

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

**Determinación del origen floral y  
caracterización física y química de mieles  
de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas  
como “miel de ulmo” (*Eucriphya cordifolia*  
Cav.)**

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Agronomía.  
Profesor Patrocinante: Sr. Miguel Neira C. – Ing. Agr. – Instituto de Producción y  
Sanidad Vegetal.

**Carola Alejandra Díaz Caamaño**  
**Valdivia Chile 2003**



# Contenido

Profesores Informantes . .	1
Agradecimientos .	3
RESUMEN .	5
SUMMARY .	6
1. INTRODUCCION .	9
2. REVISION BIBLIOGRAFICA . .	11
2.1. Miel .	11
2.1.1. Definición .	11
2.1.2. Clasificación . .	12
2.3.1. Composición y características . .	13
2.2. Flora apícola . .	18
2.2.1. Néctar .	19
2.2.2. Polen . .	20
2.3. Origen botánico .	20
2.4. Exigencias del mercado nacional e internacional .	23
2.4.1. Reglamentación Chilena . .	24
2.4.2. Reglamentación del <i>Codex Alimentarius</i> .	24
3. MATERIAL Y METODO . .	29
3.1. Materiales .	29
3.1.1. Muestras . .	29
3.1.2. Materiales y equipos para análisis botánico . .	30
3.1.3. Materiales y equipos para análisis físico-químicos . .	30
3.1.4. Materiales para análisis cromatográfico . .	31
3.1.5. Otros materiales .	32
3.2. Metodología .	32
3.2.1. Muestreo . .	32

3.2.2. Conservación y almacenaje de la miel . . .	32
3.2.3. Determinación del origen botánico . . .	32
3.2.4. Análisis físico y químicos de las muestras . . .	33
3.2.5. Análisis estadístico . . .	35
<b>4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS . . .</b>	<b>37</b>
4.1. Resultados del análisis polínico . . .	37
4.1.1. Resultados del análisis cuantitativo . . .	37
4.1.2. Resultados del análisis cualitativo . . .	38
4.1.3. Origen geográfico . . .	49
4.2. Resultados de los análisis físicos y químicos . . .	56
4.2.1. Color de las mieles . . .	56
4.2.2. Contenido de humedad de las mieles estudiadas . . .	58
4.2.3. Contenido de sólidos totales de las mieles . . .	59
4.2.4. Peso específico de las mieles estudiadas . . .	60
4.2.5. Contenido de Cenizas de las muestras . . .	60
4.2.6. Conductividad eléctrica de las mieles . . .	61
4.2.7. pH de las mieles . . .	62
4.2.8. Acidez de las mieles . . .	63
4.2.9. Contenido de Hidroximetilfurfural (HMF) . . .	64
4.2.10. Niveles de diastasas en las mieles . . .	66
4.2.11. Contenido de glucoxidasa en las mieles . . .	68
4.2.12. Contenido de sólidos insolubles en las mieles . . .	69
4.2.13. Azúcares reductores y sacarosa en las mieles . . .	70
4.2.14. Composición de azúcares de la miel por cromatografía gaseosa . . .	71
4.3. Grados de afinidad de las mieles estudiadas . . .	73
<b>5. CONCLUSIONES . . .</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFIA . . .</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS . . .</b>	<b>87</b>
ANEXO 1. Tratamiento y análisis botánico de las muestras . . .	87

ANEXO 2. Condiciones usadas en la cromatografía de gases . . 88

ANEXO 3. Descripción de las especies cuyos pólenes se encontraron en las muestras estudiadas. . 88



## Profesores Informantes

Sra. Magaly Rivero G. – Prof. Biol. y Quim., Dr. en Ciencias – Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.

Sr. Roberto Carrillo Ll. – Ing. Agr., M. Sc., Ph. D. - Instituto de Producción y Sanidad Vegetal.



## Agradecimientos

Quiero agradecer por el buen término de este trabajo, primero que nada a mis papás por su confianza, a Andrés, que ha estado conmigo en esto siempre positivo, ayudándome, contagiándome de buen ánimo y con mucha paciencia.

A don Miguel Neira quien patrocinó este trabajo y a la Sra. Magaly Rivero, por su buena disposición.

A mi amiga Viviana por su compañía en los momentos críticos, entre otras cosas. A la Denisse y German por los buenos consejos y por “la buena onda”. A mis amigos Esteban, Jana y a todos los amigos y la personas, que me desearon lo mejor con respecto a esta etapa de mi vida.



## RESUMEN

Actualmente, la caracterización y control de calidad de mieles florales, de especies vegetales nectaríferas y poliníferas, es materia de gran interés en apicultura. Conocer el origen botánico y geográfico de las mieles permite establecer una denominación de origen y darle valor agregado a la producción, ya que muchos atributos y características de las mieles dependen de las especies vegetales que las abejas utilizan como fuente de néctar para su elaboración.

Este trabajo tiene como objetivo conocer y comprobar el origen botánico de mieles etiquetadas como “miel de ulmo”, que se ofrecen en el comercio, y compararlas entre ellas respecto a sus características físicas y químicas. Además, comprobar que estas mieles, que actualmente se pueden encontrar en establecimientos comerciales, cumplen con los parámetros de calidad definidos en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile y en los estándares de la comisión del *Codex Alimentarius*.

Han sido estudiadas las propiedades físicas, químicas y palinológicas de seis muestras de miel etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia*) y dos muestras etiquetadas sólo como miel de abejas de mieles producidas comercialmente en la IX y X regiones de Chile. Cada muestra fue examinada para determinar el contenido total de granos de polen, porcentaje de polen de *E. cordifolia* y el espectro de polen con el fin de conocer su origen botánico.

En base al análisis de polen las mieles estudiadas fueron categorizadas en las clases de abundancia de polen III y IV (riqueza polínica media y alta).

Los siguientes tipos de pólenes fueron encontrados en las muestras: *Amomyrthus luma* (luma), *Amomyrthus meli* (meli), *Aristotelia chilensis* (maqui), *Caldcluvia paniculata* (tiaca), *Cissus striata* (voqui), *Embothrium coccineum* (notro), *Escallonia* sp., *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Genuina avellana* (avellano), *Leontodon taraxacoides* (chinilla), *Luma apiculata* (arrayán), *Mitraria coccinea* (campanita), *Nothofagus obliqua* (roble), *Taraxacum officinale* (diente de león), *Tristerix tetrandus* (quitral), *Weinmannia trichosperma* (tineo), de los cuales *M. coccinea* y *N. obliqua* no tienen importancia melífera. Además *E. cordifolia*, *C. paniculata*, *W. trichosperma*, *A. chilensis* y *C. striata*, estuvieron presentes en todas las muestras de miel de este estudio y *E. cordifolia* en altos porcentajes.

Por otro lado, de las muestras etiquetadas como miel de ulmo cinco fueron identificadas como tales y una como miel de maqui (*Aristotelia chilensis*); y de las dos muestras etiquetadas solo como “miel de abejas”, una fue identificada como miel de ulmo y otra como miel multifloral con abundancia de ulmo y maqui.

Los análisis físicos y químicos realizados fueron: color, humedad, sólidos totales, peso específico, pH, acidez, cenizas, hidroximetilfurfural, actividad diastásica, glucoxidasa, sólidos insolubles, azúcares reductores, sacarosa y determinación de azúcares por cromatografía gaseosa. Los valores obtenidos permitieron determinar que casi todas las mieles analizadas se encontraron dentro del rango establecido por el Reglamento Sanitario de los alimentos de Chile, a excepción del parámetro humedad para tres mieles.

Todas las mieles estudiadas cumplieron también con los estándares definidos en el *Codex Alimentarius*,

Los valores obtenidos en este estudio demuestran que las mieles estudiadas poseen un buen grado de frescura, como lo refleja su bajo contenido en HMF y actividad diastásica y presencia de glucoxidasa. Además, los valores medios de humedad indican la adecuada madurez de la mayoría de las muestras, así como que no existe riesgo de fermentación.

El análisis de cluster agrupó a la mayoría de las mieles clasificadas como “miel de ulmo” en tres grupos diferentes, cada uno con características físicas y químicas comunes entre sí. Cabe destacar que la miel clasificada como miel de maqui y la miel clasificada como miel multifloral formaron grupos diferentes.

## SUMMARY

At the moment, the characterization and control of quality of floral honeys, of species vegetable nectaríferas and poliníferas, are matter of great interest in beekeeping. To know the botanical and geographical origin of the honeys allows to establish an origin denomination and to give him value added to the production, since many attributes and characteristic of the honeys they depend on the vegetable species that the bees use as source of nectar for their elaboration.

This work has as objective to know and to check the botanical origin of honeys labeled as "ulmo honey" that offer in the trade, and to compare them among them

---

regarding its physical and chemical characteristics. Also, to check that these honeys that at the moment can be in commercial establishments, they fulfill the defined parameters of quality in the Sanitary Regulation of the Foods of Chile and in the standards of the commission of the *Codex Alimentarius*.

The palynological, physical and chemical properties and s of six samples of honey labeled as "ulmo honey" (*Eucryphia cordifolia*) and two samples only labeled as "honey of bees" commercially produced in IX and X regions of Chile have been studied. Each sample was examined to determine the total content of grains of pollen, percentage of pollen of *E. cordifolia* and pollen spectrum with the purpose of knowing its botanical and geographical origin.

Based on the analysis of pollen the studied honeys were categorized in the classes of abundance of pollen III and IV (half and high wealth of pollen).

The following pollen types were found in the samples: *Amomyrthus luma* (luma), *Amomyrthus meli* (meli), *Aristotelia chilensis* (maqui), *Caldcluvia paniculata* (tiaca), *Cissus striata* (voqui), *Embothrium coccineum* (notro), *Escallonia sp.*, *Eucryphia cordifolia* (ulmo), *Gevuina avellana* (Avellano), *Leontodon taraxacoides* (chinilla), *Luma apiculata* (arrayán), *Mitraria coccinea* (bell), *Nothofagus obliqua* (oak), *Taraxacum officinale* (lion tooth), *Tristerix tetrandus* (quintral), *Weinmannia trichosperma* (tineo), of which *M. coccinea* and *N. obliqua* don't have melliferous importance. Also *E. cordifolia*, *C. paniculata*, *W. trichosperma*, *A. chilensis* and *C. striata*, were present in all the samples of honey of this study and *E. cordifolia* in high percentages.

On the other hand, of the samples labeled as "ulmo honey", five they were identified as such and one as maqui honey (*A. chilensis*); and of the alone two labeled samples as "honey of bees", one was identified as ulmo honey and another as honey multiflora with ulmo and maqui abundance.

The physicochemical parameters analysed for this study were: color, humidity, total solids, specific weight, pH, acidity, ash, hydroxymethylfurfural, diastase activity, glucoxidasa, insoluble solids, sugars reducers, sucrose and determination of sugars for gass chromatography. The obtained values allowed to determine that almost all the analyzed honeys were inside the range settled down by the Sanitary Regulation of the foods of Chile, to exception of the parameter humidity for three honeys.

All the studied honeys also fulfilled the standards defined in the *Codex Alimentarius*.

The values obtained in this study demonstrate that the studied honeys possess a good grade of freshness, as the reflect it the diastase activity, glucoxidasa presence and their low contained in HMF. Also, the values means of humidity indicate the appropriate maturity of most of the samples, as well as that risk of fermentation doesn't exist.

The cluster analysis contains to most of the honeys classified as "ulmo honey" in three different groups, each one with common physical and chemical characteristics to each other. It is necessary to highlight that the honey classified as maqui honey and the honey classified as honey multiflora formed different groups.



# 1. INTRODUCCION

La producción apícola en Chile, es una actividad que ha permitido, con su tecnificación, incrementar y diversificar ampliamente los productos derivados del trabajo de las abejas. Asociada a esta actividad se encuentra la gran riqueza florística de Chile, que aporta numerosas especies de interés para las abejas, las cuales utilizan como fuente de néctar y polen, y de las que se pueden obtener tipos diferentes de mieles, según las flores que las abejas visiten.

La diferencia entre una miel y otra depende, esencialmente, de la calidad, cantidad y diversidad de las plantas que florecen y producen néctar en el mismo período. La miel chilena debe sus excelentes y apreciadas características organolépticas a los bosques nativos y hierbas silvestres de las cuales las abejas recolectan el néctar. El mayor volumen de miel producida en Chile corresponde a miel poliflora, aunque existe una producción muy importante de ciertas variedades monoflorales, destacando la miel de ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), avellano (*Gevuina avellana* Mol.), hierba azul (*Echium vulgare* L.) y raps (*Brassica napus* L.).

En la actualidad, las mieles tipificadas por su origen botánico, tienen fuerte demanda en países tradicionalmente consumidores de miel, como Japón y Alemania, además de otros, donde el consumo de este producto, hasta ahora no era relevante, como ocurre hoy en los países árabes.

La realización de análisis físicos y químicos, permiten determinar su caracterización y definir su calidad; y mediante análisis de polen, conocer el origen botánico, para su correcta clasificación. Todo esto es importante por el interés científico y también por

razones comerciales, para lograr descripciones correctas sobre etiquetas, proteger y certificar las denominaciones y establecer una certificación de origen, donde hay interés regulador sobre el país de origen de mieles. Todo esto repercute en el mercado interno y externo, el cual exige mayor rigurosidad y un mejor control de calidad de los productos.

Por otro lado es interesante comprobar si la miel que se adquiere en cualquier establecimiento comercial para ser posteriormente consumida, ha cumplido una serie de requisitos exigidos según las normativas alimentarias vigentes que regulan dichos aspectos.

