7).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 18** Determinación de acidez libre [meq/Kg] para cada tipo de miel.

CAVIA *et al.* (2007) analizando mieles argentinas encontró el valor más alto de acidez libre para miel de *Lotus* spp. con un rango que varió entre 10.0 a 30.3 [meq/Kg], lo que coincide con lo encontrado en el presente estudio, ya que miel de lotera presentó la acidez libre más alta con un valor de 31.9 [meq/Kg]. Por otra parte, PERSANO y PIRO (2004) determinaron para miel de raps un rango de 6.2 a 14.5 [meq/Kg] para acidez libre. El valor máximo de este rango coincide con el promedio determinado para miel de raps en el estudio correspondiente a 14.4 [meq/Kg].

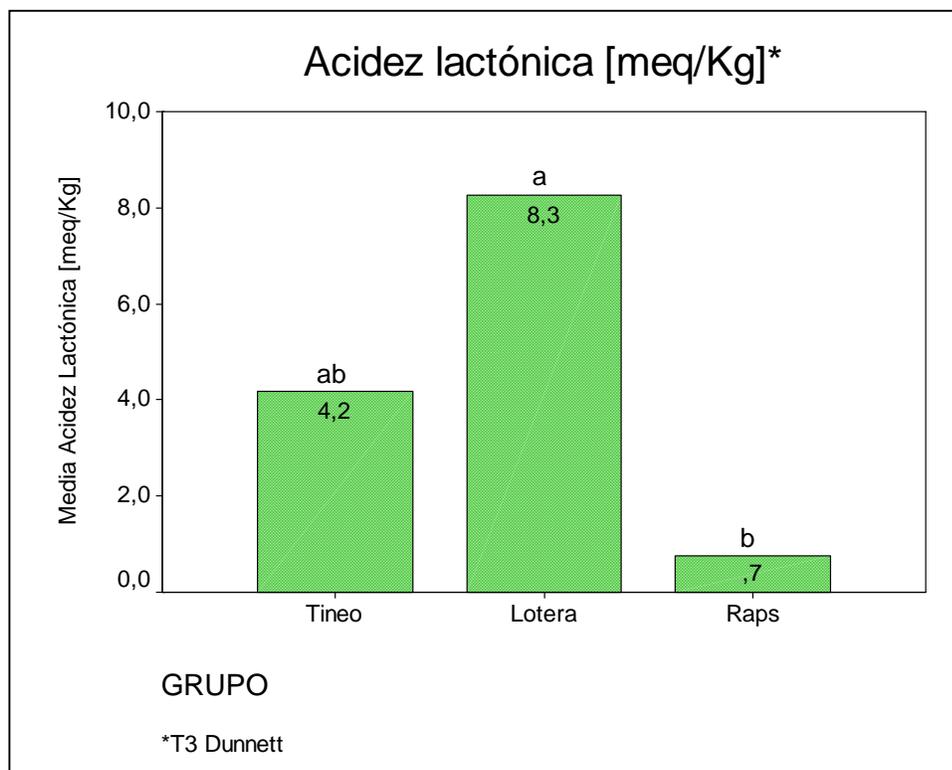
Diversos análisis en mieles monoflorales a nivel mundial, presentan valores diferentes de acidez libre, lo que reafirma lo señalado por PERSANO y PIRO (2004) en relación a la utilidad de este parámetro para diferenciar entre mieles de distinto origen. Mieles españolas de tomillo presentan una acidez libre de 27.2 [meq/Kg] (TERRAB *et al.*, 2004), en miel de *Echium* sp. se encontró un promedio de 38.09 [meq/Kg] (SANZ *et al.*, 2004) y en mieles de *Eucalyptus camaldulensis* de Marruecos un promedio de 19.53 [meq/Kg] (TERRAB *et al.*, 2003).

La acidez láctica es considerada como acidez de reserva cuando la miel llega a ser alcalina y la acidez total es la suma entre acidez libre y láctica (TERRAB *et al.*, 2002). La determinación de lactonas es interesante porque su hidrólisis incrementa la acidez libre, además las lactonas de la miel varían irregularmente (CAVIA *et al.*, 2007).

En las mieles del estudio, en lo que respecta a acidez láctica, se determinó para miel de tino un promedio de 4.2 [meq/Kg], 8.3 [meq/Kg] como promedio para miel de lotera y por último 0.7 [meq/Kg] para miel de raps. Del análisis de los datos se obtuvieron diferencias significativas estadísticamente entre miel de lotera y raps, resultando miel de tino igual a miel de lotera y raps (FIGURA 19 y ANEXO 8).

En general los valores promedio de acidez láctica determinados para las mieles del estudio fueron más bajos que los reportados por MALACALZA *et al.* (2005) para diferentes mieles monoflorales de Argentina, lo que también

coincide con NANDA *et al.* (2003) al analizar diferentes tipos de mieles del norte de India. Por el contrario, TERRAB y HEREDIA (2004) reportaron un valor promedio para miel de palta producida en España de 4.67 [meq/Kg], el que sólo se acerca a lo encontrado para miel de tineo en este estudio.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

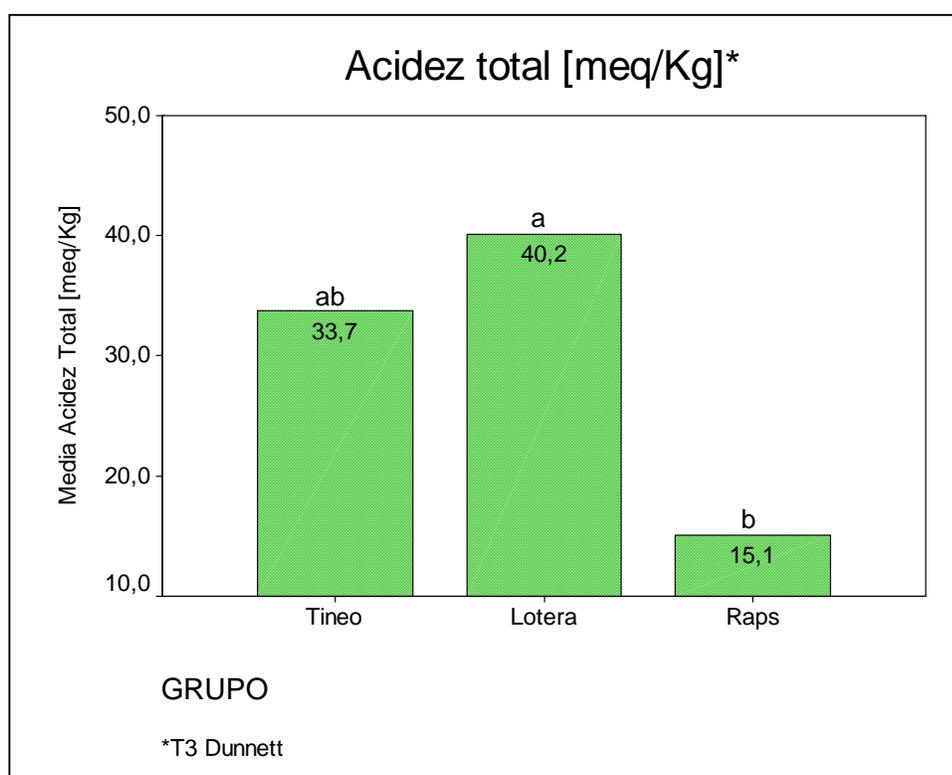
**FIGURA 19 Determinación de acidez lactónica [meq/Kg] para cada tipo de miel.**

Como se ha mencionado anteriormente, la acidez total resulta de la suma entre acidez libre y acidez lactónica. Así, se obtuvo para miel de tineo un promedio de 33.7 [meq/Kg], para miel de lotera 40.2 [meq/Kg] y 15.1 [meq/Kg] en promedio para miel de raps.

Al obtener este parámetro por suma de la acidez libre y lactónica el resultado del análisis estadístico de los datos se comportó de manera similar

que para aquellos que dan origen al mismo. Así, miel de lotera y raps son diferentes estadísticamente y miel de tineo es igual a miel de lotera y raps (FIGURA 20 y ANEXO 9).

La variación de la acidez total ha sido atribuida a la estación del año en que se realiza la cosecha de la miel y se sugiere que los tipos florales de los cuales provienen los distintos tipos de miel influyen sobre la acidez total (DE RODRIGUEZ *et al.*, 2004).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 20 Determinación de acidez total [meq/Kg] para cada tipo de miel.**

Estudiando mieles de 8 diferentes zonas del estado de Zulia en Venezuela, DE RODRÍGUEZ *et al.* (2004) encontraron diferencias significativas para acidez total en todas las muestras analizadas. Por su parte, DIAZ (2003)

determinó diferencias significativas para las distintas mieles monoflorales de ulmo estudiadas. Lo que coincide con las diferencias encontradas para acidez total de los tres tipos de mieles monoflorales del estudio.

Los tres tipos de mieles cumplieron ampliamente con lo que establece la norma del *Codex alimentarius* para la acidez total de la miel, ya que ambas mieles presentaron valores promedio inferiores a 50 [meq/Kg] (CUADRO 16). En el caso de la normativa nacional, sólo se establece un estándar de acidez como ácido fórmico, lo que no ha sido considerado en este caso, por cuanto los resultados a nivel internacional se expresan en [meq/Kg].

4.2.6 pH: 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).

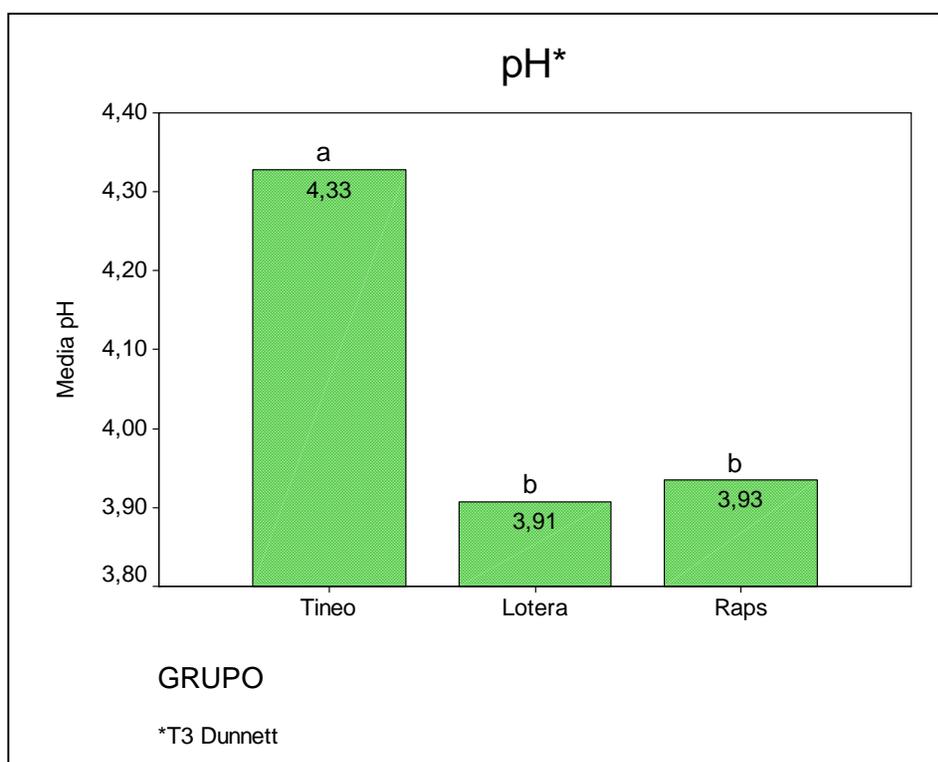
BOGDANOV *et al.* (2004) señalan que todas las mieles son ácidas con un valor de pH que generalmente va entre 3.5 y 5.5. Además señalan que el pH, junto a acidez libre y acidez total, tienen algún poder de discriminación entre mieles uniflorales. ACQUARONE *et al.* (2007) describieron que el pH y la conductividad eléctrica pueden ser considerados como importantes marcadores del origen geográfico de las mieles.

Se encontraron diferencias significativas entre los tres tipos de mieles estudiadas. Miel de tino presentó el valor medio de pH más alto (4.33) en relación a las otros dos tipos de miel y fue significativamente diferente, mientras que miel de lotera y raps resultaron tener igualdad estadística para este parámetro con valores de 3.93 para miel de raps y 3.91 para miel de lotera (FIGURA 21 y ANEXO 10).

PERSANO y PIRO (2004) encontraron para miel de raps de Europa un rango de pH entre 3.7 y 4.4, lo que coincide con la encontrado por DEVILLERS *et al.* (2004) al estudiar algunos tipos de mieles monoflorales de Francia, dentro de los cuales miel de raps tuvo un rango de pH entre 3.70 y 4.26. Lo

determinado en este estudio para dicho tipo de miel coincide en términos generales con lo encontrado por los citados autores, ya que el rango de pH fue de 3.82 y 4.09 (CUADRO 15).

En el caso de miel de lotera, el valor promedio de pH encontrado (3.91) no coincide con lo determinado por MALACALZA *et al.* (2005), quien encontró un valor promedio de 3.6. Los datos sugieren que la miel de lotera producida en la décima región de nuestro país presenta un pH más alto que las mieles monoflorales de lotera producidas en la provincia de Buenos Aires en Argentina.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 21 Determinación del pH para cada tipo de miel.**

AGUILAR (2001) analizando mieles de ulmo de la zona de Chiloé reportó un pH de 5.26 y DIAZ (2003) analizando el mismo tipo de miel monofloral de la citada región encontró una gran variación en el pH, los promedios de las seis

muestras variaron entre 3.73 y 5.85 determinando diferencias significativas entre ellos. La miel de tino, proveniente del bosque nativo al igual que miel de ulmo, presentó un valor promedio de pH de 4.33, lo que se aproxima a lo encontrado por los citados autores.