Considerando que el ulmo no siempre se presenta de manera abundante y las abejas utilizan los recursos florales disponibles en su área de acción, en esta investigación se plantea la siguiente hipótesis: las mieles aquí estudiadas, etiquetadas como miel de ulmo, son mieles multiflorales o poliflorales, si resultasen ser efectivamente de ulmo, cumplirán con la caracterización de origen botánico para ser llamadas como tales y por lo mismo tendrán claras similitudes entre ellas respecto a sus características físicas y químicas. Por otro lado, estas mieles que actualmente se encuentran en cualquier establecimiento comercial cumplen con los parámetros de calidad definidos en la legislación vigente.

El objetivo general de este trabajo es conocer y comprobar el origen botánico de mieles etiquetadas como “miel de ulmo” y compararlas con mieles etiquetadas sólo como “miel de abejas”, que están ofrecidas en el comercio, además de conocer sus características físicas y químicas.

Los objetivos específicos de este trabajo son: definir mediante análisis polínico de las mieles, su origen botánico (cantidad y tipo de polen presentes en las muestras); determinar características físicas y químicas; determinar la composición de azúcares en las muestras por medio de métodos de cromatografía de gases y establecer asociaciones en relación al origen botánico definido, según el tipo de polen dominante y comprobar que las mieles cumplen las normas de calidad, según los requisitos exigidos por la legislación vigente que se definen en el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile y en los estándares del *Codex Alimentarius* (FAO/WHO).

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Miel

La miel de abejas es un producto natural que sólo tiene la intervención de un insecto como es la abeja, que contribuye a su elaboración. Este puede ser fluido, espeso o cristalino (APIEXPA, 2000). Es un producto biológico que varía sus caracteres en función de la procedencia, de las plantas que han proporcionado el néctar, el procedimiento de extracción, etc. (APIEXPA, 2000).

#### 2.1.1. Definición

---

La miel es un alimento natural elaborado a partir secreciones florales y extraflorales de las plantas que suele visitar la abeja *Apis mellifera*, de donde toma los elementos necesarios para su mantenimiento y el sustento de la colmena (SALAMANCA y SERRA, 2002).

Se entiende por miel la sustancia dulce producida por las abejas (*Apis mellifera L.*) a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas o presentes en ellas, que las abejas recogen, transportan, transforman y combinan con sustancias específicas, deshidratan, concentran y almacenan después en panales

(FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO), 1992; BIANCHI, 1990 y CORNEJO, 1993).

Es conveniente recalcar que la miel de abejas es un producto biológico muy complejo, cuya composición físico-química y organoléptica varía notablemente dependiendo de la flora visitada y de las condiciones climáticas y edáficas del lugar de donde procede, efecto que se hace más notorio en países donde la vegetación y los períodos de floración están marcadamente regidos por las estaciones (Maurizio, 1976, Piana *et al*, 1981, citados por PICCIRILLO *et al*, 1998 y FAO/WHO, 1992).

De esta forma, los diferentes tipos de miel se definen en función de sus principales características organolépticas, como son color, aroma, sabor, consistencia y la mayor o menor facilidad para cristalizar durante el manejo post cosecha y almacenamiento. Asimismo, los diferentes tipos de miel difieren, en mayor o menor medida, en su composición química, principalmente pH, acidez, contenido y proporción de carbohidratos, ácidos orgánicos, minerales y compuestos nitrogenados (RAMIREZ *et al.*, 2000). Un ejemplo de lo anterior se puede apreciar en la comparación de la composición de miel de néctar y miel de mielada (Cuadro 3).

## **2.1.2. Clasificación**

---

Se conocen diversos tipos de miel, que se diferencian por una serie de cualidades que dependen principalmente de su origen floral, geográfico o tecnológico. Por esas cualidades, dependientes de las fuentes que suministran el néctar a las abejas, se conoce la miel monofloral, extraída del néctar de una especie de planta melífera; la polifloral extraída del néctar de plantas melíferas diferentes y las mieles de mielada recogidas a partir de plantas con nectáreos extraflorales y exudaciones de las plantas (SALAMANCA, 1999).

Por su carácter tecnológico, es decir, por el procedimiento que se ha aplicado para su extracción y elaboración se conoce la miel en panal y la centrifugada. La miel en panal es completamente estéril y la centrifugada se obtiene con el monoextractor. Existe la miel clara, semiclaras y oscuras, muchas clases no sólo se diferencian por su color fundamental sino que también por sus propiedades físicas y químicas (SALAMANCA, 1999).

Según la norma chilena 616 E Of 68 (INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION DE CHILE (CHILE INN), 1968) la miel de abejas se puede clasificar por su origen y por su medio de extracción.

Según origen puede ser de dos tipos:

- Miel de flores: procede principalmente del néctar de flores, su color varía de casi incoloro a amarillo y pardo amarillento; y posee un contenido de azúcar invertido mayor o igual al 70% excepto la miel de trébol (*Trifolium*), cuyo contenido de azúcar invertido es superior a 65%. Esta miel es levógira;
- Miel de mielada o ligamaza: que procede principalmente de plantas caducas (miel de hojas) o de exudaciones de plantas, especialmente coníferas, su color es 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.

Según el método de extracción se clasifican en tres clases:

- Miel centrifugada: se obtiene por centrifugación de los panales no incubados;
- Miel a presión: producto obtenido por compresión de los panales no incubados;
- Miel sobrecalentada: producto que para su extracción se ha calentado a una temperatura superior a 45°C.

### 2.3.1. Composición y características

La composición de una miel en particular dependerá principalmente de dos factores: el más importante, la composición del néctar de donde se origina; y de menor importancia, ciertos factores externos. De hecho, los tipos de miel son atribuidos a la especie de planta que se usó como recurso. Las condiciones climáticas y las prácticas apícolas en la remoción y extracción de la miel pueden afectar la composición en pequeña proporción (WHITE, 1975a).

**CUADRO 1. Algunas características físicas y químicas de mieles chilenas de distintos orígenes florales.**

Tipos	% Humedad	pH	HMF (mg/kg)	Acidez (meq/kg)	Color (mm Pfund)
Poliflora	<18	3,00-6,00	<10	<40	50-114
Quillay	<18	3,00-6,00	<10	<40	50-114
Ulmo	<18	3,00-6,00	<10	<40	25-40

FUENTE: APICULTURA.CL (2000).

2.1.3.1. Color. El color de la miel es una característica que tiene gran importancia comercial, ya que delimita el valor económico, la aceptación o rechazo de muchas partidas de miel, sobre todo, aunque no exclusivamente, de muchas a las que se le atribuye algunos orígenes monoflorales determinados (GOMEZ, 1995).

El color en la miel se debe exclusivamente a materias colorantes, pigmentos de las plantas, del néctar y varía con la fuente floral (Cuadro 1 y 2) y otras partes coloreadas de los vegetales, factor que influye en el sabor y en la presentación.

GOMEZ (1995), agrega que el color de la miel se debe a la formación de compuestos pardos que se originan cuando la materia orgánica de la miel reacciona con las sales minerales, así cuanto más sales minerales tenga, más compuestos pardos se formarán y más oscura será la miel. AVALLONE *et al.* (1999), señala también que cuanto más oscura es, mayor es el porcentaje en sales minerales y por ende mayor el valor nutritivo de la miel, en relación al contenido de minerales.

**CUADRO 2. Propuestas de color para una futura normativa de mieles.**

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

<b>Origen floral</b>	<b>Color (mm Pfund)</b>
Brecina ( <i>Calluna vulgaris</i> L.)	35 – 114
Azahar ( <i>Citrus</i> sp.)	24 ± 15
Brezos ( <i>Erica</i> sp.)	96 ± 10
Eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> sp.)	58 ± 11
Girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	61 ± 60
Espliego ( <i>Lavandula</i> sp.)	24 ± 60
Acacia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.)	34 ± 60
Romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	17 – 34
Tomillo ( <i>Thymus</i> sp.)	52 ± 16
Mielato roble-encina	85 – 114

FUENTE: GOMEZ (1995).

GOMEZ (1995), Señala que el color de las mieles oscila, entre el blanco casi transparente que se obtiene en algunas floraciones (romero, limonero) hasta el oscuro casi negro de otras (mielada de encina y/o roble).

2.1.3.2. Textura. Este atributo se refiere al estado y tipo de cristalización (Peris, 1990, citado por BOETTCHER, 1998).

El alto porcentaje de glucosa (34-36 %) que contiene la miel hace que la misma forme una solución sobresaturada respecto de este azúcar, el cual tiende a separarse en forma de cristales, de modo que la tendencia de la miel a cristalizar es una propiedad natural (MONTENEGRO *et al.*, 2000).

No todas las mieles precipitan y cristalizan sus azúcares en la misma proporción. Su tendencia a la granulación depende directamente de parámetros de sensibilidad, o índices de cristalización, entre ellos la glucosa, la relación glucosa/agua, glucosa-agua/fructosa, fructosa/glucosa y la melecitosa (MANIKIS y THRASIVOULOU, 2001).

CRANE (1990), señala que la glucosa es un azúcar relativamente insoluble y que aumenta la tendencia de la miel a cristalizar. A diferencia de la fructosa que es un azúcar muy dulce e higroscópico.

Rodgers (1975) citado por AGUILAR (2001), afirma que otros azúcares presentes en la miel pueden influir en tal proceso, así como la sacarosa y maltosa actúan en forma similar a la fructosa, es decir, reduciendo la solubilidad de la glucosa. La melecitosa es en sí una sustancia insoluble, la cual cristaliza rápidamente en la miel.

2.1.3.3. Viscosidad. La miel fresca recién extraída es un líquido viscoso cuya viscosidad depende de su composición. La viscosidad es una medida de fricción que reduce la velocidad de flujo de la miel. La miel tiene una viscosidad que varía entre 180 y 190 cp., esto por su alta concentración de azúcar, lo que la hace de alta consistencia. También la temperatura afecta la viscosidad de la miel, así, a mayor temperatura menor es su viscosidad (WHITE, 1975a).

2.1.3.4. Contenido de humedad. La humedad, o contenido de agua en la miel, le da cuerpo a la misma, influye en su cristalización y viscosidad y si su contenido es

demasiado elevado hace que sea más propensa a fermentar, por acción de las levaduras (SANZ *et al.*, 1998).

La miel es un alimento de humedad intermedia. Su contenido de agua suele oscilar entre 14 a 22% (SALAMANCA *et al.*, 2001). De hecho WHITE (1975b), señala que la humedad natural de la miel en la colmena es aquella que permanece como remanente, después de la maduración del néctar. Su concentración esta en función de los factores involucrados en la maduración, que incluye las condiciones climáticas y la humedad original del néctar.

2.1.3.5. Acidos. Los ácidos están presentes en un rango de 0,1 – 0,5 % (Persano *et al.*, 1995 citado por CASA DE LA MIEL, 2000), de los cuales el ácido glucónico representa un 70 – 80 % de la acidez total. Están presentes además los ácidos acético, butírico, cetoglutárico, cítrico, fórmico, fumárico, láctico, maleico, málico, oxálico, piroglutámico, succínico y tartárico (GOMEZ *et al.*, 1999).

**CUADRO 3. Comparación de la composición de miel de néctar y miel de mielada o ligamaza.**

Constituyente	Mielada o ligamaza	Néctar
Acidos (meq/kg)	33.50	22.40
pH	4.50	3.90
Minerales (%)	0.58	0.26
Fructosa y Glucosa (%)	61.60	74.00
Melecitosa*	8.60	0.20
Rafinosa*	0.84	0.03
Maltosa + isomaltosa*	9.60	7.80
Fructosa y glucosa*	73.60	81.70

\* en base a 100% como azúcar

FUENTE: Maurizio (1985), citado por BOETTCHER (1998).

2.1.3.6. Minerales. La miel posee la mayoría de los elementos minerales esenciales para el organismo humano. Según Persano *et al.* (1995) citado por CASA DE LA MIEL (2000), los minerales representan el 0,1 – 1,5 % en la miel. WHITE (1975a), señala que el contenido de cenizas en la miel es en promedio 0.17% (en mieles norteamericanas) con un rango de 0.02 – 1.03%. HART y FISHER (1984), agrega que la miel contiene no más de un 0,25% de ceniza.

2.1.3.7. Proteínas y aminoácidos. La miel contiene 0,2 - 2,0 % de proteínas (materias nitrogenadas de la abeja a la cría) (Persano *et al.*, 1995 citado por CASA DE LA MIEL, 2000). Por otro lado, WHITE (1975b), señala que la miel contiene alrededor del 0.26 % de proteínas.

Los mismos autores señalan que los aminoácidos que se han observado en la miel son: prolina, fenilalanina, ácido aspártico, ácido glutámico, leucina, valina, isoleucina, alanina, arginina, cistina, glicina, histidina, lisina, metionina, serina, tirosina, treonina, triptofano, ácido glutámico e isoleucina.

2.1.3.8. Enzimas. Las enzimas son uno de los componentes más importantes en la

miel, no por su significado nutricional para el hombre, sino por el papel indispensable que desempeñan en la transformación de néctar a miel, donde se ha comprobado la presencia de invertasa, diastasa, glucoxidasa, catalasa y fosfatasa. (SALAMANCA, 1999).