WHITE (1975) no encontró una relación directa entre pH y acidez libre de la miel. Y por otra parte, ANUPAMA *et al.* (2003) encontraron una correlación negativa entre pH y acidez. Todo lo anterior concuerda con lo encontrado en este estudio, ya que en este caso miel de lotera que tuvo el nivel de pH más bajo (3.91) tuvo el valor promedio más alto de acidez total 40.2 [meq/Kg]. Sin embargo, CAVIA *et al.* (2007), encontraron relaciones estadísticas significativas entre pH y acidez libre.

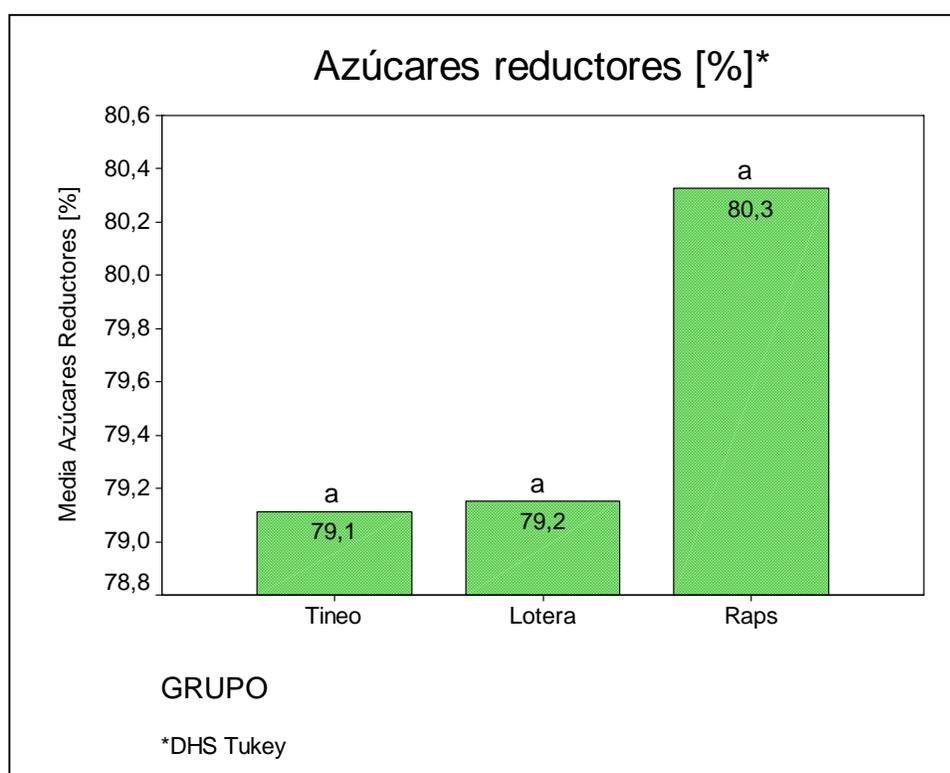
La normativa nacional y el *Codex alimentarius* no establecen rangos de valores para este parámetro de calidad de la miel (CUADRO 16).

4.2.7 Azúcares reductores: Los azúcares de la miel son responsables de propiedades tales como la viscosidad, higroscopicidad, cristalización y valores de energía (ÖZCAN *et al.*, 2006).

El análisis de los datos permitió determinar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tres tipos de mieles del estudio (FIGURA 22 y ANEXO 11). Miel de tino tuvo un promedio de 79.1%, miel de lotera un 79.2% y miel de raps un 80.3% de contenido de azúcares reductores (CUADRO 15), por lo tanto los tres tipos de mieles cumplen con lo establecido por el reglamento sanitario de los alimentos de nuestro país y también por lo que establece el *Codex alimentarius*, correspondiente a  $\geq 70\%$  y  $\geq 60\%$  respectivamente (CUADRO 16).

Las muestras del estudio tuvieron un promedio de azúcares reductores mayor que las mieles del mercado en India estudiadas por ANUPAMA *et al.* (2003), quienes determinaron para este parámetro un promedio de 61.3% como valor más bajo y un 72.6% como valor más alto.

Por otra parte, del estudio de mieles monoflorales de España se obtuvo como el mayor valor promedio un 71.12% para miel de espliego (*Lavandula latifolia*) y un 65.54% como el menor valor promedio para miel de biércol (*Calluna vulgaris*) (NOZAL *et al.*, 2005). AZEREDO *et al.* (2003) también encontraron valores menores de azúcares reductores para las mieles estudiadas de diferentes zonas del Brazil. En ambos casos, los valores son menores que los encontrados para las mieles del estudio.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 22 Determinación del contenido de azúcares reductores [%] para cada tipo de miel.**

A diferencia de los casos anteriores y en relación a las mieles monoflorales de Polonia estudiadas por POPEK (2002), se registró un promedio de 79.95% para miel de raps, valor muy cercano al encontrado para miel de raps en el estudio y que correspondió a 80.3%. También se registran valores

similares para miel de tino y miel de lotera, como son los casos de la miel de tilo (79.57%; *Tilia plathyphyllos*) y miel de acacia (77.28%).

Si bien este parámetro no ha permitido identificar diferencias entre las tres mieles del estudio, se reportan valores variables para otros tipos de mieles de otros países, como los señalados anteriormente. Por lo tanto, se podría estudiar más en detalle este parámetro, ya que con un mayor número de datos los resultados podrían diferir de lo obtenido actualmente.

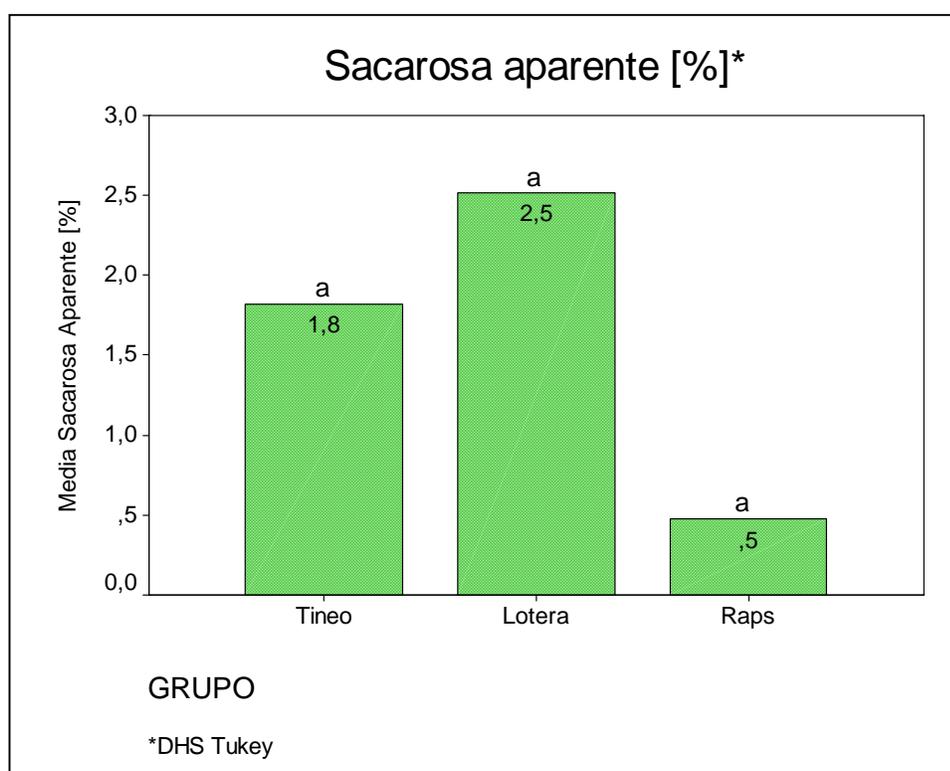
4.2.8 Sacarosa aparente: Algunos autores señalan que una alta concentración de sacarosa en la miel, la mayoría de las veces, significa que ésta ha sido cosechada anticipadamente debido a que la sacarosa no ha sido completamente transformada en glucosa y fructosa por la invertasa (AZEREDO *et al.*, 2003; KÜÇÜK *et al.*, 2007).

Los valores promedio obtenidos para miel de tino, lotera y raps fueron de 1.8%, 2.5% y 0.5% respectivamente (CUADRO 15). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tres tipos de mieles (FIGURA 23 y ANEXO 12).

En cuanto a la normativa, tanto el reglamento sanitario de los alimentos como el *Codex alimentarius*, establece que el contenido de sacarosa aparente de la miel debe ser menor a 5%, por lo tanto los tres tipos de mieles del estudio cumplen con ambas normativas de calidad (CUADRO 16).

Se registran diversos datos para el contenido de sacarosa en mieles de raps de distintos lugares del mundo. Así, POPEK (2002) registró un promedio de 0.99% en Polonia, DEVILLERS *et al.* (2004) no encontraron niveles de sacarosa en las mieles de Francia y PERSANO y PIRO (2004) determinaron un 0.3% como contenido medio de sacarosa a través de la recopilación de datos de varios países de Europa. Esta variación en los datos se debe a las metodologías utilizadas para la determinación del contenido de sacarosa, ya que por una parte se usa la técnica de HPLC y en otra, se utiliza la técnica de hidrólisis controlada de la sacarosa y posteriormente una titulación.

Para otros tipos de mieles, como acacia (*Robinia pseudoacacia*) se registra un contenido de sacarosa de 6.13% (POPEK, 2002) y de 2.049% (DEVILLERS *et al.*, 2004); en el caso de miel de eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) se registra un 0.01% para muestras de Marruecos (TERRAB *et al.*, 2003) y un 3.36% para muestras de origen andaluz (SERRANO *et al.*, 2004); y en el caso de miel de castaño (*Castanea sativa*) se encontró un 0.250% para muestras de Francia y un 3.34% para muestras de Turquía.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 23 Determinación del contenido de sacarosa aparente [%] para cada tipo de miel.**

NOZAL *et al.* (2005) determinaron un contenido de sacarosa aparente de 2.05% para miel de biércol (*C. vulgaris*) y un 2.08% para miel de espliego (*L. latifolia*) valores promedio que se acercan a lo determinado para miel de lotera en el estudio. A su vez, el mismo autor determinó 1.80% para miel de brezo

(*Erica* sp.), lo que coincide con lo determinado en el estudio para miel de tinea. La similitud en los datos obtenidos por el citado autor para mieles españolas, con los registrados para el presente estudio, no permitiría usar este parámetro para diferenciar mieles de diverso origen, pero si tiene un valor en la determinación de la calidad de la miel en lo que se refiere a la detección de adulteraciones con algunos tipos de jarabes azucarados.

De acuerdo a lo estudiado por ÖZCAN *et al.* (2006) al analizar el efecto que producía la alimentación artificial de las abejas con jarabes de sacarosa en los parámetros de calidad de la miel, encontró diferencias estadísticas significativas entre la miel cosechada de colmenas que no fueron alimentadas con aquellas que si recibieron alimentación artificial, siendo el contenido de sacarosa más alto en las mieles que provenían de estas últimas.

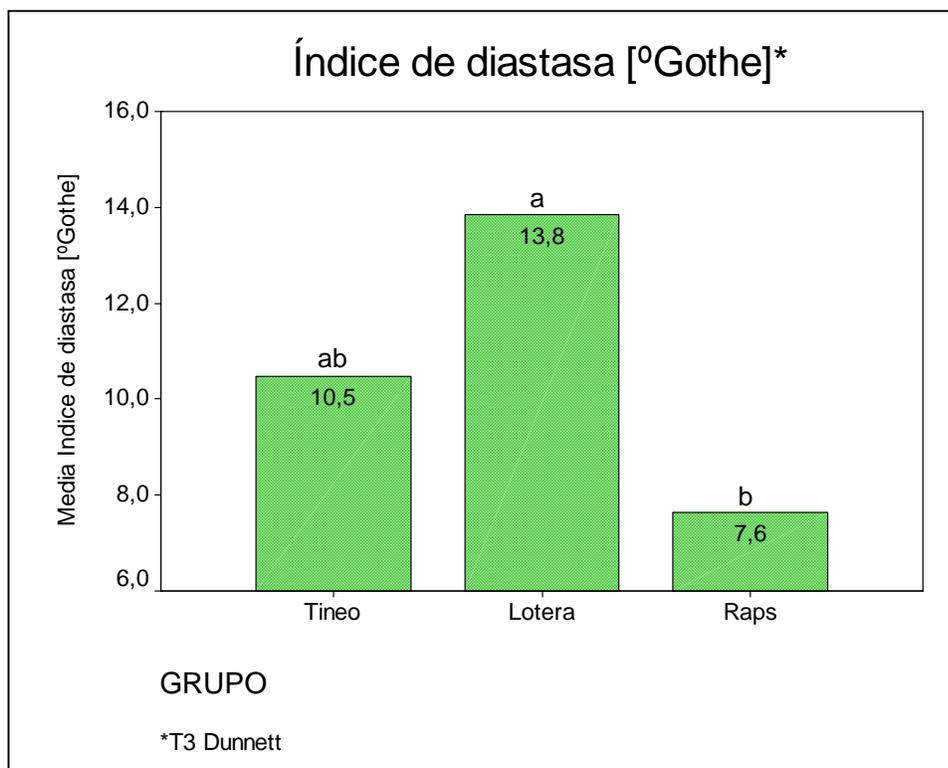
4.2.9 Índice de diastasa: La miel contiene pequeñas cantidades de diferentes enzimas, dentro de las cuales se encuentra la diastasa ( $\alpha$ - y  $\beta$ - amilasa). El contenido de enzimas es una de las características que hace a la miel un producto diferente de otros edulcorantes (HUIDOBRO *et al.*, 1995).