La invertasa, también conocida como sacarasa, convierte la sacarosa del néctar en los “azúcares invertidos” glucosa y fructosa. La miel madura posee menos de un 2% de sacarosa, el azúcar original del néctar, y que se va convirtiendo en glucosa y fructosa por acción de la invertasa, permanece aún activa en la miel almacenada, si no se la somete a tratamientos, como puede ser aumento de temperatura (MIELES.COM, 2001).

La diastasa (amilasa), que hidroliza el almidón en glucosa, es una enzima de fácil medición e inestable al calor, por tal razón se usa el nivel de diastasa como un índice del calentamiento de la miel y las condiciones de almacenaje; La determinación de esta enzima brinda la posibilidad de establecer un parámetro que indica la frescura de la miel, dado que esta enzima desaparece con el calentamiento o con el tiempo de almacenamiento. Además la actividad diastásica varía según el origen botánico de la miel (BOGDANOV *et al.*, 1999).

La glucoxidasa es una enzima originada en la glándula faringea de la abeja y oxida la glucosa a ácido glucónico, el principal ácido de la miel, y peróxido de hidrógeno (WHITE, 1975 b).

2.1.3.9. Carbohidratos. La fracción de azúcares en la miel por lo general representan niveles que oscilan entre 95 al 99% de los sólidos totales, otorgándole a cada tipo de miel propiedades físicas, entre las que vale mencionar el índice de refracción, la actividad de agua, higroscopicidad, tendencia a la granulación, lo mismo que su poder rotatorio, el que se refiere a la acción de la miel sobre la luz polarizada, la mayoría de las mieles hacen girar a la izquierda el plano de polarización (levógiras) (JEAN-PROST, 1995). Los azúcares mayoritarios de la miel corresponden a la fructosa que puede alcanzar niveles hasta del 38 % de una parte y glucosa de otra, en proporción del 31 %. Solo algunas excepciones, como la miel de raps (*Brassica napus* L.) presentan un contenido en glucosa mayor que en fructosa (SALAMANCA, 1999). Esta fracción mayoritaria (glucosa y fructosa) constituyen los azúcares reductores.

Según BIANCHI (1990), los azúcares son los constituyentes más importantes, siendo los atributos físicos de la miel determinados por la clase y concentración de estos, los rangos de tales propiedades reflejan la variabilidad en la composición de la miel.

En la miel, cada azúcar tiene una rotación óptica específica, la fructosa es uno de los componentes mayoritarios de la miel, contribuyendo a que las mieles florales sean en su mayoría levógiras, mientras que aquellas mieles que proceden de mielatos sean dextrógiras (White y Doner, 1980 citado por PICCIRILLO *et al.*, 1998).

Un 3-4% del peso de la miel está formado por oligosacáridos de los cuales más de 20 han sido identificados, estos oligosacáridos de la miel provienen de diferentes fuentes, una parte de la composición del néctar y otra de la actividad de enzimas específicas secretados por las abejas o las enzimas digestivas de los áfidos en el caso de las mieles de mielatos (PICCIRILLO *et al.*, 1998). SALAMANCA (1999) señala que durante mucho tiempo se pensó que la fracción de azúcares estaba compuesta básicamente por glucosa

y fructosa, con algo de sacarosa y dextrina en cantidades menores, sin embargo, agrega, los nuevos métodos de análisis y separación de azúcares han puesto en evidencia la presencia de mas de 30 azúcares diferentes. Estos azúcares compuestos, denominados minoritarios, han sido motivo de investigación.

En relación a lo dicho anteriormente GOMEZ *et al.* (1999), agrega, que los azúcares en la miel, que no son fructosa y glucosa, son una mezcla compleja de al menos 12 disacáridos, alrededor de 11 trisacáridos, al menos un tetrasacárido y un pentasacárido, con los disacáridos usualmente presentes en grandes cantidades.

Persano *et al.* (1995), citado por CASA DE LA MIEL (2000), agrega, que el resto de azúcares corresponde a disacáridos como maltosa, sacarosa, isomaltosa, gentobiosa, maltulosa, trehalosa, turanosa, kojibiosa; trisacáridos y azúcares superiores tales como erlosa, isomaltotriosa, maltotriosa, melecitosa, rafinosa, isomaltopentosa. Estos azúcares son derivados de diferentes combinaciones de sólo dos monosacáridos, por formación de uniones de glucosa–glucosa y glucosa–fructosa a través de diferentes átomos de carbono; esto resulta en una alta similitud estructural (GOMEZ *et al.*, 1999).

Los azúcares de las muestras de miel son analizados para obtener información sobre diferentes aspectos de la calidad de la miel, así se tiene la determinación de azúcares reductores, determinación de sacarosa, de azúcar total, de glucosa comercial. Como ya se señaló anteriormente, la fructosa y la glucosa representan más del 90% de todos los azúcares reductores, por ello, la proporción fructosa / glucosa y las concentraciones de sacarosa son buenos criterios para diferenciar mieles monoflorales (BOGDANOV *et al.*, 1999).

El mismo autor agrega que la composición en azúcares también puede ser usada para diferenciar mieles de flores, de las de mielada y sus mezclas (Cuadro 4).

**CUADRO 4. Composición media de azúcares en mieles de cítricos, romero, bosque y espliego, en porcentaje.**

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

AZUCARES	CITRICOS ( <i>Citrus spp.</i> )	ROMERO ( <i>Rosmarinus sp.</i> )	BOSSUE	ESPLIEGO ( <i>Lavandula sp.</i> )
Monosacáridos				
Fructosa	36,06 ± 1,27	35,26 ± 1,23	34,38 ± 2,77	37,80 ± 1,07
Glucosa	29,30 ± 1,31	29,52 ± 1,30	28,03 ± 2,54	32,05 ± 1,44
Disacáridos				
Sacarosa	1,47 ± 0,99	1,12 ± 1,11	0,25 ± 0,36	0,38 ± 0,44
Trehalosa	0,62 ± 0,31	0,56 ± 0,18	0,52 ± 0,21	0,70 ± 0,19
Isomaltosa	1,08 ± 0,38	1,16 ± 0,31	1,98 ± 0,83	1,94 ± 0,47
Maltosa	4,84 ± 1,12	5,72 ± 0,73	5,42 ± 1,70	6,45 ± 1,49
Turanosa	-	-	0,77 ± 0,31	0,16 ± 0,30
Kojibiosa	0,42 ± 0,14	0,57 ± 0,17	0,41 ± 0,11	0,37 ± 0,11
b-Gentibiosa	0,04 ± 0,07	0,17 ± 0,13	0,14 ± 0,06	0,13 ± 0,06
Melibiosa	0,56 ± 0,25	1,08 ± 0,52	0,97 ± 0,36	1,01 ± 0,32
Trisacáridos				
Rafinosa	0,38 ± 0,41	0,56 ± 0,71	3,78 ± 3,24	0,15 ± 0,15
Enlosa	0,42 ± 0,46	2,20 ± 1,75	1,05 ± 0,56	0,39 ± 0,25
Melecitosa	0,83 ± 0,70	1,12 ± 0,98	3,46 ± 3,61	0,18 ± 0,11
Maltrotiosa	0,45 ± 0,55	0,60 ± 0,70	0,11 ± 0,18	0,01 ± 0,02

FUENTE: MIELES. COM (2001).

2.1.3.10. Otros constituyentes. La miel además tiene otros constituyentes menores como: vitaminas A (antixeroftálmica), E (de la fertilidad) y K (antihemorrágica), también vitamina C (ácido ascórbico), B1 (tiamina), P.P. (ácido nicotínico), B2 (riboflavina), ácido pantoténico, niacina, B6 (piridoxina), H (biotina), ácido fólico; además se ha comprobado que la miel de diferentes procedencias florales muestra gran variación, respecto a su contenido vitamínico y se cree que esto depende sobre todo de la cantidad de polen que efectivamente contiene la miel (HOWES, 1953).

La miel tiene también constituyentes del aroma (alcoholes, aldehidos y cetonas, esteroides); lípidos (glicéridos, esteroides, fosfolípidos, ácido palmítico, ácido oleico, ácido laurico, trazas de cera, polifenoles, flavonoides); elementos corpusculares (polen, esporas de hongos, levaduras osmófilas) (Persano *et al.*, 1995 citado por CASA DE LA MIEL, 2000); pigmentos (carotenoides, clorofila y xantofila) responsables del color (CORNEJO, 1988b y 1993).

## 2.2. Flora apícola

Se denomina flora apícola al conjunto de plantas que proporcionan, tanto polen como néctar, para el pecoreo y recolección por parte de las abejas. En su mayoría todas las plantas son útiles a las abejas ya que estas recolectan productos tales como: néctar; mielada o ligamaza; polen, de gran importancia para el desarrollo de la colonia; propóleo, sustancia pegajosa que extraen las abejas de las yemas de muchos árboles y plantas.

RIOS e IBARRA (1990), señala, que para que una planta sea considerada importante desde el punto de vista de la apicultura debe ser productora de néctar y polen, adecuada disposición de los elementos florales, flores aromáticas, de colores atractivos y perfumes (atractividad). Se deben considerar además aspectos tales como: intensidad de uso, fidelidad, abundancia, oportunidad de la floración, intensidad y duración de la floración (AGROBIT, 2000).

Como mencionamos anteriormente la abeja usa como materia prima para la producción de miel el néctar floral, o la mielada que son exudaciones extraflorales de ciertas plantas. En este trabajo nos referiremos solo a las primeras, es decir, mieles originadas del néctar de las flores.

Bajo este contexto, *A. mellifera* se ha descrito como una especie altamente selectiva, caracterizándose por no utilizar toda la vegetación disponible en flor en un lugar determinado (MONTENEGRO, 1990). En general las abejas utilizan solamente una parte reducida de la flora presente, ya que no todas ofrecen un buen recurso, o son morfológicamente inadecuadas para ser explotadas por ellas, por ejemplo es esencial la relación entre la profundidad de la corola y la longitud de la lengua, que permite extraer el néctar (AGROBIT, 2000).

Cuando una abeja esté recogiendo néctar, elegirá una flor que abunde mucho en el área que esté recorriendo, pues de ese modo ahorraría tiempo. Si esa flor es muy abundante en la zona cercana a la colmena, probablemente casi todas las abejas de ésta elegirán el mismo tipo de flor y por tanto esa tanda particular de miel pertenecerá a una flor reconocible (SALAMANCA, 1999).

En la actividad de recolección, la abeja, para efectuar una carga, visita de pocas a numerosas flores, permaneciendo fiel a una sola especie botánica. Cuando tiene posibilidad, elige nectáreos de elevada concentración azucarada y prefiere aquellos que contienen, unidos a la sacarosa, los dos monosacáridos: glucosa y fructosa (APIEXPA, 2000).

### 2.2.1. Néctar

---

Ya que el néctar es la fuente principal de la que se origina la miel, es fundamental mencionar que este es segregado por órganos especializados de la planta, llamados nectarios. En la generalidad de las flores, el nectario forma un anillo en la base del ovario; en otras, los nectarios florales y el tejido glandular que secreta el néctar puede encontrarse en múltiples partes de la flor incluyendo el receptáculo, pétalos, sépalos, la base de los estambres y el pistilo (y MONTALDO, 1988; Esau, 1959 y Free 1993, citado por WULF, 1998;).

En el ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), se pueden apreciar los nectarios en el ensanchamiento del talamo, los que son de color amarillo (Urban, 1934, citado por WULF, 1998),

**Los nectarios extraflorales se presentan por lo general en las estípulas o en los peciolos (SALAMANCA et al. , 1999).**

El néctar, cuando acaba de ser recogido de las flores, se compone principalmente de una solución débil de azúcar en agua, fructosa y glucosa. En un principio suele haber más sacarosa en el néctar que fructosa y glucosa, pero cuando este es transportado en el estómago de las abejas, y posteriormente en la colmena, la enzima invertasa actúa sobre los azúcares del néctar y durante el proceso de maduración de la miel en el panal (SALAMANCA, 1999).

CORNEJO (1993), agrega que el néctar contiene de 25 a 95% de agua, además de compuestos nitrogenados, sales minerales, ácidos orgánicos, pigmentos sustancias aromáticas y vitaminas. El néctar puede tener cantidades variables de azúcares, dependiendo de la especie vegetal, originando mieles de distintas características. También contiene aminoácidos, enzimas y minerales (AGROBIT, 2000).

La producción de néctar no es continua, varía conforme a las condiciones florales de cada planta, con las condiciones climáticas, la intensidad del brillo solar y en general con las condiciones edafoclimáticas de una zona en particular (SALAMANCA *et al.*, 1999).

El tipo de flores, de las que se recoge el néctar, tiene una gran influencia sobre el sabor y color de la miel, así como los minerales contenidos en ellas (SALAMANCA, 1999).

### **2.2.2. Polen**

---

El polen es el gameto masculino de las plantas con flores, se presenta bajo la forma de granos microscópicos contenidos en las anteras de los estambres, encerrados en los sacos polínicos (JEAN-PROST, 1995). De tamaño y formas variables, son transportados a otras flores, bien por viento (pólenes ligeros), bien por los insectos (pólenes pesados).

Las características morfológicas del grano de polen tales como, tamaño, textura, ornamentos de la exina o cubierta externa, número y tipos de poros y otras, son propias de cada especie vegetal, por lo cual el grano de polen representa la “huella digital” de la especie, resulta ser por lo tanto, una herramienta metodológica de gran importancia en apicultura (MONTENEGRO, 1992).

El color del polen puede ser amarillo con diversas tonalidades a colores rojizos, negro a purpúreo o blanco como en las moras y frambuesos (MONTALDO, 1988).