El estudio e interpretación de esta actividad de diastasa, junto al contenido de HMF, puede entregar información acerca del calentamiento realizado y del grado de envejecimiento de este producto natural. Por lo tanto, se puede afirmar que el contenido enzimático de la miel y su contenido de HMF es el indicador de calidad de un producto auténtico y no adulterado (SERRANO *et al.*, 2007).

Se constató que la actividad de diastasa promedio para miel de tinea es de 10.5°Gothe, para miel de lotera 13.8°Gothe y para miel de raps 7.6°Gothe (CUADRO 15). Con respecto a la normativa, tanto el *Codex alimentarius* como el reglamento sanitario de los alimentos establecen un estándar de  $\geq 8^\circ$ Gothe de actividad de diastasa (CUADRO 16), frente al que miel de tinea y lotera tuvieron un nivel mayor que lo establecido por este estándar, mientras que en el caso de miel de raps se registró una actividad levemente inferior, lo que se debe a que

una de las dos muestras de dicho tipo de miel fue cosechada en noviembre del año 2000 y los análisis se realizaron durante el segundo semestre del año 2002. Por lo tanto, el prolongado tiempo de almacenamiento y la heterogeneidad en las condiciones en que éste se hizo, resulta en niveles más bajos de actividad de diastasa.

El análisis estadístico permitió establecer diferencias significativas entre miel de lotera y raps, y miel de tineo resultó ser estadísticamente igual a miel de lotera y raps (FIGURA 24 y ANEXO 13). Estas diferencias coinciden con lo señalado por BOGDANOV *et al.* (2004), quienes señalan que los distintos tipos de miel muestran diferencias considerables en la actividad enzimática.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 24** Determinación de la actividad diastásica, por medio del índice de diastasa [°Gothe] para cada tipo de miel.

SANZ *et al.* (2004) determinaron una actividad de diastasa de 36.21°Gothe para mieles de Madrid, España. Por su parte, ÖZCAN *et al.* (2006) y KÜÇÜK *et al.* (2007) determinaron un 10.9°Gothe y 17.9°Gothe respectivamente para mieles de Turquía. Estos valores en general difieren con los determinados para las mieles del estudio, sólo en el caso de la miel de tino coincide con uno de los valores de actividad diastásica determinados para Turquía.

En el caso de mieles monoflorales, DEVILLERS *et al.* (2004) y PERSANO y PIRO (2004) determinaron para miel de raps una actividad de diastasa de 26.85°Gothe y 26.9°Gothe respectivamente. Estos valores difieren considerablemente de lo constatado en el presente estudio para este tipo de miel monofloral, lo que se debe, como se mencionó anteriormente, a que una de las muestras no correspondía a una miel fresca, requisito necesario para aplicar este análisis y obtener valores representativos.

Además, DEVILLERS *et al.* (2004), PERSANO y PIRO (2004) y KÜÇÜK *et al.* (2007) determinaron un 23.29°Gothe, 17.7°Gothe y 24.3°Gothe de actividad de diastasa para miel de castaño (*C. sativa*). SERRANO *et al.* (2004) y PERSANO y PIRO (2004) determinaron para miel de *Eucalyptus* spp. una actividad diastásica de 24.3°Gothe y 25.5 °Gothe. Y en el caso de miel de cantueso (*L. stoechas*), DEVILLERS *et al.* (2004) y NOZAL *et al.* (2005) determinaron 14.51°Gothe y 40.54 °Gothe respectivamente. Todos los valores determinados por los autores para los tipos de mieles citados, difieren de los valores promedio encontrados para las mieles del estudio. Estas variaciones SERRANO *et al.* (2007) las atribuyen a factores como el tiempo de colecta del néctar (estado fisiológico de la colonia), la abundancia de néctar y el contenido de azúcar, la edad de las abejas y el consumo de polen, lo que también coincide con BOGDANOV *et al.* (2004).

4.2.10 Hidroximetilfurfural (HMF): Según NANDA *et al.* (2006), en mieles frescas hay pequeñas cantidades de HMF, pero este incrementa durante el almacenaje, dependiendo del pH y la temperatura.

El calentamiento, la temperatura de almacenaje y la duración de éste, causa un incremento en el nivel de HMF. Se espera que una miel de buena calidad tenga un actividad de diastasa alta pero un bajo contenido de HMF (KÜÇÜK *et al.*, 2007).

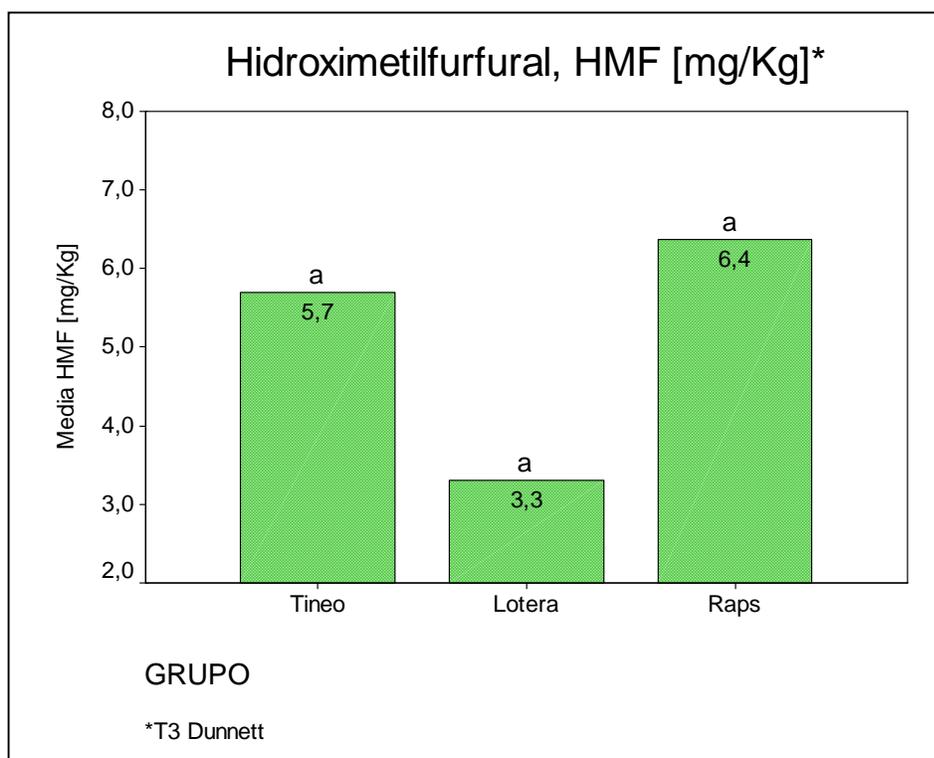
Todas las mieles del estudio, tuvieron un nivel de HMF dentro de los límites que establecen el reglamento sanitario de los alimentos de nuestro país, así como también para aquellos indicados por el *Codex alimentarius* (CUADRO 16). Por lo tanto, los tres tipos de mieles del estudio, resultan ser auténticas y no adulteradas (SERRANO *et al.*, 2007).

Los valores promedio de HMF obtenidos para los tres tipos de mieles estudiados han sido de 5.7 [mg/Kg], 3.3 [mg/Kg] y 6.4 [mg/Kg] correspondientes a miel de tino, lotera y raps respectivamente (CUADRO 15). Por su parte, del análisis estadístico no se constataron diferencias significativas entre los tres tipos de mieles estudiadas (FIGURA 25 y ANEXO 14).

Lo anterior coincide con NOZAL *et al.* (2005), quienes no encontraron diferencias estadísticas para HMF entre mieles españolas y atribuye el hecho a que este parámetro es un indicador del grado de frescura de la miel mas que un indicador de su fuente melífera. Lo que también concuerda con BOGDANOV *et al.* (2004), quien señala que el HMF no es un criterio para la clasificación botánica de la miel.

MALACALZA *et al.* (2005) encontró un valor promedio de HMF de 3.5 [mg/Kg] para miel de lotera de la provincia de Buenos Aires en Argentina, lo que se acerca mucho al valor promedio obtenido para miel de lotera en el presente estudio y que corresponde a 3.3 [mg/Kg]. Lo anterior se aleja de lo determinado por FINOLA *et al.* (2007), para mieles poliflorales de la provincia de Córdoba en Argentina, correspondiente a 14.8 [mg/Kg].

Para miel fresca de raps, DEVILLERS *et al.* (2004) determinó un contenido de HMF de 3.196 [mg/Kg], lo que dista de lo determinado para miel de raps en el estudio, pues el contenido promedio de HMF correspondió a 6.4 [mg/Kg], aproximadamente el doble de lo encontrado por el citado autor. Esto se explica ya que las muestras de raps no eran mieles frescas, cosechadas en la misma temporada productiva en la que se hicieron los análisis a todas las mieles del estudio.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 25 Determinación de HMF [mg/Kg] para cada tipo de miel.**

Un contenido de 5.5 [mg/Kg] de HMF para mieles de la provincia de Madrid en España, fue determinado por SANZ *et al.* (2004), lo que se acerca a los 5.7 [mg/Kg] de contenido de HMF determinado para miel de tineo en el presente estudio. DIAZ (2003) determinó un rango de 2.83 a 9.96 [mg/Kg] de

contenido de HMF para miel de ulmo (*E. cordifolia*) y AGUILAR (2001) encontró 1.89 [mg/Kg] de contenido de HMF para miel de ulmo de la isla de Chiloé.

En general todas las mieles del estudio resultaron con un bajo contenido de HMF, lo que difiere de los niveles encontrados por algunos autores para mieles de Turquía en donde se determinó para miel polifloral un 19.2 [mg/Kg], miel de castaño (*C. sativa*) un 28.6 [mg/Kg] y para miel de rododendro (*Rhododendron ponticum*) un 24.1 [mg/Kg]; y de Marruecos, en donde se determinó un 19.2 [mg/Kg]. Estos valores de contenido de HMF, se explican ya que en países subtropicales, las mieles pueden de manera natural tener un contenido más alto sin que esta haya sido sobrecalentada o adulterada (SERRANO *et al.*, 2007).

Todas las diferencias encontradas, al contrastar los valores con los determinados por otros estudios en el mundo, si bien no podrían ser utilizadas como factor de clasificación de mieles uniflorales como lo señala BOGDANOV *et al.* (2004) y NOZAL *et al.* (2005), son de un gran valor para determinar la calidad de la miel en términos de su autenticidad, frescura y posibles sobrecalentamientos al que haya sido sometida.

Respecto de la autenticidad de la miel, ÖZCAN *et al.* (2006) al estudiar la influencia de la alimentación de las colmenas con jarabe de sacarosa y jarabe de sacarosa invertida, encontró diferencias significativas para HMF entre la miel de aquellas colmenas que no fueron sometidas al tratamiento con respecto a las que recibieron dicho suplemento en la alimentación.

Y por último, respecto de los factores que inciden sobre este parámetro, NANDA *et al.* (2006), concluyó de su estudio que es posible mantener la concentración de HMF y el nivel de la actividad diastásica dentro de los límites establecidos por el *Codex alimentarius*, controlando simultáneamente la temperatura, el pH y el tiempo de calentamiento.

4.2.11 Cenizas: 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).

POPEK (2002), BOGDANOV *et al.* (2004) y MALACALZA *et al.* (2005) 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.

Además, NOZAL *et al.* (2005) encontraron un porcentaje de cenizas más alto para mieles oscuras que para mieles claras.