El valor proteico del polen varía entre 10 - 36% y el contenido de aminoácidos dependerá del origen botánico. El polen contiene además elementos minerales que la abeja utiliza en la estructuración de los sistemas enzimáticos de sus procesos vitales.

Todos los requerimientos son satisfechos con el aporte de polen, cuyos niveles pueden variar con las especies botánicas (fuente floral) y condiciones de suelo que presenta dicha especie (NEIRA, 1988).

## **2.3. Origen botánico**

WHITE (1975b), señala que las mieles son clasificadas por la fuente principal desde donde las abejas obtienen el néctar. No obstante, las abejas pueden pecorear una fuente a la vez, la mayoría de las mieles se obtienen de varias fuentes.

Comúnmente la miel es identificada por el nombre de una o más fuentes florales como "miel de alfalfa". Otros nombres menos específicos son también usados, tales como "mezcla primaveral". Además según la Food and Drug Administration (FDA), la miel no puede etiquetarse con el nombre de una planta o flor excepto cuando una planta en particular es la principal fuente floral del producto WHITE (1975b).

En algunos pases europeos, como Espaa, Francia, Italia y Alemania, desde hace unos aos se est trabajando en la recoleccin de mieles monoflorales con el objeto de obtener productos diferenciados de gran calidad y alto valor de venta. En Espaa, por ejemplo, se han realizado diversos estudios en el mbito de las distintas comunidades que sirvieron para establecer varias denominaciones de origen que constituyen un "sello de calidad" para las mieles producidas en cada regin. Asimismo, las mieles procedentes de otros pases que ingresan a sus circuitos comerciales, adems de cumplir con los parmetros fsicos y qumicos habituales (humedad, pH, etc.) deben estar caracterizadas en cuanto a su origen botnico y, en algunos casos, geogrfico (IRURUETA y SANCHEZ, 2001).

La melisopalinología es la rama de la palinología que se encarga del estudio de los granos de polen contenidos en las mieles. Muchas veces cuando las abejas "pecorean" las plantas en busca de néctar, el cual utilizan para producir, merced a un proceso químico, la miel que regularmente consumimos, también acarrear accidentalmente granos de polen. Todas las especies vegetales poseen un polen que las caracteriza. El mismo tiene una estructura morfológica y anatómica propia, que se comporta como una de las sustancias más resistentes que existen en el mundo natural, de hecho se desempeña de manera excepcional como resto fósil. A partir de la identificación y el recuento del polen en una serie de categorías preestablecidas, se puede determinar con qué intensidad fueron utilizadas las diferentes especies vegetales por las abejas. "A esta determinación del origen del polen se la designa con el nombre de origen botánico de las mieles" (PRUDKIN, 2002).

La identificación del polen contenido en las mieles, y también la cantidad y calidad de éste abrió una nueva vía de acceso al conocimiento de las preferencias alimentarias de estos insectos. El hecho de poder caracterizar y diferenciar los distintos tipos de mieles tiene importantes consecuencias económicas. De este modo los conocimientos básicos, derivados de la investigación científica, tuvieron una rápida transferencia al sector productivo (TELLERIA, 2001).

En países del hemisferio norte, principalmente europeos, los estudios del polen de las mieles tuvieron un intenso desarrollo hace varias décadas. Diversos trabajos de investigación básica permitieron conocer el origen botánico y geográfico de las mieles. Actualmente en esos países, la tipificación de las mieles se ha incorporado como una rutina propia a la cadena de producción y comercialización. Por otro lado, en América latina, el desarrollo de esta especialidad es nulo en la mayoría de los países y tiene diferente grado de adelanto y de transferencia al ámbito productivo en Argentina, Brasil,

México y Uruguay (TELLERIA, 2001).

La melisopalinología se basa en que el polen es un elemento morfológicamente constante, que no sufre cambios. Asumiendo que los granos de polen de flores visitadas, en cantidades variables, contaminan el néctar permitiendo así identificar las especies significativamente importantes que proveen este recurso (MONTENEGRO, 1992).

La identificación se basa en su examen microscópico, color, forma, tamaño, poros, rugosidades, simetría, esporodermis, distinguen a la mayor parte (Telleria, 1994, citado por BOETTCHER, 1998, y JEAN PROST, 1995). Sin embargo, el análisis morfológico del grano de polen requiere de observaciones y mediciones detalladas al microscopio, para lograr discernir diferencias entre especies del mismo género o entre géneros de la misma familia taxonómica (MONTENEGRO, 1992).

Cada tipo de miel monofloral, es decir con predominio de un tipo de néctar, está definido por una serie de características organolépticas, físico-químicas y palinológicas. La primera de estas características, posibilita al consumidor optar entre las diferentes variedades de miel. En esto reside la importancia económica de las mieles tipificadas, ya que la tipificación permite agregar valor al precio del producto (TELLERIA, 2001). El mismo autor agrega que a los fines comerciales, también es importante definir el origen geográfico de las mieles; aquellas que son producidas en diferentes regiones poseen un conjunto de tipos de polen que evocan la región de procedencia. Esos granos de polen, que rara vez se encuentran en porcentajes elevados; actúan como verdaderos “marcadores” geográficos permitiendo una denominación de origen para las mieles, tal como sucede con otros productos alimenticios.

Si bien las mieles monoflorales fueron sugeridas inicialmente en Europa y su denominación se basó en el análisis microscópico de sus residuos de polen. Posteriormente se buscaron indicadores bioquímicos para conceder tal denominación ya que algunas mieles uniflorales son caracterizadas por propiedades químicas o físicas específicas, cuya presencia puede completar y confirmar los resultados del análisis microscópico (MOLAN, 1998); a ello siguió la evaluación sensorial como evaluación por un grupo de expertos entrenados para tal fin. Más recientemente, se plantea que las tres aproximaciones conduzcan al mismo resultado (VIT, 2000).

La presencia de polen dominante caracteriza a las mieles monoflorales (provenientes de modo predominante de un único tipo de flor) en cambio, cuando ningún tipo de polen representa el 45% del total, la miel que lo contiene es clasificada como mixta, multi o polifloral (proveniente de muchos tipos florales). Estas categorías fueron establecidas a partir de minuciosos trabajos de investigación, realizados en el continente europeo, sobre la riqueza de polen presente en el néctar, vinculándolo a la forma y biología de las flores de diferentes plantas productoras de miel y también al estudio de las mieles monoflorales producidas en condiciones experimentales (TELLERIA, 2001).

HODGES (1984), confirma lo anterior y señala que ninguna miel producida libremente por abejas es enteramente unifloral. La llamada "miel unifloral" se usa para describir la miel en que parte importante del néctar se ha derivado de una especie de planta. Una miel para ser llamada unifloral, generalmente debiera tener, del total del polen presente en la miel, por lo menos 45% de polen de la especie nominal.

A medida que se avanzó en estas investigaciones, se concluyó que la asignación del 45% del total de polen como criterio para definir a una miel como monofloral, debía modificarse en el caso en que las mieles provengan de plantas cuyas flores son pobres en polen (como sucede con diversas variedades de cítricos), o que poseen una particular biología floral (como es el caso de la alfalfa), y también para aquellas plantas cuyas flores son ricas en polen como sucede con el eucalipto o el castaño (TELLERIA, 2001).

Para la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS DE ARGENTINA (SAGPYA, 2000), se consideran mieles monoflorales o uniflorales aquellas en cuya composición se encuentre, como mínimo, un 45% de polen de la misma familia, género o especie floral, y posea características organolépticas, físico-químicas y microscópicas propias, excepto las mieles que se mencionan a continuación:

a) miel de citrus: (*Citrus* sp): Es aquella en cuya composición se encuentra un mínimo de 10 a 20% de granos de polen de citrus, permitiéndose hasta un 20% de humedad.

b) miel de eucalipto (*Eucalyptus* sp): Es aquella en cuya composición se encuentra un mínimo de 70% de granos de polen de dicha especie.

c) miel de tréboles (*Trifolium* sp): Es aquella en cuya composición se encuentran presentes plenas de melilotus, alfalfa (*Medicago sativa* L.) y lotus, en su conjunto alcanzando un valor mínimo de 45%.

d) miel de alfalfa (*Medicago sativa*): es aquella en cuya composición se encuentra un mínimo de 20% de granos de polen de dicha especie.

## 2.4. Exigencias del mercado nacional e internacional

Los estándares para la miel de abejas son de gran relevancia en el mercado, a fin de constituir la base de intercambios mundiales de este producto de la colmena. Los elementos "objetivos" de la calidad de la miel de abejas son extremadamente simples y pueden reducirse a dos fundamentales y válidos para todos: 1. Genuinidad (la miel de abejas no debe adulterarse). 2. Higiene (la miel de abejas no debe contener sustancias nocivas). Además, en diversos países se han confirmado otros parámetros cualitativos (PERSANO, 2000).

Los criterios cualitativos aceptados en Europa se basan esencialmente en tres elementos fundamentales: 1. Limpieza. 2. Frescura. 3. Conservabilidad (referida al bajo contenido de humedad). La miel de abejas de buena calidad puede eventualmente valorizarse mediante una denominación relacionada con el origen botánico (mieles monoflorales) o con el origen geográfico. Los controles para verificar la calidad y el origen de la miel de abejas se basan en tres aproximaciones analíticas: 1. Análisis organolépticos, 2. Análisis microscópicos, 3. Análisis físico-químicos (PERSANO, 2000). El mismo autor agrega que los métodos reconocidos para determinar la calidad de la miel se relacionan con la contaminación, la higiene, las condiciones de almacenamiento y la adulteración de la miel con azúcares; todos ellos importantes factores de calidad.

### **2.4.1. Reglamentación Chilena**

---

Según el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (SERVICIO NACIONAL DE SALUD DE CHILE (CHILE SNS), 1997), en relación a la miel, señala lo siguiente: “La denominación de “miel” o “miel de abeja”, está sólo y exclusivamente reservada para designar el producto natural elaborado por la abeja *A. mellífera*, con el néctar de las flores y exudados de plantas aromáticas”.

El Reglamento señala las características que debe tener la miel ya sea líquida o cristalizada, las que se indican a continuación:

“a) Contener como máximo 18% de agua, 5% de sacarosa, 8% de dextrina, 0,8% de cenizas, 0,2% de acidez expresada como ácido fórmico y 40 mg/kg de hidroximetilfurfural y contener como mínimo 70% de azúcares invertidos y una actividad diastásica de 8 en la escala de Gothe. Su peso específico estará 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, sustancias preservadoras y colorantes;

d) no estar fermentada ni caramelizada y estar exenta de hongos visibles.”

### **2.4.2. Reglamentación del *Codex Alimentarius***

---

La comisión del *Codex Alimentarius* es el órgano internacional que se ocupa de la ejecución del programa conjunto FAO/WHO sobre normativas alimentarias, creado por la Organización para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud en 1962, el programa tiene por objeto “proteger la salud de los consumidores y facilitar el comercio internacional de los alimentos” (FAO/WHO, 1992). A estas normas (Cuadro 5) es preciso atenerse para certificar por ejemplo la calidad de una miel que se desea exportar, ya que las condiciones exigidas varían bastante en cada país.

**CUADRO 5. Estándares de calidad del *Codex Alimentarius* actual y según el borrador (CL 1998/12-S) que propone.**

Criterios de calidad	Actual	Borrador
Contenido de humedad (%)		
General	≤ 21	≤ 21
<i>Calluna y Trifolium</i>	≤ 23	≤ 23
Industrial o de panadería		≤ 25
Contenido aparente de azúcares reductores (%)		
General	≥ 65	≥ 65
Miel de mielada o mezclas de miel de mielada con mieles florales	≥ 60	≥ 45
Miel de <i>Xanthorrhoea preissii</i>	≥ 53	≥ 53
Contenido aparente de sacarosa (%)		
General	≤ 5	
Mieles de mielada; mezclas de miel mielada y de flores; mieles de <i>Robinia, Lavandula, Citrus, Medicago, Melilotus alba., Eucalyptus camaldulensis, Acacia, Eucryphia lucida., Banksia menziesii..</i>	≤ 10	
<i>Calothamnus sanguineus, Xanthorrhoea preissii, Banksia grandis, Eucalyptus scabra</i>	≤ 15	
<i>Robinia, Lavandula, Hedysarum, Trifolium, Citrus, Medicago, Eucalyptus camaldulensis, Eucryphia lucida., Banksia menziesii, Rosemarinus.</i>		0000000 ≤ 10
<i>Calothamnus sanguineus, Eucalyptus scabra, Banksia grandis, Xanthorrhoea pr.,</i> miel de mielada y sus mezclas con mieles florales		≤ 15
Contenido de sólidos insolubles en agua (%)		
Mieles no prensadas	≤ 0,1	≤ 0,1
Mieles prensadas	≤ 0,5	≤ 0,5

CUADRO 5. Continuación.

Criterios de calidad	Actual	Borrador
Contenido de minerales (cenizas) (%)		
General	≤ 0,6	≤ 0,6
Miel de mielada o mezclas de mieles de mielada y de flores	≤ 1,0	≤ 1,2
Acidez (meq/kg)	≤ 40	≤ 50
Actividad diastásica (escala Schade)		
General	≥ 3	≥ 8
Mieles con bajo contenido natural de enzimas		≥ 3
Contenido de Hidroximetilfurfural (HMF) (mg/kg)	≤ 80	≤ 60

FUENTE: FAO/WHO (1992) y BOGDANOV *et al.* (1999).