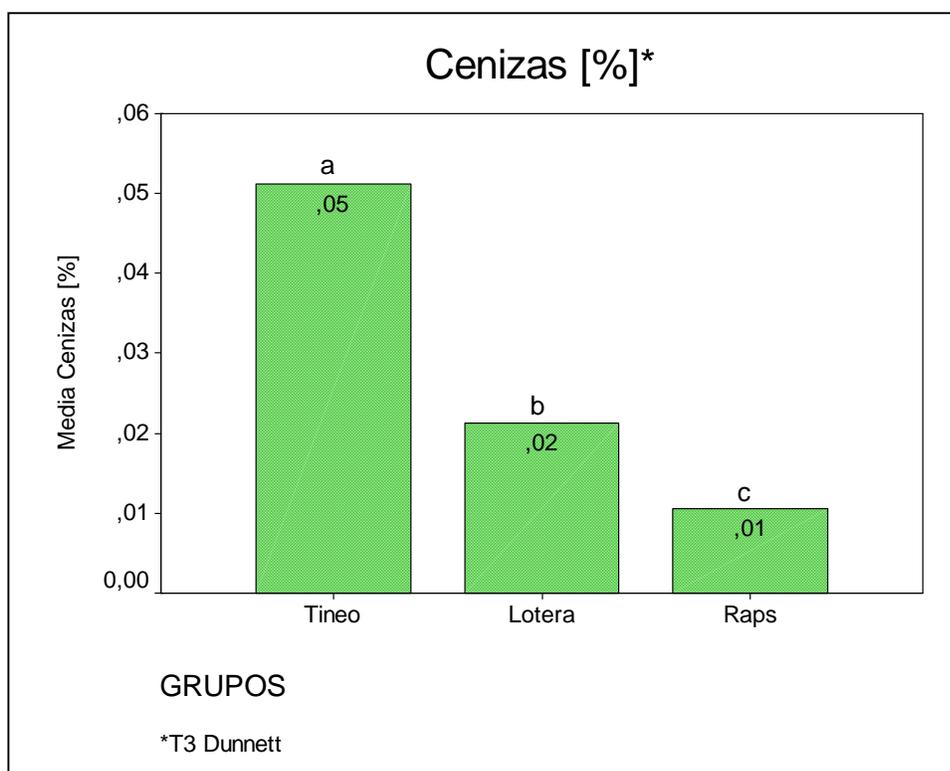
Con respecto a los resultados del estudio, se determinó para miel de tino un 0.05% de contenido de cenizas, para miel de lotera un 0.02% y para miel de raps un 0.01% (CUADRO 15). Además, el análisis de los datos arrojó diferencias estadísticas significativas entre los tres tipos de mieles estudiadas (FIGURA 27 y ANEXO 15).

Al observar los datos obtenidos para el contenido de cenizas y para la conductividad eléctrica, se puede ver que miel de tino que registró el más alto contenido de cenizas (FIGURA 26) tuvo el valor promedio más alto para conductividad eléctrica (FIGURA 27), y miel de raps que obtuvo el contenido de cenizas más bajo (FIGURA 26), tuvo el valor de conductividad más bajo (FIGURA 27). Lo que sugiere estar de acuerdo con la relación directa que existe entre estos dos parámetros (POPEK, 2002; BOGDANOV *et al.*, 2004; MALACALZA *et al.*, 2005).

Todas las muestras analizadas tuvieron un bajo contenido de cenizas, lo que indica que todas ellas corresponden a mieles de origen floral, y no provienen de la recolección de mielatos. Esto coincide con TERRAB *et al.* (2003), DOWNEY *et al.* (2005) y FINOLA *et al.* (2007) quienes señalan que los

tipos de mieles provenientes del néctar de flores tienen un porcentaje de cenizas menor que aquellas mieles que han tenido como origen los mielatos (secreciones de partes vivas de las plantas o exudados de insectos chupadores de partes vivas de plantas que las abejas liban y transforman en miel).

Los tres tipos de mieles estudiados cumplen con los estándares establecidos por la normativa nacional que establece un porcentaje menor a 0.8%, mientras que el *Codex alimentarius* ha reemplazado este parámetro por la conductividad eléctrica (CUADRO 16).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 26 Determinación del contenido de cenizas [%] para cada tipo de miel.**

Hoy día, debido a la correlación que se ha determinado entre el contenido de cenizas de la miel y la conductividad eléctrica, se ha eliminado de los estándares internacionales de calidad de la miel la determinación de

cenizas, bastando sólo con la determinación de conductividad eléctrica como parámetro de calidad y con poder para discriminar el origen floral de una muestra (FELSNER *et al.*, 2004; BOGDANOV *et al.*, 2004).

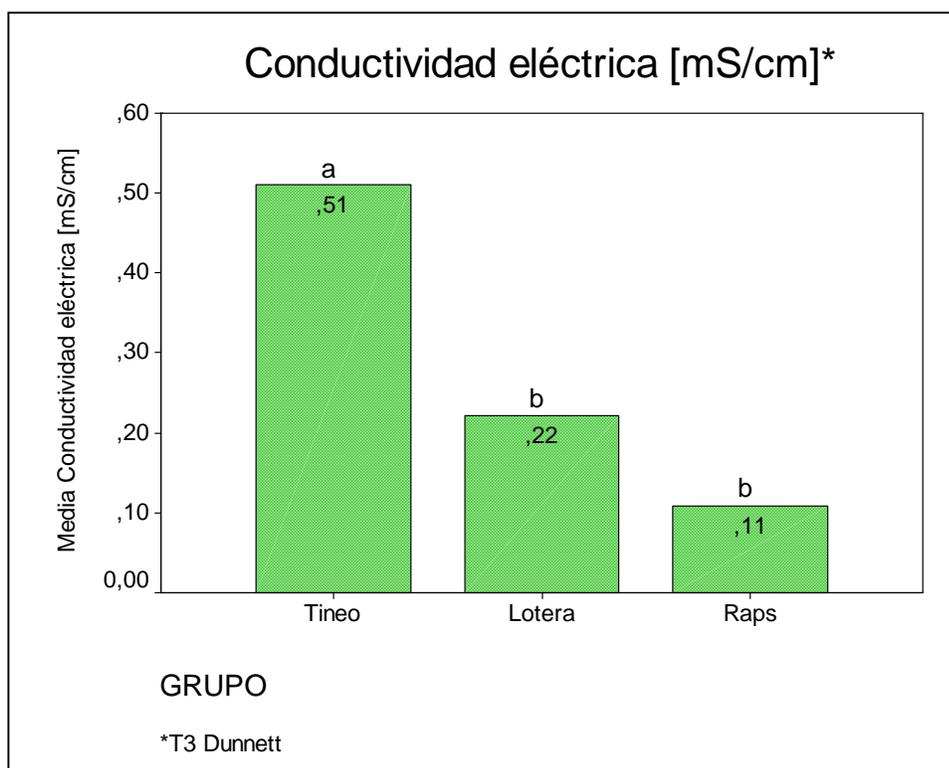
4.2.12 Conductividad eléctrica: Actualmente, la conductividad eléctrica de la miel es un parámetro de calidad muy útil para la clasificación de mieles uniflorales (FELSNER *et al.*, 2004; BOGDANOV *et al.*, 2004; MALACALZA *et al.*, 2005) y su variación entre los tipos de mieles es atribuido al contenido de cenizas que éstas presentan (POPEK, 2002).

En concordancia con lo anterior, se constataron diferencias estadísticas significativas para miel de tino, mientras que miel de lotera y miel de raps resultaron ser estadísticamente iguales (FIGURA 27 y ANEXO 16). Además, los promedios determinados fueron de 0.51 [mS/cm], 0.22 [mS/cm] y 0.11 [mS/cm] para miel de tino, lotera y raps respectivamente (CUADRO 15), valores con los que todas las mieles cumplen con el estándar establecido por el *Codex alimentarius*, correspondiente a  $\leq 0.8$  [mS/cm], lo que sugiere el origen floral de los tres tipos de mieles estudiados. 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 (CUADRO 16).

Resulta interesante destacar el comportamiento del contenido de cenizas y de la conductividad eléctrica para discriminar entre los tres tipos de mieles del estudio, mientras del análisis estadístico se establecen diferencias significativas del contenido de cenizas para las mieles del estudio, no ocurre lo mismo con la conductividad eléctrica, que sólo establece diferencias significativas entre un tipo de las tres mieles estudiadas. POPEK (2002) coincide con lo último, ya que usando la conductividad eléctrica para discriminar el origen botánico de ocho tipos de mieles monoflorales, sólo logró diferenciar una de ellas. Por otra parte, muchos autores describen a este parámetro como una herramienta útil para discriminar el origen botánico de los distintos tipos de miel y han encontrado

estrechas relaciones entre el contenido de cenizas y el nivel de conductividad eléctrica de la miel (TERRAB *et al.*, 2002; TERRAB *et al.*, 2003; BOGDANOV *et al.*, 2004; TERRAB *et al.*, 2004; DOWNEY *et al.*, 2005; MALACALZA *et al.*, 2005; ACQUARONE *et al.*, 2007).

AGUILAR (2001) encontró un nivel de conductividad eléctrica de 0.465 [mS/cm] para miel de ulmo y DIAZ (2003) determinó un rango de entre 0.332 a 0.482 [mS/cm] para el mismo tipo de miel. En general, estos valores se acercan al promedio obtenido para miel de tineo, pero a su vez se alejan de aquellos obtenidos para miel de lotera y raps.



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, T3 Dunnett.

**FIGURA 27 Determinación de conductividad eléctrica [mS/cm] para cada tipo de miel.**

Para miel de lotera, MALACALZA *et al.* (2005) determinaron 0.22 [mS/cm], lo que coincide plenamente con lo determinado para este tipo de miel

en el estudio. Y en el caso de miel de raps, BOGDANOV *et al.* (2004) encontraron un rango de entre 0.10 a 0.28 [mS/cm], lo que más o menos se asemeja al rango de entre 0.10 a 0.12 [mS/cm] para este tipo de miel en el presente estudio.

Los datos de conductividad eléctrica del estudio podrían ser considerados un parámetro de confianza para diferenciar estas mieles de algunas como castaño (1.38 [mS/cm]), tomillo (0.40 [mS/cm]), tilo (0.62 [mS/cm]) y miel de mielada (1.20 [mS/cm]) (PERSANO y PIRO, 2004).

### **4.3 Resultados del análisis sensorial de los tipos de miel**

A continuación se presentan los resultados para el tercer grupo de análisis del estudio, que corresponde al análisis sensorial de los tipos de mieles.

De este tipo de análisis, sólo se han considerado los datos de la apreciación general evaluada por los jueces del panel de catadores, por cuanto en este parámetro se reúne una apreciación de conjunto de la muestra analizada. Esta apreciación se obtiene por cada catador una vez evaluados los parámetros color, olor, los cuatro sabores (dulce, ácido, amargo y salado) y las características determinadas por el tacto, que en el caso de la miel se evalúan por tacto bucal, precisamente lingual y que corresponden a viscosidad, adhesividad y cristalización (ANEXO 2).

Para evaluar la apreciación general de las muestras, los catadores utilizaron una escala de 10 puntos, en la cual el número 1 significaba la peor evaluación de acuerdo al conjunto de características y por el contrario, el número 10 significaba la mejor evaluación que podría haber obtenido la muestra en función de sus características organolépticas.

En el CUADRO 17 se entregan los valores promedio, máximo, mínimo y desviación estándar de los tipos de mieles del estudio. En el caso de miel de ulmo y hierba azul, sólo se entregan los valores promedio obtenidos, debido a que sólo se contó con una muestra para estos dos tipos de mieles.

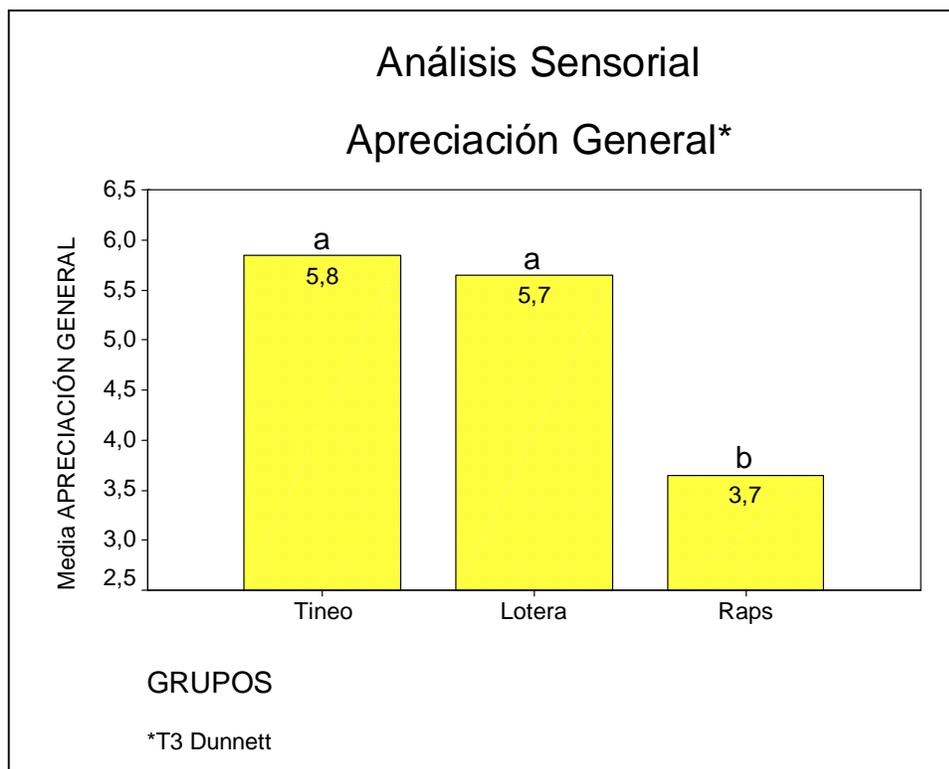
Miel de tineo tuvo un valor promedio de 5.84 y un rango que varió entre 4.0 y 8.0, en el caso de miel de lotera el valor promedio fue de 5.65 y el rango estuvo entre 3.0 y 8.0, mientras que miel de raps tuvo un promedio de 3.65 con un rango que varió entre 2.0 y 7.0. Y por su parte, en el caso de miel de ulmo se obtuvo un promedio de 5.44 a diferencia de miel de hierba azul que obtuvo un promedio de 6.33. En el caso de miel de ulmo se obtuvo un promedio de 5.44 y para la miel de hierba azul un promedio de 6.33.