**Los estándares para miel del Codex alimentarius , se encuentran en revisión, en un borrador de trabajo que es el documento de referencia para la revisión de los estándares y de los métodos sugeridos para determinar los siguientes factores de calidad: humedad, cenizas, acidez, hidroximetilfurfural, azúcares reductores, sacarosa aparente, actividad diastásica y sólidos insolubles en agua (Cuadro 6). Por otro lado**

## Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellifera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)

durante los pasados 30 años se han publicado pocos trabajos sobre contenido de azúcares reductores y cenizas en mieles; siendo los azúcares específicos y la conductividad eléctrica más utilizados. Basados en esta información, se proponen estándares internacionales de la miel basados en la suma del contenido de glucosa y fructosa, de sacarosa y la conductividad eléctrica (Cuadro 6) (BOGDANOV *et al*, 1999).

El *Codex Alimentarius* también señala que la miel puede ser designada de acuerdo a la fuente (floral o planta) si proviene completamente o principalmente de esa fuente en particular y sus propiedades organolépticas, físico-químicas y microscópicas corresponden con el origen (FAO/WHO, 1992).

Es importante señalar que el borrador propuesto por el *Codex Alimentarius* no tiene grandes diferencias al propuesto por la Unión Europea, el que fue aprobado en la Directiva 2001/110/Ce del Consejo de la Unión Europea y entra en vigencia el 1° de agosto del 2003.

En el *Codex Alimentarius* se establecen parámetros de referencia que pueden ser asimilados o no por los distintos países; sin embargo, en la Directiva Europea se indican los criterios de calidad que deben ser cumplidos por todas las mieles comercializadas en la Unión Europea (PIRO, 2000)

**CUADRO 6. Contenido de azúcares y conductividad eléctrica: Propuesta por el *Codex Alimentarius* para un nuevo estándar de la miel.**

Nuevos criterios de calidad sugeridos	Valores propuestos
Suma de glucosa y fructosa	
Mieles florales	≥ 60 %
Miel de mielada o mezclas de miel de mielada con mieles florales	≥ 45 %
Sacarosa	
Mieles no incluidas en la lista a continuación.	≤ 5 %
<i>Banksia, Citrus, Hedysarum, Medicago, Robinia</i>	≤ 10 %
<i>Lavandula</i>	≤ 15 %
Conductividad eléctrica (mS/cm)	
Mieles florales excepto las mieles indicadas abajo o sus mezclas, mezclas de miel de mielada con mieles florales.	≤ 0,8
La miel de mielada y de castañas, excepto las indicadas abajo o sus mezclas.	≥ 0,8
Excepciones: <i>Arbutus, Banksia, Erica, Eucalyptus, Eucryphia, Leptospermum, Melaleuca, Tilia</i> .	variable

FUENTE: BOGDANOV *et al*. (1999).

Las características físicas y químicas a las que la miel debe responder, en el momento de su comercialización como tal o de su utilización en cualquier producto destinado al consumo humano, según los estándares aprobados de la Unión Europea, son los mismos que propone la comisión del *Codex Alimentarius*, excepto pequeñas diferencias (CONSEJO DE LA UNION EUROPEA, 2002):

- Acepta un contenido de sacarosa  $\leq 10\%$  para mieles de de Robinia, pseudoacacia, *Medicago sativa* L., *Banksia menziesii* R. Br., *Hedysarum*, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucryphia lucida* Labill., *Eucryphia milliganii* Hook., *Citrus* spp. y un contenido  $\leq 15\%$  para mieles de *Lavandula* spp. y *Borago officinalis* L.;
- Acepta un contenido de humedad para mieles en general no mayor a 20 %;
- Para la conductividad eléctrica las excepciones son mieles o mezclas de mieles de *Arbutus unedo*, *Erica*, Eucalipto, *Tilia* spp, *Calluna vulgaris* L., *Leptospermum*, *Melaleuca* spp.;
- Acepta un contenido de ácidos libres para mieles de uso industrial (ausente en el borrador del *Codex A.*) no mayor a 80 meq/kg.;
- Para mieles con un bajo contenido natural de enzimas un N° diastásico mayor a 3 (escala Shade), al igual que la propuesta del *Codex A.*, pero siempre y cuando tengan un contenido de HMF no superior a 15 mg/kg;
- Contenido de hidroximetilfurfural para mieles en general, excepto miel para uso industrial no mayor a 40 mg/kg y para mieles de origen declarado procedente de regiones de clima tropical y mezclas de estas mieles no mayor a 80 mg/kg.

Al igual que el *Codex alimentarius*, en el artículo 2 de la Directiva relativa a la miel señala que las denominaciones de miel, salvo en los casos de la miel filtrada y de la miel para uso industrial, podrán verse completadas con indicaciones que hagan referencia : “al origen floral o vegetal, si el producto procede totalmente o en su mayor parte del origen indicado y si posee las características organolépticas, fisicoquímicas y microscópicas de dicho origen; al origen regional, territorial o topográfico, si el producto procede enteramente del origen indicado; y a criterios de calidad específicos” y deberán mencionarse en la etiqueta el país o los países de origen en que la miel haya sido recolectada (CONSEJO DE LA UNION EUROPEA, 2002).



## 3. MATERIAL Y METODO

### 3.1. Materiales

Los materiales fueron proporcionados por el Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, y consistieron en muestras, infraestructura, equipos, reactivos y materiales de laboratorio.

#### 3.1.1. Muestras

---

Se utilizó miel de abejas etiquetada como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.) de cinco diferentes marcas comerciales, mieles etiquetadas sólo como “miel de abejas”, sin especificación relativa al origen botánico, de dos marcas comerciales distintas; y una miel con alto porcentaje de pureza como miel de ulmo, proporcionada por la planta APICOOP. De todas las muestras se utilizaron 2 envases de 1 kg cada uno y en algunos casos de 700 g, según su presentación para la venta. Todas estas mieles han sido obtenidas por centrifugación.

Para el estudio se identificaron las muestras de la siguiente forma:

U1: miel de ulmo proporcionada por planta APICOOP, Paillaco, X° Región.

U2: “miel de ulmo” envasada por APICHILHUE, Chiloé, X° Región.

U3: “miel de ulmo”, Colmenares Plarre, chacra “Cañal Bajo”, Osorno, X° Región.

U4: “miel pura de ulmo”, apicultor Enrique Saenz L., Osorno, X° Región.

U5: “miel pura de ulmo”, productor Ruth Ulloa A., Curacalco, Cunco, IX° Región.

U6: “miel pura de ulmo”, Colmenares Riñihue, Río Bueno, X° Región.

M1: “miel purade abejas”, Colmenar vista hermosa, Futrono, X° Región.

M2: “miel de abejas”, Fundo Arquihue, Llifén, X° Región.

### **3.1.2. Materiales y equipos para análisis botánico**

---

- Anhídrido acético.
- Acido sulfúrico concentrado.
- Acido acético glacial.
- Agua destilada.
- Centrifuga CHRIST, modelo 3000, Type UJ1, N° 32871
- Tubos para centrifuga.
- Hemacitómetro.
- Microscopio ZEIZZ, Oxilab 100X con cámara fotográfica MC80.
- Pipetas Pasteur.

### **3.1.3. Materiales y equipos para análisis físico-químicos**

---

- Hidróxido de sodio 0,1 N y 0,05N.
- Fenolftaleína 1% en etanol neutralizado.
- Yodo (sublimado).
- Yoduro de potasio.
- Acido acético glacial.
- Cloruro de sodio.
- Solución de yodo 0.0007 N.
- Solución de cloruro de sodio (NaCl) 0.5 M.
- Solución amortiguadora de acetato pH 5.3 (1.59 M).
- Solución de almidón 2 %.
- Solución bisulfito de sodio 0,2%.
- Solución Carrez I.
- Solución Carrez II.

- 
- Cloruro de potasio saturado.
  - Solución tampón de pH 4.0 y de pH 7.0
  - Agua destilada.
  - Agua desionizada.
  - Acido clorhídrico 0.05 N.
  - Solución de ferricianuro 0,05N.
  - Solución sulfato de cinc y ácido acético.
  - Solución de ioduro de potasio.
  - Solución indicadora de almidón.
  - Solución valorada de tiosulfato de sodio 0,05 N.
  - Refractómetro, Bausch & Lomb, N° 33.45.71, Serie N°063 XN
  - Termómetro con escala 0 a 100°C
  - Cronómetro digital
  - Bomba de vacío GAST, modelo DOA-P136-BN
  - Crisoles de porcelana.
  - Mufla, Termolyne 48000.
  - Agitador magnético, Termolyne, nuova II.
  - pH-metro, Cole-Primer, DigipHase, modelo pHMeter, serie N°T1912.
  - Espectrofotómetro UV, Spectronic 3000 Array.
  - Balanza analítica Sartorius A 200 S, B 8010021, de sensibilidad 0,0001 g.
  - Mezclador Vortex. Lab-Line, Super Mixer, CAT N° 1290.
  - Baño termostático (maría) HAAKE D1.
  - Cubetas de vidrio de 1 cm, de paso de luz.
  - Bureta graduada, matraz Erlenmeyers, vasos precipitados, pipetas graduadas y aforadas, probeta, varilla de vidrio, micropipeta, matraz aforado, tubos de ensayo, frascos tapa rosca, embudos.

### **3.1.4. Materiales para análisis cromatográfico**

---

- Patrones de azúcares para determinación de azúcares por cromatografía de gases (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa, isomaltosa, melecitosa, maltotriosa, rafinosa, celobiosa, trehalosa, melibiosa).
- Manitol (como estándar interno).
- Metanol
- Hexano
- Solución de silanización (5 partes de Piridina + 2 de Hexametildisilizano + 1 de

Trimetilclorosilano).

- Agua destilada.
- Baño ultrasónico NDI, modelo 19H
- Centrífuga HETTICH, modelo EDA, para tubos tipo Eppendorf
- Corriente de nitrógeno.
- Jeringa de inyección
- Estufa regulable Memmert.
- Cromatógrafo PERKIN – ELMER 900, con detector de ionización de llama (FID)
- Integrador SHIMADZU C-R6A CHROMATOPAC.

### **3.1.5. Otros materiales**

---

Para todos los análisis se usaron materiales de laboratorio como vasos precipitados, matraces, pipetas, buretas, tubos de ensayo, etc. facilitados por el laboratorio de Fitoquímica del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

## **3.2. Metodología**

Se detallan a continuación los métodos de análisis usados en el presente estudio.

### **3.2.1. Muestreo**

---

Se seleccionaron cinco mieles etiquetadas como miel de ulmo existentes en los supermercados de Valdivia y Temuco, mediante un muestreo aleatorio simple usando una tabla de números aleatorios. De la misma manera se seleccionaron además dos mieles multiflorales.

### **3.2.2. Conservación y almacenaje de la miel**

---

Mientras se realizaron los análisis las muestras de miel se mantuvieron refrigeradas a una temperatura de 0 a 5 °C, en sus envases originales..

### **3.2.3. Determinación del origen botánico**

---

Los análisis de origen botánico de la miel consisten en determinar cuali y cuantitativamente los granos de polen. De esta manera se puede determinar las especies de plantas productoras de néctar que han intervenido en la elaboración de una

determinada miel (CORNEJO, 1988 a.)

El método utilizado fue una Acetólisis descrita por MONTENEGRO (1992) y KEARNS e INOUYE (1993), que se describe en el Anexo 1.

El análisis se basa en la identificación y conteo de granos de polen. Esta identificación se hizo en base a la literatura: HEUSSER (1971), VILLAGRAN (1980), HOFFMANN (1978 y 1982), MARTICORENA y QUEZADA (1985) y preparaciones comparativas proporcionadas por el Instituto de Botánica de la Universidad Austral de Chile.

3.2.3.1 Análisis cuantitativo. Para realizar el estudio cuantitativo, debe contarse el número de granos de polen, en relación con la superficie total del frotis, teniéndose también en cuenta el volumen de solución tomado en el proceso de elaboración de las preparaciones y el peso inicial de la miel, permitiendo ello calcular el número de granos de polen por gramo de miel (SOCORRO y ESPINAR, 1998).

Según el número de granos de polen presentes por cada 10 g. de miel, las mieles se pueden ordenar en diferentes clases, según su riqueza de polen (Cuadro 7).

**CUADRO 7. Categorías de mieles (clases) según la abundancia de polen presente en ellas.**

Clase	Nº granos de polen / 10 g de miel
I	menos de 20.000 granos de polen/10 g de miel.
II	20.000 - 100.000 granos de polen/10 g de miel.
III	100.000 – 500.000 granos de polen/10 g de miel.
IV	500.000 – 1.000.000 granos de polen/10 g de miel.
V	más de 1.000.000 granos de polen/10 g de miel.

FUENTE: Maurizio (1979), citado por HODGES (1984).

3.2.3.2. Análisis cualitativo. A partir de los valores absolutos para cada forma polínica, se realizan los cálculos porcentuales de cada uno de los taxones o tipos polínicos identificados. De este modo se determinó el espectro polínico (SOCORRO y ESPINAR, 1998).

Atendiendo a los porcentajes de cada forma polínica respecto al número total de pólenes, las mieles se clasificaron en las categorías siguientes (Louveaux *et al.*, 1978, citado por TELLERIA, 1992 y 2001; VIT y RICCIARDELLI D' ALBORE, 1994; DANERS y TELLERIA, 1998):

- Polen dominante (D): presente en más del 45%
- Polen secundario (S): más del 15% hasta un 45%
- Polen de menor importancia (I): sobre un 3% hasta un 15 %
- Polen en traza (T): presente en un porcentaje menor a 3%

### 3.2.4. Análisis físico y químicos de las muestras

Además del análisis polínico, en estas muestras se determinaron los siguientes parámetros físicos y químicos: determinación de humedad, peso específico y sólidos totales; color; pH; acidez; contenido de cenizas; hidroximetilfurfural (H.M.F.); diastasa; glucoxidasa; contenido de sólidos insolubles en agua; azúcares reductores; sacarosa; azúcar total.

Todos estos análisis se realizaron en duplicado y se llevaron a cabo en el Laboratorio de Fitoquímica, dependiente del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile.

3.2.4.1. Determinación de humedad, contenido de sólidos totales y peso específico. Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE INN, 1968) estas determinaciones se basan en la medición del índice de refracción de la miel a 20 °C. De acuerdo a este índice se determina en una tabla el contenido de sólidos totales, humedad y peso específico, índice de refracción fue medido en un refractómetro.

3.2.4.2. Determinación del color. En esta determinación se usó el método espectrofotométrico (CRANE, 1990). El principio del método se basa en la medición de la densidad óptica de una muestra de miel contra glicerina a 560 nm, la cual corresponde a un determinado color en la escala Pfund (CRANE, 1976).

3.2.4.3. Determinación de pH. La determinación de pH se realizó por medio del uso de un potenciómetro (MOLINA, 1988), que mide la diferencia de potencial de dos electrodos sumergidos en la solución de la muestra, de los cuales uno es de referencia y no se afecta por la solución analizada, el otro es sensible a la concentración molar de iones hidrógeno de la solución.

3.2.4.4. Determinación de acidez. Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE INN, 1968) este método se basa en la titulación de la muestra con una solución alcalina (hidróxido de sodio), con ayuda de un indicador que permite visualizar el punto final de la titulación.

3.2.4.5. Determinación del contenido de cenizas. Según Norma Chilena 617 E Of. 68 (CHILE INN, 1968), esta determinación se basa en la incineración de la miel para obtener un residuo no combustible que corresponde a la ceniza, para lo cual se emplea una mufla a 600°C de temperatura.

3.2.4.6. Determinación del contenido de hidroximetilfurfural (HMF). Este factor se produce por acción del calor sobre la glucosa normal presente en la miel. El contenido de HMF se expresa en miligramos, por cada kilogramo de miel (CORNEJO, 1988 a). Se determinó según método A.O.A.C N° 31.153 (1984).

3.2.4.7. Determinación de la actividad diastásica. El principio de esta metodología se basa en la velocidad de hidrólisis del almidón, de una solución al 1% por las diastasas contenidas en una solución amortiguada de miel; el punto final de dicha reacción se determina tomando muestras de la mezcla a diferentes intervalos de tiempo midiendo la absorbancia a 660 nm (CORNEJO, 1988 a). Método A.O.A.C. 31.162 (1984)

3.2.4.8. Determinación de glucoxidasa. Puesto que en la miel se sigue produciendo acidez, por la aparición de dicha enzima, se puede determinar la presencia de esta enzima neutralizando una muestra con hidróxido de sodio, repetidamente en el tiempo

(CORNEJO, 1988a)

3.2.4.9. Determinación del contenido de sólidos insolubles en agua. Esta determinación permite detectar las impurezas de la miel de abejas superiores al máximo permitido. Se basa en la eliminación de los azúcares de la miel, para obtener un residuo insoluble en agua (MOLINA, 1988).

3.2.4.10. Determinación<sup>1</sup> del contenido de azúcares reductores. Según método de ferricianuro para determinación de grupos reductores en carbohidratos.<sup>1</sup>

3.2.4.11. Determinación de sacarosa. Se basa en una hidrólisis controlada de la sacarosa presente, para desdoblarla en las moléculas de glucosa y fructosa que la constituyen. Luego se desarrolla una determinación de azúcares reductores como el caso anterior.

3.2.4.12. Determinación de azúcares por cromatografía gaseosa. Los métodos basados en cromatografía gaseosa con detector de ionización de llama (GC-FID), cuantifica la compleja fracción de azúcares y lo hace de una manera suficientemente simple y en un tiempo razonable (GOMEZ *et al.*, 1999).

El método usado fué el descrito por BOGDANOV *et al.* (1997), usando la derivatización INA. Se intentará determinar los monosacáridos glucosa y fructosa; los disacáridos maltosa, sacarosa, trehalosa, isomaltosa y melibiosa; los trisacáridos rafinosa, melecitosa y maltrotiosa. Las condiciones de operación se detallan en el Anexo 2.

### 3.2.5. Análisis estadístico

---

Se realizaron los siguientes análisis estadísticos a los resultados de los análisis físico-químicos a través del software Statgraphics plus 2.0:

Para comparar las muestras entre sí se hicieron análisis de varianza para cada parámetro, el que permitió comparar medias entre las diferentes muestras de miel, cuando este análisis fue significativo, se formaron los respectivos grupos de medias mediante el test de comparaciones múltiple de Tukey para un nivel de confianza de 95%.

Se llevo a cabo un análisis de correlación que permitió ver si 2 variables están linealmente correlacionadas a un nivel de confianza de 95%. Se formó una matriz de correlaciones, con la totalidad de las variables (Cuadro 22).

Se hizo además, un análisis de cluster cuyo objetivo es obtener grupos de mieles de forma que, por un lado, las muestras pertenecientes a un mismo grupo sean muy semejantes entre sí, es decir, que el grupo esté cohesionado internamente y, por el otro, las muestras pertenecientes a grupos diferentes tengan un comportamiento distinto con respecto a las variables analizadas. Este análisis se realizó considerando las variables de los análisis físicos y químicos, que según la literatura pueden ser influidos por el origen botánico de la miel.

---

<sup>1</sup> MANQUIAN, N. 2000. Laboratorista Químico. Laboratorio de Fitoquímica. Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

LITTLE (1975) y JOHNSON (1993), fueron los textos de consulta para estos análisis

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1. Resultados del análisis polínico

A continuación se presentan los resultados del análisis polínico cuantitativo y cualitativo de las mieles estudiadas.

#### 4.1.1. Resultados del análisis cuantitativo

---

Los resultados del análisis polínico cuantitativo de acuerdo a la clasificación de Maurizio citado por HODGES (1984), se muestran en el Cuadro 8.

**CUADRO 8. Número de granos de polen por cada 10 gramos de miel en cada una de las mieles estudiadas, clase y riqueza polínica, según abundancia de polen presente.**

## Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)

Miel	X granos/ 10 g. de miel $\pm$ DS	Clase	Riqueza polínica
U1	391.896 $\pm$ 74.30	III	Media
U2	220.187 $\pm$ 14.36	III	Media
U3	504.934 $\pm$ 22.95	IV	Alta
U4	490.807 $\pm$ 8.70	III	Media
U5	468.529 $\pm$ 22.72	III	Media
U6	369.683 $\pm$ 140.04	III - IV	Media – alta
M1	317.153 $\pm$ 157.20	III	Media
M2	266.546 $\pm$ 62.82	III	Media

Se puede apreciar que la clase predominante fue la III (riqueza polínica media), a excepción de la miel U3 la cual resultó ser clase IV (Riqueza polínica alta).

El grupo III corresponde generalmente a mieles de mielada y mieles de flores ricas en polen (pólenes sobrerrepresentados). El grupo IV son generalmente mieles de flores extremadamente ricas en polen y en algunos casos obtenidas al cosechar la miel por prensado (LOUVEAUX *et al.*, 1978).

BOETTCHER (1998), determinó para mieles de flores obtenidas por centrifugación, provenientes de Chiloe (X Región), riqueza polínica alta (grupo IV) y riqueza polínica muy alta (V), esta última corresponde según LOUVEAUX *et al.* (1978), solo a mieles prensadas ricas en polen.

Por otro lado es importante considerar que existen otros factores que hacen variar la riqueza polínica, como lo menciona Demianowicz (1963), citado por DEMIANOWICZ y WARAKOUSKA (1976), quienes se refieren a la relación entre el número de granos de polen de la miel y la condición de la colonia de abejas, para ello se calculó el coeficiente polínico de la miel monoflor de raps, comprobándose que este oscila entre límites muy grandes. Experimentalmente fue demostrado que cuando el número de pecoreadoras es pequeño, o sea cuando el aporte de néctar en la colonia es pequeño, este es “acondicionado” con sumo cuidado. Por lo tanto se encontraron 1.553 granos de polen en 1 g. de miel. En las mismas condiciones, pero con mayor número de pecoreadoras, el número de los granos se incrementó en 10 veces.

### 4.1.2. Resultados del análisis cualitativo

El análisis palinológico permitió el reconocimiento de la mayoría de los tipos morfológicos contenidos en las mieles, estos suman un total de 16 tipos en el conjunto de las muestras, fueron determinados 15 al nivel de especie y 1 a nivel de género. Los tipos morfológicos pertenecieron a 11 familias, Myrtáceas contribuyó con 3 tipos; Cunoniáceas y Proteáceas contribuyeron con 2 tipos cada una, en tanto que las familias restantes aportaron sólo uno (Cuadro 9).

Las especies cuyos pólenes fueron encontrados en las mieles estudiadas se describen en el Anexo 3.

Para este análisis se consideraron sólo las especies proveedoras de néctar para la producción de la miel, ya que se quiere conocer las especies significativamente

importantes que proveen este recurso. En el Cuadro 9 se presenta el valor apícola de las especies identificadas en las mieles de este estudio.

La recompensa floral ofrecida por las flores a los polinizadores puede consistir en néctar y/o polen. Las especies que solo ofrecen polen no contribuyen efectivamente a la producción de miel, pero sin embargo, la aparición de su polen, puede resultar característica y ser de gran importancia al determinar el carácter regional de la misma (BASILIO y ROMERO, 1996)

LOUVEAUX *et al.*(1978), señalan que para la determinación del origen botánico los pólenes de plantas anemófilas y no productoras de néctar quedan excluidas del cálculo de porcentajes.

Se debe tener en cuenta que además del polen primario, que llega a la miel con el néctar, existe contaminación secundaria, polen recolectado para la alimentación de larvas o contaminación por la proximidad que tienen las celdas de miel y las del polen; y terciaria, polen almacenado en las colmenas y removilizado al extraer la miel (Vorwohl, 1994 citado por ANDRADA *et al.*, 1998), o contaminación por polen anemófilo, que al caer en las flores de diferentes géneros y especies, son arrastrados inconscientemente por las abejas (CHIFA *et al.*, 2000).

Podemos ver que de las 16 especies 15 son nectaríferas y una, *Nothofagus obliqua* Mirb.(roble), no produce néctar, además su polen es anemófilo, por lo que no necesita la intervención de algún insecto para su proceso de polinización, por lo tanto no se consideró en este análisis.<sup>2</sup> Tampoco se consideró el polen de *Mitraria coccinea* Cav.(botellita), debido a que la flor de esta especie tiene una forma no apta para el pecoreo de las abejas, por lo que su presencia pudiera explicarse por contaminación del néctar de una especie melífera, por algún otro insecto o ave que sí tiene acceso al néctar y polen de *M. coccinea* (RIVEROS, 2002)<sup>1</sup>.

De la evaluación del espectro polínico surge que 5 tipos morfológicos fueron encontrados en todas las muestras: *Eucryphia cordifolia* Cav.(ulmo), *Aristotelia chilensis* Mol. (maqui), *Calceolaria paniculata* Cav.(tiaca), *Cissus striata*R. et P. (voqui) y *Weinmannia trichosperma* Cav. (tineo) (Cuadro 10).

Los tipos dominantes (D>45%) correspondieron a *Eucryphia cordifolia* y *A. chilensis*. Se observó que *E. cordifolia*, estaba representado como dominante en el 75% de las muestras y *A. chilensis* en el 12,5%.

Con respecto a los tipos secundarios (S = 15-45%) se observó que *Aristotelia chilensis* apareció en el 62,5% de las muestras, *Eucryphia cordifolia* apareció con un 12.5% al igual que *C. paniculata* y *Escallonia sp.*

#### CUADRO 9. Epoca de floración de las especies encontradas en las mieles estudiadas y Valor apícola (VA).

<sup>2</sup> RIVERO, M. 2002. Académico. Instituto de Botánica. Universidad Austral de Chile. Comunicación Personal.

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

Familia	Especie	Epoca de Floración	VA*
Myrtáceae	<i>Amomyrtus luma</i> Mol.	Noviembre	PN
Myrtáceae	<i>Amomyrtus meli</i> Phil.	Septiembre - octubre	PN
Elaeocarpáceae	<i>Aristotelia chilensis</i> Mol.	Octubre – noviembre	PN
Cunoniáceae	<i>Caldcluvia paniculata</i> Cav.	Diciembre – febrero	PN
Vitaceae	<i>Cissus striata</i> R. et P.	Agosto	PN
Proteaceae	<i>Embothrium coccineum</i> Forst.	Septiembre – diciembre	PN
Saxifragáceae	<i>Escallonia</i> sp.	Primavera - verano	PN
Eucryphiaceae	<i>Eucryphia cordifolia</i> Cav.	Enero – marzo	PN
Proteaceae	<i>Gevuina avellana</i> Mol.	Enero – Abril	PN
Asteraceae	<i>Leontodon taraxicoides</i> Vill.	Primavera	PN
Myrtáceae	<i>Luma apiculata</i> (D.C.) Burret	Diciembre – marzo	PN
Gesneriáceae	<i>Mitriaria coccinea</i> Cav.	Octubre – febrero	P
Fagaceae	<i>Nothofagus obliqua</i> Mirb.	Septiembre – octubre	P
Compositae	<i>Taraxacum officinale</i> (L.)Weber.	Septiembre – diciembre	PN
Loranthaceae	<i>Tristerix tetrandus</i> (R. et P.) Mart	Agosto – Mayo	PN
Cunoniáceae	<i>Weinmannia trichosperma</i> Cav.	Noviembre	PN

\*: Valor Apícola: P: polinífero, PN: polinífero-neectarífero

FUENTE: LESSER (2001) y MONTENEGRO (2000).