**CUADRO 17 Caracterización sensorial de los tipos de mieles del estudio.**

Tipo Miel	Nº Muestras	Apreciación General	
Tineo	2	Promedio	5.84
		Máximo	8.0
		Mínimo	4.0
		SD	1.05
Lotería	4	Promedio	5.65
		Máximo	8.0
		Mínimo	3.0
		SD	1.31
Raps	2	Promedio	3.65
		Máximo	7.0
		Mínimo	2.0
		SD	1.42
Ulmo	1	Promedio	5.44
Hierba Azul	1	Promedio	6.33

Llama la atención, que en términos de magnitud, miel de hierba azul haya obtenido el promedio más alto en la evaluación de apreciación general de los tipos de mieles. Esto podría explicarse debido a que el panel de catadores que evaluó las muestras, estuvo formado por un grupo de personas de la zona de Castilla-León en España, área en la cual es habitual la producción de miel de encina, un tipo de miel de mielatos, y miel de brezo (SÁINZ y GÓMEZ, 1999). Ambos tipos de mieles oscuras y con sabor y aroma que recuerdan a azúcar quemada o frutas secas, muy similar a lo que sucede en el caso de hierba azul.

El análisis estadístico permitió determinar diferencias significativas para miel de raps respecto de miel de tineo y lotera, resultando estas dos últimas estadísticamente iguales (FIGURA 28 y ANEXO 17).



Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%, DHS Tukey.

**FIGURA 28** **Apreciación general de un panel de cata, para cada tipo de miel.**

La diferencia estadística determinada para miel de raps es sugerida por las características que este tipo de miel presenta en lo que respecta a olor y aroma, pues es muy propio de ella un intenso olor a coles (SÁINZ y GÓMEZ, 1999) que algunos autores lo describen incluso como olor a podrido (PERSANO y PIRO, 2004), lo que se detecta también marcadamente en el aroma y resulta un rasgo distintivo de este tipo de miel, pero que va en desmedro de la calidad que pueden percibir los consumidores.

En el marco de la caracterización de mieles monoflorales de nuestro país, sería muy interesante contar con un panel de catadores entrenados, que permitan definir las características organolépticas de los tipos de mieles que a partir de nuestra flora disponible, potencialmente se pueden producir. Hoy día se cuenta con métodos armonizados a partir de un trabajo que han realizado algunos científicos al amparo de la Comisión Internacional de la Miel de APIMONDIA (PIANA *et al.*, 2004), el que se puede constituir en una base para disponer en nuestro país de un método ajustado a la realidad nacional.

## 5 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio, se proponen las siguientes conclusiones:

Se logró identificar, de acuerdo a sus características de origen botánico, 5 tipos de miel monofloral, que fueron: miel de lotera (*L. uliginosus*), miel de tinoe (*W. trichosperma*), miel de raps (*B. napus*), miel de ulmo (*E. cordifolia*) y miel de hierba azul (*E. vulgare*). Los contenidos polínicos no fueron homogéneos para las muestras dentro de cada uno de los tipos de miel, presentando algunas de ellas contenidos muy altos de polen y otras con un contenido promedio, de acuerdo al nivel que se acepta internacionalmente para definir una miel como monofloral ( $\geq 45\%$ ). Dicho porcentaje es ampliamente aceptado para definir la monofloralidad de un tipo de miel y cada tipo puede tener un patrón palinológico propio, pero el análisis de polen por si solo no es suficiente para establecer el origen botánico de la miel. La variación que presentan los contenidos polínicos de cada tipo de miel, hace presumir que por medio de este tipo de análisis, no es posible evaluar exactamente la cantidad de néctar de una u otra especie botánica que está contenido en una miel.

Respecto de los resultados obtenidos para los parámetros físicos y químicos de las tipos de miel, se pudo establecer diferencias estadísticas significativas entre algunos de ellos: humedad, peso específico, sólidos totales, acidez libre, lactónica y total, pH, actividad de diastasa, cenizas y conductividad eléctrica. Por lo tanto, para la caracterización de mieles monoflorales no basta con analizar un solo parámetro, sino que se debe tener en cuenta un examen global para diferenciar entre un tipo y otro. Además de los análisis físicos y químicos, existen otros tipos de analitos químicos, como la determinación del perfil de azúcares, que sumados a los anteriores podría permitir una mejor

caracterización a la hora de definir un tipo de miel como monofloral y que la haga distintiva de su tipo.

El análisis sensorial, permite reconocer en las mieles las características organolépticas que percibe directamente el consumidor y debe realizarse por un panel de jueces expertos entrenados, cuidando la objetividad de los resultados que se obtengan. En el caso del estudio, miel de raps tuvo menor aceptación que miel de tino y lotera, mientras que estas últimas tuvieron una aceptación moderada y mejor que la primera.

En nuestro país se han iniciado trabajos incipientes respecto de análisis sensorial de mieles y hace falta generar una línea fuerte de estudio en este sentido, para poder lograr descriptores que nos permitan definir claramente las características organolépticas propias de nuestros tipos de miel.

En general los cinco tipos de miel del estudio cumplieron con los estándares de calidad establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos y del Codex alimentarius.

Se confirma la hipótesis del estudio, ya que los tipos de miel presentaron características físicas, químicas y sensoriales de acuerdo a su origen botánico, definido a través del análisis de polen.

Se debe continuar trabajando en lograr la caracterización de los diversos tipos de miel de Chile, ya que a pesar de que se han realizado algunos trabajos, dentro de los cuales este estudio contribuye con los datos presentados como parte de los resultados, no se ha logrado describir con precisión las mieles monoflorales que se producen en el país, al nivel que lo han desarrollado, por ejemplo, algunos países europeos. Se debe apuntar a lograrlo, ya que esto genera posibilidades de diversificación y abre nichos de mercado importantes para los productores, así como una amplia línea de investigación para los centros de I+D.

## 6 RESUMEN

Mediante análisis melisopalínológico, físico-químicos (humedad, peso específico, contenido de sólidos totales y sólidos insolubles en agua, acidez libre, láctica y total, pH, azúcares reductores, sacarosa aparente, actividad de diastasa, hidroximetilfurfural HMF, cenizas y conductividad eléctrica) y sensoriales, se estudiaron 10 muestras de miel provenientes de dos apicultores de las regiones de los ríos y de los lagos, y de una empresa de la región metropolitana de Chile, para determinar sus características y medir los estándares de calidad que exigen el reglamento sanitario de los alimentos del país y del *Codex alimentarius*. Todos los datos fueron analizados estadísticamente usando análisis de varianza, para determinar diferencias significativas entre los tipos de mieles.

Del análisis cuantitativo de polen se obtuvo que un 50% de las muestras de miel corresponden a la clase III, 30% de las muestras corresponde a la clase II, y a las clases IV y V un 10% respectivamente, en base a la clasificación de Maurizio. Por otra parte, el análisis cualitativo, permitió determinar que todas las muestras corresponden a mieles monoflorales, siendo 4 muestras miel de lotera (*Lotus uliginosus*), para miel de tino (*Weinmannia trichosperma*) y miel de raps (*Brassica napus*) 2 muestras respectivamente, y para miel de ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y miel de hierba azul (*Echium vulgare*), 1 muestra respectivamente.

Con respecto a las propiedades físico-químicas, se constataron diferencias estadísticas significativas a un nivel de significancia del 5% entre miel de tino, lotera y raps para humedad peso específico, sólidos totales, acidez libre, láctica y total, pH, actividad de diastasa, cenizas y conductividad eléctrica.

Los tres tipos de mieles del estudio presentaron el peso específico, contenido de sólidos insolubles, azúcares reductores, sacarosa aparente, HMF y cenizas de acuerdo con los estándares establecidos por el Reglamento Sanitario de los Alimentos del país. Mientras que en lo que respecta al *Codex alimentarius*, los tipos de mieles cumplieron con los estándares establecidos para humedad, acidez libre, azúcares reductores, sacarosa aparente, HMF y conductividad eléctrica.

El análisis sensorial permitió establecer diferencias estadísticas significativas al 5% entre los tipos de mieles tinea, lotera y raps.

Por lo tanto, las mieles en estudio presentan diferencias en sus características físicas, químicas y sensoriales de acuerdo a su origen botánico, definido a través de análisis melisopalinológico.

## SUMMARY

By means of melissopalynological, physico-chemical (moisture, specific gravity, insoluble solids, free, lactone and total acidity, pH, reducing sugar, apparent sucrose, diastase activity, hydroxymethylfurfural HMF, ash contents and electrical conductivity) and sensory analysis, 10 samples of honey from two beekeepers of Region de los Rios y de los Lagos and a company of the Region Metropolitana in Chile were studied in order to determine their characteristics and measure the quality standards that Reglamento Sanitario de los Alimentos of the country and *Codex alimentarius* require. All the data were statistically tested using analysis of variance, with the aim of identifying the significant differences between honey types.

The quantitative analysis of pollen demonstrated that 50% of the honey samples belong to class III, 30% to class II and 10% to classes IV and V respectively, based on Maurizio's classification. In the other hand, the qualitative analysis of pollen allowed to determine that all the samples belong to unifloral honeys, being 4 samples of lotera (*Lotus uliginosus*), 2 samples of tineo (*Weinmannia trichosperma*) and rape (*Brassica napus*) honeys for each and 1 sample of ulmo (*Eucryphis cordifolia*) and hierba azul (*Echium vulgare*) honeys for each.

In the physico-chemical properties, statistical differences in a 5% level of significance were found between tineo, lotera and rape honey for moisture, specific gravity, total solids, free, lactone and total acidity, pH, diastase activity, ash contents and electrical conductivity.

An all the three honey types studied present specific gravity, insoluble solids, reducing sugar, apparent sucrose, HMF and ash contents in according with the standards established by the Reglamento Sanitario de los Alimentos of

the country. With regard to the *Codex alimentarius*, honey types reached the establish standards for moisture, free acidity, reducing sugar, apparent sucrose, HMF and electrical conductivity.

The sensory analysis allowed establish significance statistical differences to 5% between tineo, lotera and rape honey types.

Therefore, honeys studied present differences in their physico-chemical and sensory characteristics according to the botanical origin, determined by melissopalynological analysis.

## 7 BIBLIOGRAFIA

- ACQUARONE, C., BUERA, P. y ELIZALDE, B. 2007. Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chemistry* 101(2): 695-703.
- AGUILAR, M. 2001. Evaluación de parámetros de calidad en miel de abeja, en relación a condiciones de almacenaje. Tesis Lic. en Alim. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Facultad de Ciencias Agrarias. 141 p.
- ANUPAMA, D., BHAT, K. y SAPNA, V. 2003. Sensory and physico-chemical properties of commercial samples of honey. *Food Research International* 36(2): 183-191.
- ARVANITOYANNIS, I., CHALHOUB, C., GOTSIOU, P., LYDAKIS-SIMANTIRIS, N. y KEFALAS, P. 2005. Novel quality control methods in conjunction with chemometrics (multivariate analysis) for detecting honey authenticity. *Critical reviews in food science and nutrition* 45(3): 193-203.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official methods of analysis. Ed. Arlington. USA. 2209 p.
- AZEREDO, L., AZEREDO, M., DE SOUZA, S. y DUTRA, V. 2003. Protein contents and physicochemical properties in honey samples of *Apis mellifera* of different floral origins. *Food Chemistry* 80(2): 249-254.

- BAEZ, P. 1998. Análisis fisiológico y morfológico de los granos de polen en cuatro especies del género *Nothofagus*. Tesis Lic. Cs. Biológicas. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias. 172 p.
- BIANCHI, E. 1990. Control de calidad de la miel y la cera. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 69 p.
- Boletín Oficial del Estado, BOE. 2003. Real Decreto 1049/2003 Norma de Calidad relativa a la Miel. Madrid, España. Nº186: 30181-30183.
- BOETTCHER, J. 1998. Caracterización físico-química y botánica de miel de abejas (*Apis mellifera* L.) de la zona de Chiloé. Tesis Lic. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 146 p.
- BOGDANOV, S., RUOFF, K. y PERSANO O., L. 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35(1): S4-S17.
- CARPENTER, R., LYON, D. y HASDELL, T. 2000. Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control. 2 Ed. An Aspen Publication. Gaithersburg, Maryland. EE.UU. 210 p.
- CAVIA, M., FERNÁNDEZ-MUIÑO, M., ALONSO-TORRE, S., HUIDOBRO, J. y SANCHO, M. 2007. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. *Food Chemistry* 100(4): 1728-1733.
- 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.

- 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.
- CHILE, MINISTERIO DE SALUD (SNS). 2004. Reglamento Sanitario de los Alimentos. Santiago, Chile. 171 p.
- CORNEJO, L. 1993. Apicultura práctica en América Latina. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 167 p.
- CRANE, E. 1990. Bees and Beekeeping: Science, Practise and World Resources. Ithaca, New York. USA. 614 p.
- DE RODRÍGUEZ, G., SULBARÁN, B., FERRER, A. y RODRÍGUEZ, B. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. Food Chemistry 84(4): 499-502.
- DE SÁ-OTERO, M.P., ARMESTO-BAZTAN, S. y DÍAZ-LOSADA, E. 2006. A study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from the Baixa Limia.Serra do Xurés Nature Reserve in north-west Spain. Grana 45(2): 137-145.
- DEVILLERS, J., MORLOT, M., PHAM-DELÈGUE, M. y DORÉ, J. 2004. Classification of monofloral honeys based on their quality control data. Food Chemistry 86(2): 305-312.
- DIAZ, C. 2003. Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.) etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.). Tesis Lic. En Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 107 p.