Los tipos de menor importancia (I = 3-15%) pertenecieron a diversas especies: *A. chilensis*, *C. paniculata*, *C. striata*, *L. taraxicoides*, *W. trichosperma* y *T. tetrandus*.

Cabe destacar que las especies *A. chilensis* y *T. tetrandus* no registraron valores menores al 3%, y *E. cordifolia* presentó valores menores al 3% solo en una muestra; mientras que 6 tipos morfológicos aparecieron sólo con valores menores al 3% (R: polen raro).

**CUADRO 10. Clases de frecuencia y frecuencia de aparición (FA) de las especies componentes de la flora melífera encontradas en las mieles estudiadas.**

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Símbolo	Tipo polínico	Clases de Frecuencia*				FA** (%)
		D	S	I	R	
Ach	Aristotelia chilensis	1	5	2		100
Aml	Amomyrtus luma				4	50,00
Amm	Amomyrtus Meli				1	12.5
Clp	Caldcluvia paniculata		1	4	3	100
Css	Cissus striata			2	6	100
Emc	Embothrium coccinuem				2	25
Euc	Eucryphia cordifolia	6	1		1	100
Esc	Escalonia sp.		1		1	25,00
Gav	Gevuina avellana				6	75,00
Ltt	Leontodon taraxacoides			1	2	37,50
Lma	Luma apiculata				6	75,00
Toff	Taraxacum officinale				5	62,50
Txt	Tristerix tetrandus			1		12,50
Wtr	Weinmannia trichosperma			2	6	100,00

\*: Clases de Frecuencia: los valores indican el número de muestras en que se encontraron los diferentes tipos polínicos con los siguientes porcentajes: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (15-45%), I: polen de menor importancia (3-15%), R: polen raro (<3%); \*\*:Frecuencia de Aparición (FA): número de muestras en que se encuentran presentes cada uno de los diferentes tipos polínicos, expresado en porcentaje.

4.1.2.1 Mieles monoflorales. La miel monofloral generalmente se refiere a la presencia de un tipo de polen en cantidad mayor a 45% del total del polen contenido en el espectro (LOUVEAUX *et al.*, 1978).

MARTINEZ y RAMIREZ (1998), sealan que de acuerdo con la normativa europea, la miel monofloral es aquella cuyo contenido de granos de polen de una planta en particular son dominantes en el conjunto palinológico, con ms del 45% de polen cuantificado e identificado al azar.

**CUADRO 11. Espectro polínico ordenado en clases de frecuencia y porcentaje de cada tipo morfológico en las mieles U1, U2, U3 y U4.**

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

Clase Frecuencia*	U1		U2		U3		U4	
	Especie	%	Especie	%	Especie	%	Especie	%
D	Euc	84.25	Euc	55.16	Euc	67.04	Euc	51.93
S					Ach	21.83	Ach	27.11
I	Ach	9.13	Clp	14.88	Clp	6.35	Clp	9.07
			Txt	9.90			Css	8.21
			Ach	8.32				
R	Clp	2.27	Css	3.59	Amm	0.81	Esc	1.63
	Css	1.19	Gav	2.72	Gav	0.79	Aml	0.41
	Wtr	1.19	Toff	1.84	Css	0.81	Lma	0.82
	Lma	1.05	Wtr	1.84	Toff	0.79	Emc	0.41
	Toff	0.91	Lma	1.75	Ltt	0.41	Wtr	0.42
					Wtr	0.39		
-	-	-	-	-	Aml	0.39	-	-

\*: Clases de Frecuencia: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (15-45%), I: polen de menor importancia (3-15%), R: polen raro (< 3%).

De acuerdo con este criterio y como lo muestran los cuadros 11 y 12, de las 8 mieles analizadas, 7 fueron monoflorales (87,5 %), siendo 6 identificadas como de Ulmo, ya que en su espectro, *E. cordifolia* supera el 45% de representación, con gran dominancia (ausencia de granos de polen secundarios) en 2 de estas mieles (U1 y U2).

En las Figuras 1 a 6, se muestran los histogramas de frecuencia, en donde se observa gráficamente la dominancia de *E. cordifolia* en las mieles clasificadas como “miel de ulmo” en este estudio: U1, U2, U3, U4, U6 y M1.

Es importante observar que la miel M1 resultó ser monofloral de ulmo, al tener su espectro polínico 47,96% (>45%) de polen de esta especie, a pesar de no estar etiquetada como tal.

**CUADRO 12. Espectro polínico ordenado en clases de frecuencia y porcentaje de cada tipo morfológico en las mieles U5, U6, M1 y M2.**

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Clase Frecuencia*	U5		U6		M1		M2	
	Especie	%	Especie	%	Especie	%	Especie	%
D	Ach	67.93	Euc	70.54	Euc	47.96		
S	Esc	22.50	Ach	15.42	Ach	32.42	Euc	34.18
							Ach	25.82
							Clp	16.61
I	Euc	3.02	Clp	8.79	Wtr	4.96	Wtr	10.67
					Ltt	4.48	Css	8.00
R	Css	2.25	Css	1.72	Clp	2.88	Gav	1.82
	Gav	1.25	Ltt	1.49	Gav	2.00	Lma	1.58
	Wtr	0.90	Wtr	0.86	Lma	1.92	Aml	1.33
	Toff	0.45	Gav	0.75	Toff	1.92		
	Clp	0.45	Aml	0.43	Css	1.44		
	Emc	0.42						
-	Lma	0.42	-	-	-	-	-	-

\*: Clases de Frecuencia: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (15-45%), I: polen de menor importancia (3-15%), R: polen raro (< 3%).

Las visitas de *A. mellifera* al ulmo son principalmente por néctar y en menor grado por polen, ya que este recurso floral se presenta, por su periodo de floración, tardío en el verano, como una fuente para acumulación de reservas para soportar el periodo invernal (WULF, 1998). Por tanto, es una importante especie melífera altamente apreciada por la industria apícola ya que su néctar provee de una fragante y delicada miel. La miel de ulmo destaca dentro de las mieles monoflorales por su color ambarino, suave cristalización, agradable aroma y especial sabor (APIEXPA, 2000).

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

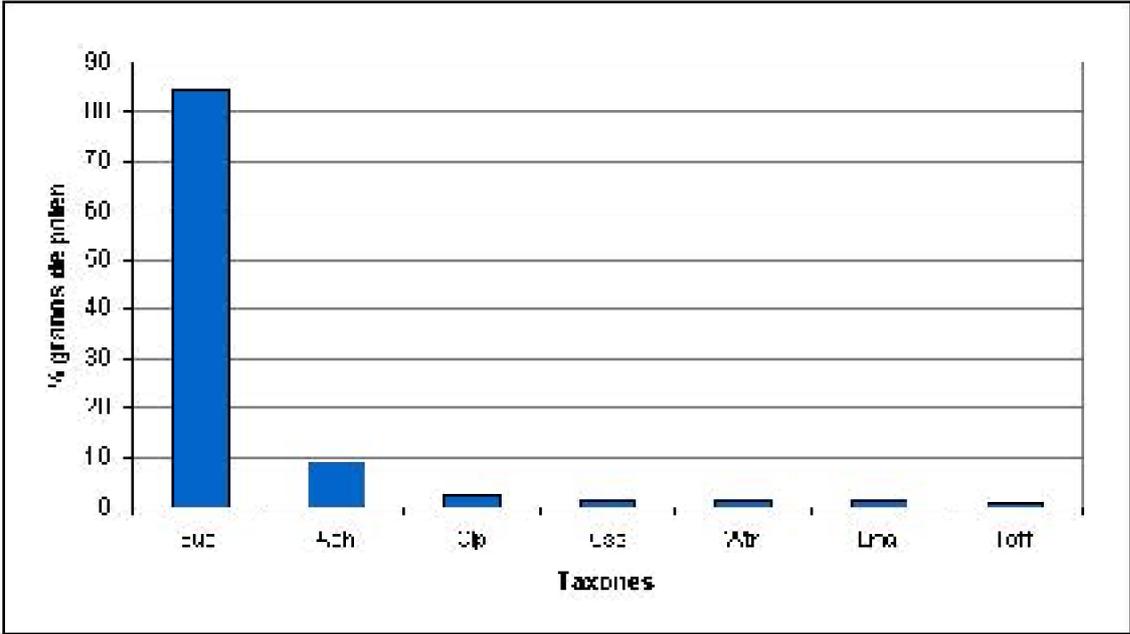


FIGURA 1. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U1 (promedios en porcentajes).

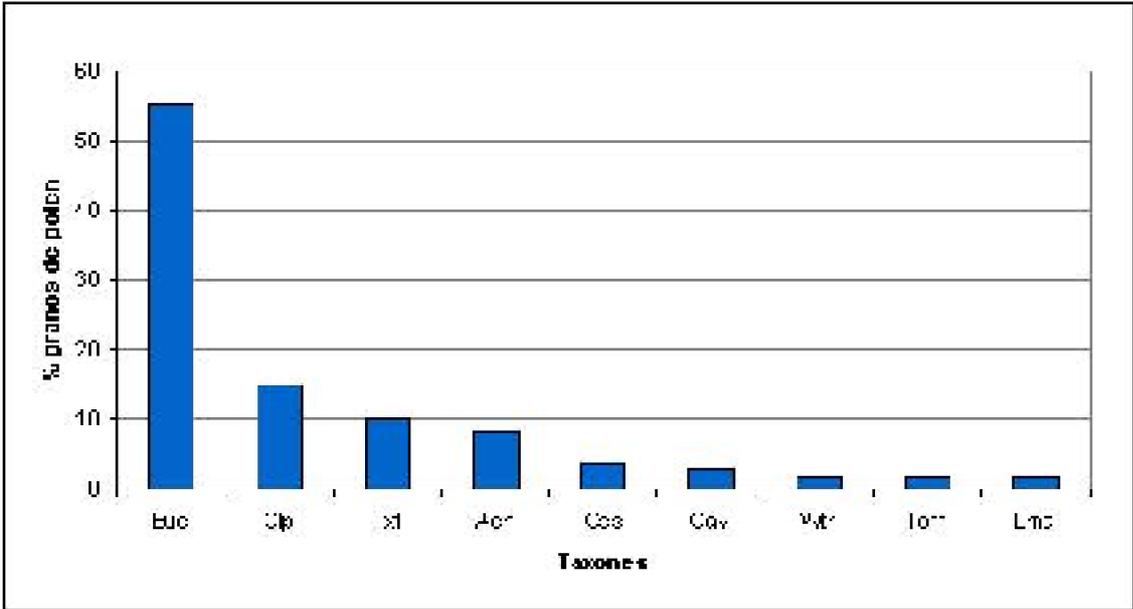


FIGURA 2. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U2 (promedios en porcentajes).

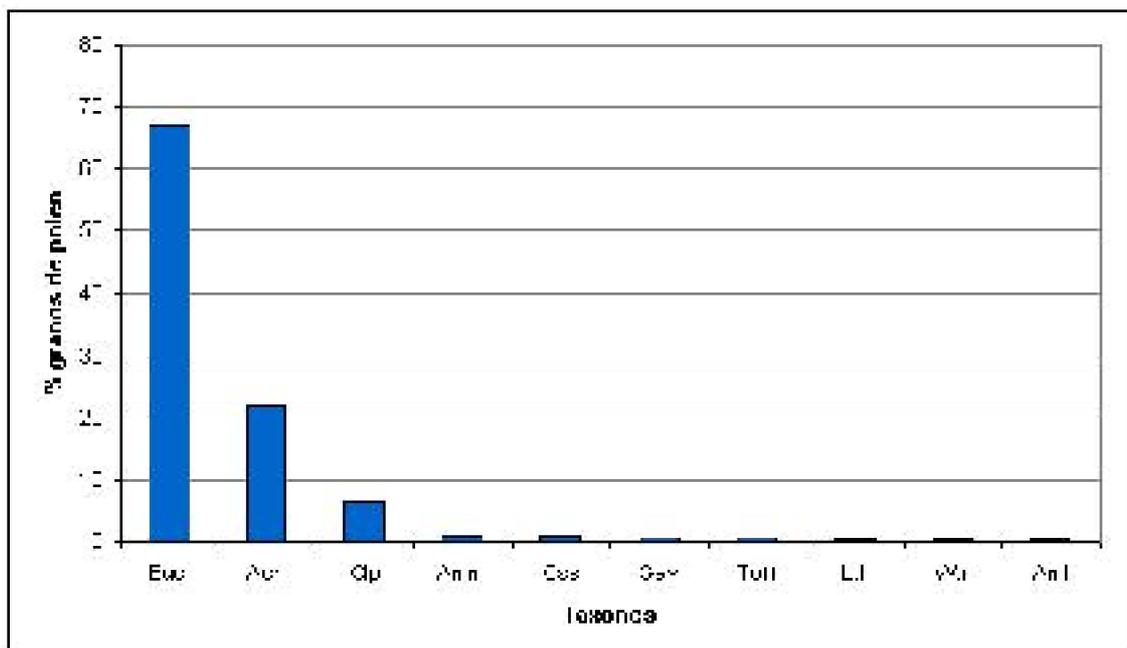


FIGURA 3. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U3 (promedios en porcentajes).