- DOWNEY, G., HUSSEY, K., KELLY, D., WALSH, T. y MARTIN, P. 2005. Preliminary contribution to the characterisation of artisanal honey produced on the island of Ireland by palynological and physico-chemical data. *Food Chemistry* 91(2): 347-354.
- ERDTMAN, G. 1943. *An introduction to pollen analysis*. Ed. Waltham, Mass, EE.UU. 239 p.
- ERDTMAN, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Almquist and Wiskell. Stockholm, Sweden. 539 p.
- FAEGRI, K. 1956. Recent trends in palynology. *Bot. Rev.* 22: 639-664.
- FAEGRI, K. e IVERSEN, I. 1975. *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard, Denmark. 237 p.
- FAO-WHO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / HEALTH WORLD ORGANIZATION (FAO/WHO). 2001. *Codex Alimentarius*. Texto abreviado. Roma, Italia. 459 p.
- FELSNER, M, CANO, C., BRUNS, R., WATANABE, H., ALMEIDA-MURADIAN, L. y MATOS, J. 2004. Characterization of monofloral honeys by ash contents through a hierarchical design. *Journal of Food Composition and Analysis* 17(6): 737-747.
- FERNÁNDEZ, I. & DÍEZ, M. J. 1990. Algunas consideraciones sobre terminología palinológica. I, polaridad y simetría. *Lagascalia* 16 (1): 51-60.

- FINOLA, M., LASAGNO, M. y MARIOLI, J. 2007. Microbiological and chemical characterization of honeys from central Argentina. *Food Chemistry* 100(4): 1649-1653.
- FORCONE, A., AYESTARÁN, G., KUTSCHKER, A. y GARCÍA, J. 2005. Palynological characterization of honeys from the Andean Patagonia (Chubut, Argentina). *Grana* 44(3): 202-208.
- 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.
- 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.
- 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.
- GLEITER, R., HORN, H. y ISENGARD, H. 2006. Influence of type and state of crystallisation on the water activity of honey. *Food Chemistry* 96(3): 441-445.
- GOMEZ, A. 1996. Análisis sensorial de mieles: 1 Influencia de la composición y el procesado. *Vida Apícola* 80:16-20.
- HEUSSER, C. 1971. Pollen and spores of Chile. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, EE.UU. 167 p.

- HUIDOBRO, J., SANTANA, F., SÁNCHEZ, M., SANCHO, M., MUNIATEGUI, S. y SIMAL-LOZANO, J. 1995. Diastase, invertase and alpha-glucosidase activities in fresh honey from north-west Spain. *Journal of Apicultural Research* 34: 39-40.
- IICA, INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. 1990. Seminario técnico de agroindustria y comercialización de miel y polen. Santiago, Chile. 87 p.
- KÜÇÜK, M., KOLAYI, S., KARAOĞLU, Ş., ULUSOY, E., BALTACI, C. y CANDAN, F. 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chemistry* 100(2): 526-534.
- LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A. y VORWOHL, G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59(4): 139-157.
- MALACALZA, N., CACCAVARI, M., FAGÚNDEZ, G. y LUPANO, C. 2005. Unifloral honeys of the province of Buenos Aires, Argentine. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(8): 1389-1396.
- MAURIZIO, A. 1975. Microscopy of honey. In: E. Crane (ed.). *Honey. A comprehensive survey*. Heinemann. London. pp. 240-257.
- MOLINA, L. 1990. Control de Calidad de la miel de exportación. En: *II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola*. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. pp. 41 – 52.
- MOLINA, L. y NEIRA, M. 1990. Curso: Análisis de calidad de miel. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 65 p.

- MOORE, P. y WEBB, J. 1978. An Illustrated Guide to Pollen Analysis. Department of Plant Science, King's College. Londres, Inglaterra. 133.p.
- MOORE, P., WEBB, J. y COLLINSON, M. 1991. Pollen Analysis. 2ª edición. Blackwell Scientific Publications. Oxford, Hard Cover, England. 216 p.
- NANDA, V., SARKAR, V., SHARMA, H. y BAWA, A. 2003. Physico-chemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India. *Journal of Food Composition and Analysis* 16(5): 613-619.
- NANDA, V., BERA, M. y BAKHSHI, A. 2006. Optimization of the process parameters to establish the quality attributes of hydroxymethylfurfural content and diastatic activity of sunflower (*Helianthus annuus*) honey using response surface methodology. *European Food Research and Technology* 222(1-2): 64-70.
- 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.
- OJEDA DE RODRIGUEZ, G., SULBARAN, B., FERRER, A. y RODRÍGUEZ, B. 2004. Characterization of Money produced in Venezuela. *Food Chemistry* 84(4): 499-502.
- OLEA, M. 1986. Evaluación de los acopios de polen y néctar en apiarios de la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 62 p.
- ÖZCAN, M., ARSLAN, D., CEYLAN, D. 2006. Effect of inverted saccharose on some properties of honey. *Food Chemistry* 99(1): 24-29.

- PERSANO, L. y PIRO, R. 2004. Main european unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 35(1): S38-S81.
- PIANA, M. L., PERSANO, L., BENTABOL, A., BRUNEAU, E., BOGDANOV, S. y GUYOT, CH. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie* 35(1): S26-S37.
- POPEK, S. 2002. A procedure to identify a honey type. *Food Chemistry* 79(3): 401-406.
- 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.
- PUNT, W., BLACKMORE, S., NILSSON, S., y THOMAS, A. 1994. Glossary of Pollen and Spore terminology. LPP Foundation, Universidad de Utrecht. Utrecht, Holanda. 71 p.
- RODRIGUEZ, D. 2003. Estudio aeropalínológico de la ciudad de Salamanca durante el año 2000. Tesis de Grado Lic en Biología. Universidad de Salamanca. Facultad de Biología. Salamanca, España. 124 p.
- SÁINZ, C. y GÓMEZ, C. 1999. Mieles españolas: características e identificación mediante el análisis del polen. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 163 p.

- SANZ, M., GONZÁLEZ, M., DE LORENZO, C., SANZ, J. y MARTÍNEZ-CASTRO, I. 2004. Carbohydrate composition and physicochemical properties of artisanal honeys from Madrid (Spain): occurrence of *Echium* sp. honey. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84(12): 1577-1584.
- SAWYER, R. 1988. Honey identification. Cardiff Academic Press. Cardiff, Gales, Inglaterra. 115 p.
- SEIJO, M.C., AIRA, M.J. y MÉNDEZ, J. 2003. Palynological differences in the pollen content of *Eucalyptus* honey from Australia, Portugal and Spain. *Grana* 42(3): 183-190.
- SERRA, J., SOLIVA, M. y MUNTANÉ, J. 2000. Invertase activity in fresh and processed honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80: 507-512.
- SERRANO, S., ESPEJO, R., VILLAREJO, M. y JODRAL, M. 2007. Diastase and invertase activities in Andalusian honeys. *International Journal of Food Science and Technology* 42(1): 76-79.
- SERRANO, S., VILLAREJO, M., ESPEJO, R. y JODRAL, M. 2004. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: classification of *Citrus* and *Eucalyptus* honeys by discriminant analysis. *Food Chemistry* 87(4): 619-625.
- STRASBURGER, E., NOLL, F., SCHENCK, H. y SCHIMPER, A. 1992. Tratado de Botánica. Ediciones Omega, 7ª edición. Barcelona, España. 375 p.

- STRASBURGER, E., NOLL, F., SCHENCK, H. y SCHIMPER, A. 1994. Tratado de Botánica. Ediciones Omega, 8ª edición. Barcelona, España. 1068 p.
- TERRAB, A., DÍEZ, M. y HEREDIA, J. 2002. Characterisation of Moroccan unifloral honeys by their physicochemical characteristics. *Food Chemistry* 79(3): 373-379.
- TERRAB, A., DÍEZ, M. y HEREDIA, J. 2003. Palynological, physico-chemical and colour characterization of Moroccan honeys: III. Other unifloral honey types. *International Journal of Food Science and Technology* 38(4): 395-402.
- TERRAB, A., RECAMALES, A., HERNANZ, D. y HEREDIA, F. 2004. Characterization of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chemistry* 88(4): 537-542.
- TERRAB, A. y HEREDIA, F. 2004. Characterisation of avocado (*Persea americana* Mill) honeys by their physicochemical characteristics. *Journal of the Science of Food and Agricultural* 84(13): 1801-1805.
- VALDES, B., DIEZ, M. J. y FERNÁNDEZ, I. 1987. Atlas polínico de Andalucía occidental. Instituto de desarrollo regional N°43. Universidad de Sevilla. Excm. Diputación de Cádiz. Sevilla, España. 450 p.
- VON DER OHE, W., PERSANO, L., PIANA, M.L., MORLOT, M. y MARTIN, P. 2004. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie* 35(1): S18-S25.
- WATTS, B., YLIMAKI, G., JAFFERY, L. y ELIAS, L. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Ottawa, Canadá. 170 p.

WHITE, J. 1975. Honey. In: DADANT AND SONS (ed.). The hive and the honey bee. Illinois, USA. 740 p.

WITTIG, E. s.f. Evaluación Sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos. 134 p.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### Materiales

#### Materiales utilizados para análisis físicos y químicos

Reactivos:

- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Hidróxido de sodio (NaOH) 0.05 N
- Ácido clorhídrico (HCl) 0.05 N
- Etanol absoluto
- Fenolftaleína al 1% en etanol neutralizado
- Agua destilada
- Agua desionizada
- Solución ferricianuro 0.05 N
- Solución de sulfato de zinc y ácido acético
- Solución de yoduro de potasio
- Solución indicadora de almidón
- Solución de tiosulfato de sodio 0.05 N
- Solución de bisulfito de sodio 0.2%
- Solución Carrez I
- Solución Carrez II
- Bisulfito de sodio
- Solución de yodo 0.0007 N
- Amortiguador de acetato pH 5.3 (1.59 M)
- Solución de almidón 2%
- Solución tampón de pH 4.0 y de 7.0

## Continuación ANEXO 1

Material y equipos:

- Bureta graduada, matraces Erlenmeyer, vasos de precipitado, pipetas graduadas y aforadas, probetas, varillas de vidrio, micropipeta, matraces aforados, tubos de ensayo, frascos tapa rosca, embudos, cubetas de cuarzo de 1 cm.
- pH-metro, Cole-Primer, DigipHase, modelo pHMeter, serie N° T 1912.
- Termómetro con escala de 0 a 100°C.
- Agitador magnético Termolyne, nuova II.
- Espectrofotómetro UV visible, Milton Roy, Spectronic 3000 Array.
- Refractómetro Baush and Lomb, N° 33.45.71, serie N° 063 XN.
- Cronómetro digital.
- Baño termostático (María) HAAKE D1.
- Bomba de vacío GAST, modelo DOA-P136-BN.
- Filtro tipo Millipore, marca Duran N°3.
- Papel aluminio
- Papel filtro Whatman N°4
- Kitasato
- Lovibond 2000
- Balanza analítica Sartorius A 200 S, B 8010021, de sensibilidad 0.0001 gramos.
- Estufa regulable Memmert.
- Mufla, Termolyne 48000.
- Agitador magnético marca Cenco.
- Mezclador Vortex, Lab-line, Super Mixer, CAT N° 1290.
- Crisoles de porcelana.
- Conductivímetro.
- Cámaras de temperatura.

## **Continuación ANEXO 1**

### **Materiales y equipos utilizados para análisis palinológico**

- Matraz erlenmeyer de 500 ml.
- Matraz erlenmeyer de 1000 ml.
- Matraz erlenmeyer de 2000 ml.
- Vaso de precipitado de 200 ml.
- Tubos de centrífuga de 50 ml.
- Tubos de ensayo de 15 ml.
- Portaobjetos
- Cubreobjetos
- Pipetas pasteur
- Pipeta graduada
- Ácido acético glacial
- Mezcla acetolítica (anhídrido acético y ácido sulfúrico concentrado en relación 9:1)
- Metanol al 95%
- Metanol absoluto
- Acetona
- Glicerina
- Gelatina glicerinada.
- Balanza AE FEL-410D
- Centrífuga MEDITRONIC (P SELECTA)
- Baño maría PRECIS-BAT (P SELECTA)
- Calefactor de resistencia eléctrica
- Microscopio óptico NIKON OPTIPHOT-2 con contraste interferencial
- Computadores
- Monitor de 17"
- Cámara de video SONY 3CCD DXC930P
- Programa de tratamiento de imagen Image Pro Plus.

**Continuación ANEXO 1**

- **Materiales y equipos utilizados para análisis sensorial**
- Copas de vidrio tipo balón de 150 a 160 cc. y diámetro de borde superior, mayor o igual a 5 cm.
- Cucharas tipo café
- Espátulas plásticas desechables
- Cucharas soperas de acero inoxidable
- Platos de plástico desechables
- Tapas para copas (de papel o plásticas)
- Vasos o copas para agua
- Servilletas de papel
- Rotuladores o marcadores para vidrio
- Bolígrafos
- Hojas de respuesta.

## ANEXO 2

## Cartilla de Evaluación Sensorial

MIEL _____									
<b>COLOR</b>									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<b>OLOR</b>									
Débil									
1	2	3	4						
Fuerte									
1	2	3	4	5	6				
<b>SABOR</b>									
Dulce					Amargo				
1	2	3	4	5	1	2	3		
Ácido					Salado				
1	2	3	4		1	2			
<b>TACTO</b>									
Viscosidad									
1	2	3	4	5	6	7			
Adhesividad									
1	2	3	4	5	6				
Cristalización									
1	2	3	4	5	6				
<b>APRECIACIÓN FINAL DE CONJUNTO</b>									
									Olor primario:
									Olor secundario:
									Sabor primario:
									Sabor secundario:
									Aroma primario:
									Aroma secundario:
									Tipo de cristales:
									NOTA FINAL:

## ANEXO 3

## Análisis de varianza para Humedad

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: HUMEDAD

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1.1380	1.373E-02	4
Lotus	1.1497	1.502E-02	8
Raps	1.1172	3.598E-03	4
Total	1.1386	1.824E-02	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: HUMEDAD

F	gl1	gl2	Significación
3.362	2	13	.067

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: HUMEDAD

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2.806E-03 <sup>a</sup>	2	1.403E-03	8.352	.005
Intercept	18.549	1	18.549	110435,0	.000
ORIGEN	2.806E-03	2	1.403E-03	8.352	.005
Error	2.184E-03	13	1.680E-04		
Total	20.749	16			
Total corregida	4.989E-03	15			

a. R cuadrado = .562 (R cuadrado corregida = .495)

### Continuación ANEXO 3

#### Medias marginales estimadas

##### origen de la miel

Variable dependiente: HUMEDAD

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.138	.006	1.124	1.152
Lotus	1.150	.005	1.140	1.160
Raps	1.117	.006	1.103	1.131

#### Pruebas post hoc origen de la miel

##### Subconjuntos homogéneos

##### HUMEDAD

origen de la miel	N	Subconjunto	
		1	2
DHS de Tukey <sup>a, E</sup> Raps	4	1.1172	
Tineo	4	1.1380	1.1380
Lotus	8		1.1497
Significación		.066	.372

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 1.680E-04.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.800
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

## ANEXO 4

## Análisis de varianza para Peso específico

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: PESO\_ESP

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1.419825	7,23E-03	4
Lotus	1.425800	7,87E-03	8
Raps	1.408750	1,93E-03	4
Total	1.420044	9,58E-03	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: PESO\_ESP

F	gl1	gl2	Significación
3.637	2	13	.056

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: PESO\_ESP

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	7.755E-04 <sup>a</sup>	2	3.877E-04	8.372	.005
Intercept	28.960	1	28.960	625312,2	.000
ORIGEN	7.755E-04	2	3.877E-04	8.372	.005
Error	6.021E-04	13	4.631E-05		
Total	32.266	16			
Total corregida	1.378E-03	15			

a. R cuadrado = .563 (R cuadrado corregida = .496)

## Continuación ANEXO 4

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: PESO\_ESP

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.420	.003	1.412	1.427
Lotus	1.426	.002	1.421	1.431
Raps	1.409	.003	1.401	1.416

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Subconjuntos homogéneos

#### PESO\_ESP

origen de la miel	N	Subconjunto	
		1	2
DHS de Tukey <sup>a, E</sup> Raps	4	1.408750	
Tineo	4	1.419825	1.419825
Lotus	8		1.425800
Significación		.062	.389

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 4.631E-05.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.800
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

## ANEXO 5

## Análisis de varianza para Sólidos totales

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: SOL\_TOT

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1,479898	5,78E-04	4
Lotus	1,479416	6,13E-04	8
Raps	1,480786	1,58E-04	4
Total	1,479879	7,62E-04	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: SOL\_TOT

F	gl1	gl2	Significación
3.360	2	13	.067

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: SOL\_TOT

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	5.009E-06 <sup>a</sup>	2	2.505E-06	8.772	.004
Intercept	31.543	1	31.543	1,1E+08	.000
ORIGEN	5.009E-06	2	2.505E-06	8.772	.004
Error	3.712E-06	13	2.855E-07		
Total	35.041	16			
Total corregida	8.721E-06	15			

a. R cuadrado = .574 (R cuadrado corregida = .509)

## Continuación ANEXO 5

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: SOL\_TOT

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.480	.000	1.479	1.480
Lotus	1.479	.000	1.479	1.480
Raps	1.481	.000	1.480	1.481

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Subconjuntos homogéneos

#### SOL\_TOT

origen de la miel	N	Subconjunto	
		1	2
DHS de Tukey <sup>a,c</sup> Lotus	8	1,479416	
Tineo	4	1,479898	1,479898
Raps	4		1,480786
Significación		.370	.056

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 2.855E-07.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.800
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

## ANEXO 6

## Análisis de varianza para Sólidos insolubles

## Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
tipo	1	Tineo	6
miel	2	Lotus	12
	3	Raps	6

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: SOL\_INS

tipo miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1.52529	4,05E-03	6
Lotus	1.52578	1,57E-02	12
Raps	1.53870	2,69E-02	6
Total	1.52889	1,77E-02	24

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: SOL\_INS

F	gl1	gl2	Significación
9.584	2	21	.001

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: SOL\_INS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	7.712E-04 <sup>a</sup>	2	3.856E-04	1.261	.304
Intercept	50.558	1	50.558	165269,8	.000
ORIGEN	7.712E-04	2	3.856E-04	1.261	.304
Error	6.424E-03	21	3.059E-04		
Total	56.107	24			
Total corregida	7.195E-03	23			

a. R cuadrado = .107 (R cuadrado corregida = .022)

## Continuación ANEXO 6

### Medias marginales estimadas

#### tipo miel

Variable dependiente: SOL\_INS

tipo miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.525	.007	1.510	1.540
Lotus	1.526	.005	1.515	1.536
Raps	1.539	.007	1.524	1.554

### Pruebas post hoc tipo miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: SOL\_INS

	(I) tipo miel	(J) tipo miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	-4,9597E-04	8,75E-03	.998	-2.25389E-02	2,15E-02
		Raps	-1,3414E-02	1,01E-02	.396	-3.88666E-02	1,20E-02
	Lotus	Tineo	4.9597E-04	8,75E-03	.998	-2.15470E-02	2,25E-02
		Raps	-1,2918E-02	8,75E-03	.322	-3.49606E-02	9,13E-03
	Raps	Tineo	1.3414E-02	1,01E-02	.396	-1.20395E-02	3,89E-02
		Lotus	1.2918E-02	8,75E-03	.322	-9.12537E-03	3,50E-02
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	-4,9597E-04	8,75E-03	.999	-1.34841E-02	1,25E-02
		Raps	-1,3414E-02	1,01E-02	.582	-5.12153E-02	2,44E-02
	Lotus	Tineo	4.9597E-04	8,75E-03	.999	-1.24922E-02	1,35E-02
		Raps	-1,2918E-02	8,75E-03	.643	-4.92638E-02	2,34E-02
	Raps	Tineo	1.3414E-02	1,01E-02	.582	-2.43881E-02	5,12E-02
		Lotus	1.2918E-02	8,75E-03	.643	-2.34286E-02	4,93E-02

Basado en las medias observadas.

## ANEXO 7

## Análisis de varianza para Acidez libre

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: ACID\_LIB

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	29.5513	13.5047	4
Lotus	31.8913	3.1281	8
Raps	14.3714	3.3388	4
Total	26.9263	10.0145	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: ACID\_LIB

F	gl1	gl2	Significación
64.711	2	13	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ACID\_LIB

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	855.280 <sup>a</sup>	2	427.640	8.565	.004
Intercept	9196.425	1	9196.425	184.192	.000
ORIGEN	855.280	2	427.640	8.565	.004
Error	649.071	13	49.929		
Total	13104.789	16			
Total corregida	1504.351	15			

a. R cuadrado = .569 (R cuadrado corregida = .502)

## Continuación ANEXO 7

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: ACID\_LIB

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	29.551	3.533	21.919	37.184
Lotus	31.891	2.498	26.494	37.288
Raps	14.371	3.533	6.739	22.004

### Pruebas post hoc

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ACID\_LIB

T3 de Dunnet

(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
Tineo	Lotus	-2.3400	4.3270	.978	-32.6493	27.9694
	Raps	15.1800	4.9964	.257	-15.6314	45.9914
Lotus	Tineo	2.3400	4.3270	.978	-27.9694	32.6493
	Raps	17.5199*	4.3270	.000	11.1266	23.9133
Raps	Tineo	-15.1800	4.9964	.257	-45.9914	15.6314
	Lotus	-17.5199*	4.3270	.000	-23.9133	-11.1266

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 8

## Análisis de varianza para Acidez láctica

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: ACID\_LAC

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	4.1864	3.7151	4
Lotus	8.2691	1.0000	8
Raps	.7499	.6454	4
Total	5.3686	3.7227	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: ACID\_LAC

F	gl1	gl2	Significación
17.525	2	13	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: ACID\_LAC

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	158.223 <sup>a</sup>	2	79.112	20.711	.000
Intercept	279.006	1	279.006	73.043	.000
ORIGEN	158.223	2	79.112	20.711	.000
Error	49.657	13	3.820		
Total	669.026	16			
Total corregida	207.880	15			

a. R cuadrado = .761 (R cuadrado corregida = .724)

## Continuación ANEXO 8

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: ACID\_LAC

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	4.186	.977	2.075	6.297
Lotus	8.269	.691	6.776	9.762
Raps	.750	.977	-1.361	2.861

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ACID\_LAC

	(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	-4.0827*	1.1968	.012	-7.2429	-.9225
		Raps	3.4365	1.3820	.066	-.2126	7.0856
	Lotus	Tineo	4.0827*	1.1968	.012	.9225	7.2429
		Raps	7.5192*	1.1968	.000	4.3590	10.6794
	Raps	Tineo	-3.4365	1.3820	.066	-7.0856	.2126
		Lotus	-7.5192*	1.1968	.000	-10.6794	-4.3590
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	-4.0827	1.1968	.262	-12.4589	4.2935
		Raps	3.4365	1.3820	.353	-4.9152	11.7882
	Lotus	Tineo	4.0827	1.1968	.262	-4.2935	12.4589
		Raps	7.5192*	1.1968	.000	6.1381	8.9003
	Raps	Tineo	-3.4365	1.3820	.353	-11.7882	4.9152
		Lotus	-7.5192*	1.1968	.000	-8.9003	-6.1381

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 9

## Análisis de varianza para Acidez total

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: AC\_TOTAL

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	33.7377	17.0493	4
Lotus	40.1604	3.3238	8
Raps	15.1212	3.3012	4
Total	32.2949	13.3293	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: AC\_TOTAL

F	gl1	gl2	Significación
71.003	2	13	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: AC\_TOTAL

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1682.992 <sup>a</sup>	2	841.496	11.139	.002
Intercept	12679.090	1	12679.090	167.838	.000
ORIGEN	1682.992	2	841.496	11.139	.002
Error	982.065	13	75.543		
Total	19352.435	16			
Total corregida	2665.057	15			

a. R cuadrado = .632 (R cuadrado corregida = .575)

## Continuación ANEXO 9

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: AC\_TOTAL

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	33.738	4.346	24.349	43.126
Lotus	40.160	3.073	33.522	46.799
Raps	15.121	4.346	5.733	24.510

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: AC\_TOTAL

	(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	-6.4227	5.3225	.470	-20.4764	7.6311
		Raps	18.6165*	6.1459	.025	2.3886	34.8444
	Lotus	Tineo	6.4227	5.3225	.470	-7.6311	20.4764
		Raps	25.0391*	5.3225	.001	10.9854	39.0929
	Raps	Tineo	-18.6165*	6.1459	.025	-34.8444	-2.3886
		Lotus	-25.0391*	5.3225	.001	-39.0929	-10.9854
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	-6.4227	5.3225	.838	-44.5413	31.6960
		Raps	18.6165	6.1459	.266	-19.8464	57.0794
	Lotus	Tineo	6.4227	5.3225	.838	-31.6960	44.5413
		Raps	25.0391*	5.3225	.000	18.5703	31.5080
	Raps	Tineo	-18.6165	6.1459	.266	-57.0794	19.8464
		Lotus	-25.0391*	5.3225	.000	-31.5080	-18.5703

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 10

## Análisis de varianza para pH

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: PH

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	4.3275	.1588	4
Lotus	3.9075	8.013E-02	8
Raps	3.9350	.1367	4
Total	4.0194	.2137	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: PH

F	gl1	gl2	Significación
6.751	2	13	.010

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: PH

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	.508 <sup>a</sup>	2	.254	18.698	.000
Intercept	236.974	1	236.974	17431.971	.000
ORIGEN	.508	2	.254	18.698	.000
Error	.177	13	1.359E-02		
Total	259.171	16			
Total corregida	.685	15			

a. R cuadrado = .742 (R cuadrado corregida = .702)

## Continuación ANEXO 10

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: PH

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	4.328	.058	4.202	4.453
Lotus	3.908	.041	3.818	3.997
Raps	3.935	.058	3.809	4.061

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: PH

T3 de Dunnet

(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
Tineo	Lotus	.4200*	7.140E-02	.019	.1043	.7357
	Raps	.3925*	8.244E-02	.026	5.794E-02	.7271
Lotus	Tineo	-.4200*	7.140E-02	.019	-.7357	-.1043
	Raps	-2.7500E-02	7.140E-02	.973	-.3046	.2496
Raps	Tineo	-.3925*	8.244E-02	.026	-.7271	-5,79E-02
	Lotus	2.750E-02	7.140E-02	.973	-.2496	.3046

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 11

## Análisis de varianza para Azúcares reductores

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: AZ\_REDUCE

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1,481740	1,19E-03	4
Lotus	1,481741	2,51E-03	8
Raps	1,481053	6,19E-04	4
Total	1,481569	1,84E-03	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: AZ\_REDUCE

F	gl1	gl2	Significación
2.533	2	13	.118

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: AZ\_REDUCE

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	1.418E-06 <sup>a</sup>	2	7.091E-07	.186	.833
Intercept	31.606	1	31.606	8282187	.000
ORIGEN	1.418E-06	2	7.091E-07	.186	.833
Error	4.961E-05	13	3.816E-06		
Total	35.121	16			
Total corregida	5.103E-05	15			

a. R cuadrado = .028 (R cuadrado corregida = -.122)

## Continuación ANEXO 11

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: AZ\_REDUC

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.482	.001	1.480	1.484
Lotus	1.482	.001	1.480	1.483
Raps	1.481	.001	1.479	1.483

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Subconjuntos homogéneos

#### AZ\_REDUC

origen de la miel	N	Subconjunto
		1
DHS de Tukey <sup>a,c</sup> Raps	4	1,481053
Tineo	4	1,481740
Lotus	8	1,481741
Significación		.850

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 3.816E-06.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.800
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

## ANEXO 12

## Análisis de varianza para Sacarosa aparente

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: SAC\_APAR

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	1,558416	6,17E-03	4
Lotus	1,556236	6,73E-03	8
Raps	1,565136	4,54E-03	4
Total	1,559006	6,86E-03	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: SAC\_APAR

F	gl1	gl2	Significación
.345	2	13	.715

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: SAC\_APAR

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2.131E-04 <sup>a</sup>	2	1.065E-04	2.812	.097
Intercept	35.041	1	35.041	924715,6	.000
ORIGEN	2.131E-04	2	1.065E-04	2.812	.097
Error	4.926E-04	13	3.789E-05		
Total	38.889	16			
Total corregida	7.057E-04	15			

a. R cuadrado = .302 (R cuadrado corregida = .195)

## Continuación ANEXO 12

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: SAC\_APAR

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	1.558	.003	1.552	1.565
Lotus	1.556	.002	1.552	1.561
Raps	1.565	.003	1.558	1.572

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Subconjuntos homogéneos

#### SAC\_APAR

origen de la miel	N	Subconjunto
		1
DHS de Tukey <sup>a,c</sup> Lotus	8	1,556236
Tineo	4	1,558416
Raps	4	1,565136
Significación		.101

Se muestran las medias para los grupos en subconjuntos homogéneos.

Basado en la suma de cuadrados tipo III

El término error es la Media cuadrática (Error) = 3.789E-05.

- Usa el tamaño muestral de la media armónica = 4.800
- Los tamaños de los grupos son distintos. Se empleará la media armónica de los tamaños de los grupos. No se garantizan los niveles de error tipo I.
- Alfa = .05.

## ANEXO 13

## Análisis de varianza para índice de diastasa

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel	1 Tineo	4
	2 Lotus	8
	3 Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: DIASTASA

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	10.4645	8.2127	4
Lotus	13.8420	5.3622	8
Raps	7.6340	.3439	4
Total	11.4456	5.8417	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: DIASTASA

F	gl1	gl2	Significación
7.739	2	13	.006

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: DIASTASA

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	107.906 <sup>a</sup>	2	53.953	1.736	.215
Intercept	1632.309	1	1632.309	52.529	.000
ORIGEN	107.906	2	53.953	1.736	.215
Error	403.970	13	31.075		
Total	2607.910	16			
Total corregida	511.876	15			

a. R cuadrado = .211 (R cuadrado corregida = .089)

## Continuación ANEXO 13

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: DIASTASA

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	10.464	2.787	4.443	16.486
Lotus	13.842	1.971	9.584	18.100
Raps	7.634	2.787	1.613	13.655

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DIASTASA

	(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	-3.3775	3.4136	.596	-12.3911	5.6360
		Raps	2.8305	3.9417	.757	-7.5775	13.2384
	Lotus	Tineo	3.3775	3.4136	.596	-5.6360	12.3911
		Raps	6.2080	3.4136	.202	-2.8056	15.2216
	Raps	Tineo	-2.8305	3.9417	.757	-13.2384	7.5775
		Lotus	-6.2080	3.4136	.202	-15.2216	2.8056
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	-3.3775	3.4136	.838	-20.3134	13.5583
		Raps	2.8305	3.9417	.865	-15.3753	21.0362
	Lotus	Tineo	3.3775	3.4136	.838	-13.5583	20.3134
		Raps	6.2080*	3.4136	.038	.3916	12.0244
	Raps	Tineo	-2.8305	3.9417	.865	-21.0362	15.3753
		Lotus	-6.2080*	3.4136	.038	-12.0244	-.3916

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 14

## Análisis de varianza para Hidroximetilfurfural, HMF

## Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
tipo	1	Tineo	6
miel	2	Lotus	12
	3	Raps	6

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: HMF

tipo miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	5.69855	6.39242	6
Lotus	3.31204	2.64347	12
Raps	6.37586	3.48798	6
Total	4.67462	4.10698	24

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: HMF

F	gl1	gl2	Significación
10.419	2	21	.001

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: HMF

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	45.935 <sup>a</sup>	2	22.968	1.410	.266
Intercept	568.183	1	568.183	34.887	.000
ORIGEN	45.935	2	22.968	1.410	.266
Error	342.013	21	16.286		
Total	912.399	24			
Total corregida	387.948	23			

a. R cuadrado = .118 (R cuadrado corregida = .034)

## Continuación ANEXO 14

### Medias marginales estimadas

#### tipo miel

Variable dependiente: HMF

tipo miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	5.699	1.648	2.272	9.125
Lotus	3.312	1.165	.889	5.735
Raps	6.376	1.648	2.950	9.802

### Pruebas post hoc tipo miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: HMF

	(I) tipo miel	(J) tipo miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	2.38651	2.01782	.476	-2.69956	7.47258
		Raps	-.67731	2.32997	.955	-6.55019	5.19558
	Lotus	Tineo	-2.38651	2.01782	.476	-7.47258	2.69956
		Raps	-3.06382	2.01782	.303	-8.14989	2.02225
	Raps	Tineo	.67731	2.32997	.955	-5.19558	6.55019
		Lotus	3.06382	2.01782	.303	-2.02225	8.14989
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	2.38651	2.01782	.767	-6.29417	11.06719
		Raps	-.67731	2.32997	.994	-9.47083	8.11622
	Lotus	Tineo	-2.38651	2.01782	.767	-11.06719	6.29417
		Raps	-3.06382	2.01782	.239	-7.84243	1.71480
	Raps	Tineo	.67731	2.32997	.994	-8.11622	9.47083
		Lotus	3.06382	2.01782	.239	-1.71480	7.84243

Basado en las medias observadas.

## ANEXO 15

## Análisis de varianza para Cenizas

## Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
tipo	1	Tineo	6
miel	2	Lotus	12
	3	Raps	6

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: CENIZAS

tipo miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	5,12E-02	2,28E-02	6
Lotus	1,95E-02	9,96E-03	12
Raps	1,05E-02	3,22E-03	6
Total	2,52E-02	2,03E-02	24

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: CENIZAS

F	gl1	gl2	Significación
34.311	2	21	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CENIZAS

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	5.737E-03 <sup>a</sup>	2	2.868E-03	16.101	.000
Intercept	1.584E-02	1	1.584E-02	88.944	.000
ORIGEN	5.737E-03	2	2.868E-03	16.101	.000
Error	3.741E-03	21	1.781E-04		
Total	2.470E-02	24			
Total corregida	9.477E-03	23			

a. R cuadrado = .605 (R cuadrado corregida = .568)

## Continuación ANEXO 15

### Medias marginales estimadas

#### tipo miel

Variable dependiente: CENIZAS

tipo miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	5.121E-02	.005	3.988E-02	6.254E-02
Lotus	1.950E-02	.004	1.149E-02	2.751E-02
Raps	1.054E-02	.005	-7.876E-04	2.188E-02

### Pruebas post hoc tipo miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CENIZAS

	(I) tipo miel	(J) tipo miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
						Límite inferior	Límite superior
DHS de Tukey	Tineo	Lotus	3.1705E-02*	6,67E-03	.000	1.4884E-02	4,85E-02
		Raps	4.0663E-02*	7,71E-03	.000	2.1240E-02	6,01E-02
	Lotus	Tineo	-3,1705E-02*	6,67E-03	.000	-4.85261E-02	-1,5E-02
		Raps	8.9574E-03	6,67E-03	.388	-7.86349E-03	2,58E-02
	Raps	Tineo	-4,0663E-02*	7,71E-03	.000	-6.00858E-02	-2,1E-02
		Lotus	-8,9574E-03	6,67E-03	.388	-2.57783E-02	7,86E-03
T3 de Dunnet	Tineo	Lotus	3.1705E-02*	6,67E-03	.046	6.0982E-04	6,28E-02
		Raps	4.0663E-02*	7,71E-03	.020	8.7159E-03	7,26E-02
	Lotus	Tineo	-3,1705E-02*	6,67E-03	.046	-6.28006E-02	-6,1E-04
		Raps	8.9574E-03*	6,67E-03	.036	5.1789E-04	1,74E-02
	Raps	Tineo	-4,0663E-02*	7,71E-03	.020	-7.26094E-02	-8,7E-03
		Lotus	-8,9574E-03*	6,67E-03	.036	-1.73969E-02	-5,2E-04

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 16

## Análisis de varianza para Conductividad eléctrica

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
origen de la miel 1	Tineo	4
2	Lotus	8
3	Raps	4

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: CONDUCTI

origen de la miel	Media	Desv. típ.	N
Tineo	.5108	.2058	4
Lotus	.2218	4.807E-02	8
Raps	.1088	1.372E-02	4
Total	.2658	.1822	16

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error <sup>a</sup>

Variable dependiente: CONDUCTI

F	gl1	gl2	Significación
104.060	2	13	.000

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+ORIGEN

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: CONDUCTI

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	.354 <sup>a</sup>	2	.177	16.006	.000
Intercept	1.132	1	1.132	102.339	.000
ORIGEN	.354	2	.177	16.006	.000
Error	.144	13	1.106E-02		
Total	1.628	16			
Total corregida	.498	15			

a. R cuadrado = .711 (R cuadrado corregida = .667)

## Continuación ANEXO 16

### Medias marginales estimadas

#### origen de la miel

Variable dependiente: CONDUCTI

origen de la miel	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	.511	.053	.397	.624
Lotus	.222	.037	.141	.302
Raps	.109	.053	-4.872E-03	.222

### Pruebas post hoc origen de la miel

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CONDUCTI

T3 de Dunnet

(I) origen de la miel	(J) origen de la miel	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
Tineo	Lotus	.2890	6.441E-02	.157	-.1731	.7511
	Raps	.4020	7.438E-02	.070	-5.4894E-02	.8589
Lotus	Tineo	-.2890	6.441E-02	.157	-.7511	.1731
	Raps	.1130*	6.441E-02	.000	6.012E-02	.1659
Raps	Tineo	-.4020	7.438E-02	.070	-.8589	5.489E-02
	Lotus	-.1130*	6.441E-02	.000	-.1659	-6,01E-02

Basado en las medias observadas.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

## ANEXO 17

## Análisis de varianza para Análisis sensorial

## Factores inter-sujetos

	Etiqueta del valor	N
GRUPOS 1	Tineo	17
2	Lotera	33
3	Raps	10

## Estadísticos descriptivos

Variable dependiente: APRECIACIÓN GENERAL

GRUPOS	Media	Desv. típ.	N
Tineo	5,841	1,045	17
Lotera	5,652	1,308	33
Raps	3,650	1,415	10
Total	5,372	1,463	60

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error<sup>a</sup>

Variable dependiente: APRECIACIÓN GENERAL

F	gl1	gl2	Significación
,848	2	57	,433

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.

a. Diseño: Intercept+GRUPOS

## Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: APRECIACIÓN GENERAL

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	35,973 <sup>a</sup>	2	17,987	11,363	,000
Intercept	1212,422	1	1212,422	765,922	,000
GRUPOS	35,973	2	17,987	11,363	,000
Error	90,229	57	1,583		
Total	1857,490	60			
Total corregida	126,202	59			

a. R cuadrado = ,285 (R cuadrado corregida = ,260)

## Continuación ANEXO 17

### Medias marginales estimadas

#### GRUPOS

Variable dependiente: APRECIACIÓN GENERAL

GRUPOS	Media	Error típ.	Intervalo de confianza al 95%.	
			Límite inferior	Límite superior
Tineo	5,841	,305	5,230	6,452
Lotera	5,652	,219	5,213	6,090
Raps	3,650	,398	2,853	4,447

### Pruebas post hoc

#### GRUPOS

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: APRECIACIÓN GENERAL

T3 de Dunnet

(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia entre medias (I-J)	Error típ.	Significación	Intervalo de confianza al 95%.	
					Límite inferior	Límite superior
Tineo	Lotera	,190	,376	,924	-,659	1,038
	Raps	2,191*	,501	,002	,819	3,564
Lotera	Tineo	-,190	,376	,924	-1,038	,659
	Raps	2,002*	,454	,004	,650	3,353
Raps	Tineo	-2,191*	,501	,002	-3,564	-,819
	Lotera	-2,002*	,454	,004	-3,353	-,650

Basado en las medias observadas.

\* La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.