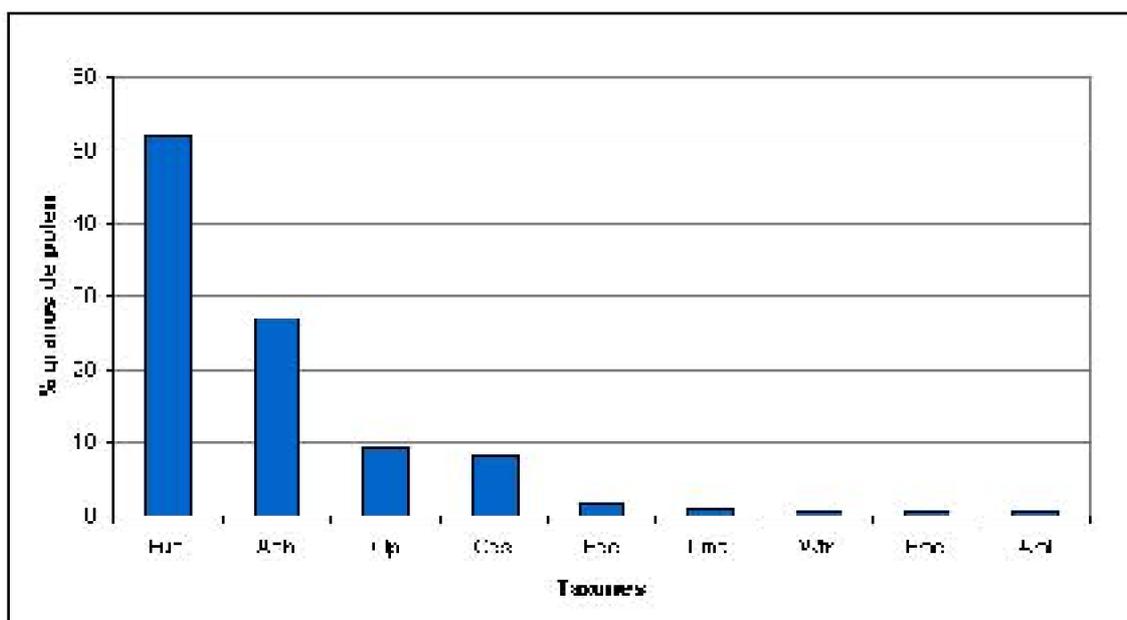
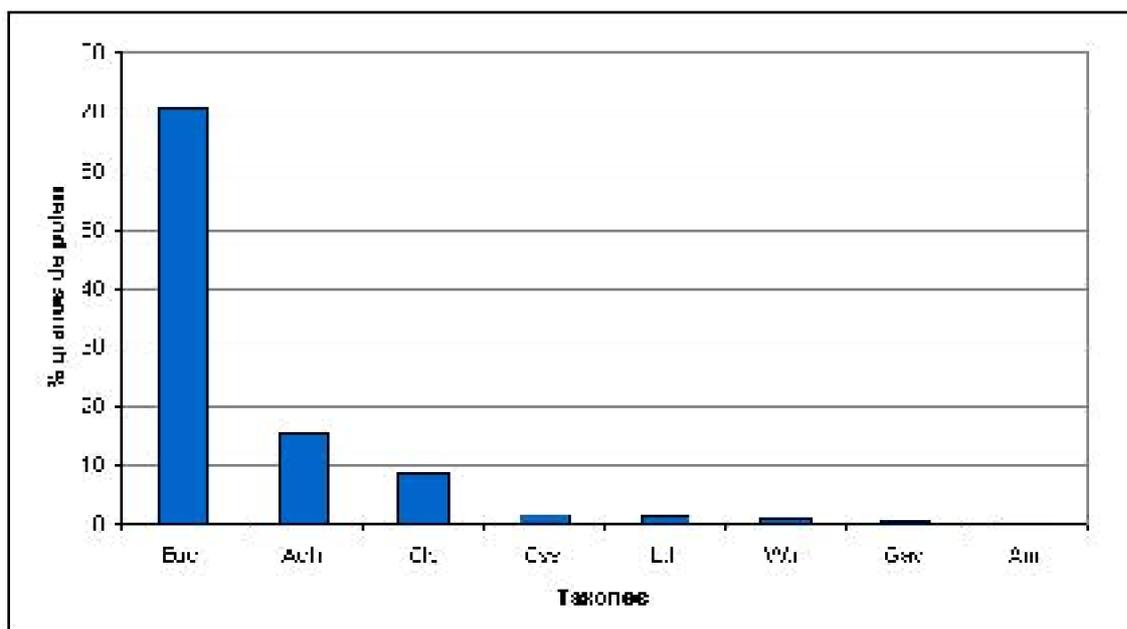
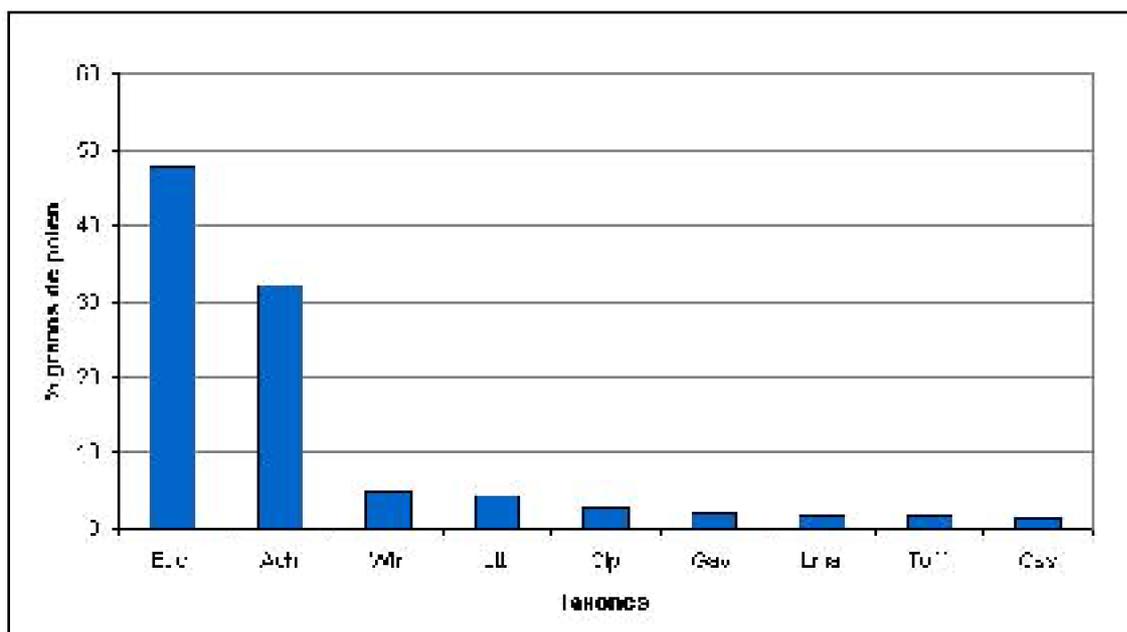


FIGURA 4. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U4 (promedios en porcentajes).

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**



*FIGURA 5. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U6 (promedios en porcentajes).*



*FIGURA 6. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel M1 (promedios en porcentajes).*

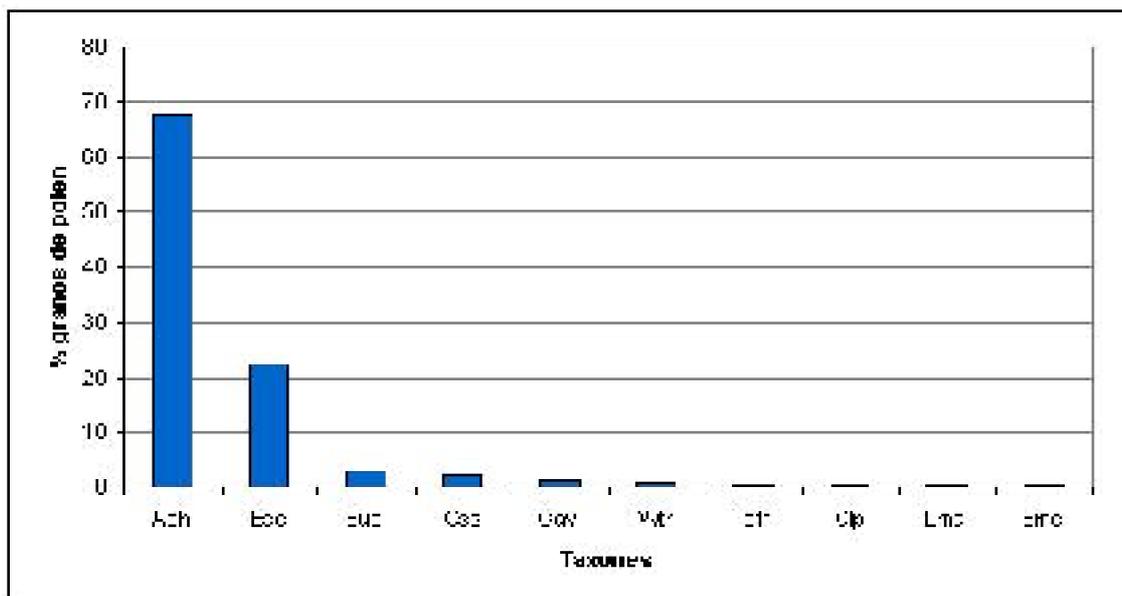


FIGURA 7. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel U5 (promedios en porcentajes).

La miel U5 mostró dominancia de maqui (*Aristotelia chilensis*) ya que el polen de esta especie tuvo una representación del 63,97%, y presentó polen de ulmo como polen de menor importancia; lo que no concuerda con su etiquetado como “miel de Ulmo” (Figura 7).

4.1.2.2. Mieles multiflorales. MARTINEZ y RAMIREZ (1998), sealan que la miel multifloral o mixta, es aquella cuyo análisis melisopalinológico, demuestra que las frecuencias polnicas no revelan dominancia de ningún tipo de planta en particular.

La miel M2 etiquetada sólo como “miel de abejas” resultó ser multifloral, ya que en su análisis polínico no existe dominancia de ninguna especie. Esta miel posee 34,18% de polen de *E. cordifolia*, 25,82% de *A. chilensis* y 16,61% de *C. paniculata*, como pólenes secundarios (Cuadro 12 y Figura 8).

En el presente estudio se aprecia la constante presencia de polen de *Eucryphia cordifolia* en las mieles, no estando presente solo como polen dominante. Battaglini y Ricciardelli D' Albore (1972), citado por DANERS y TELLERIA (1998), reportaron la presencia de polen de esta especie en mieles chilenas de *Lotus*.sp.

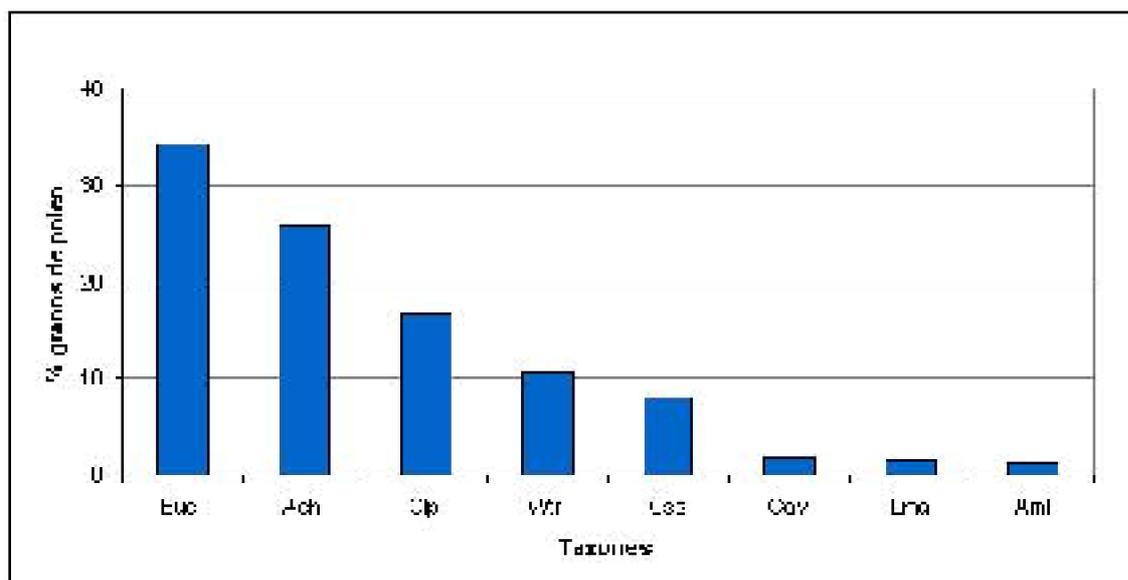


FIGURA 8. Histograma de frecuencia de polen de los diferentes taxones poliníferos encontrados en las muestras de miel M2 (promedios en porcentajes).

Se debe precisar que el contenido polínico de la mayoría de las mieles florales puede verse influenciado por numerosos factores. En efecto, al hacer las abejas la miel, se puede considerar la incorporación del polen bajo tres aspectos y lugares diferentes del proceso: a) en la misma flor, donde generalmente el insecto se encuentra simultáneamente con los nectarios y las anteras; b) néctar y polen llegan a la colmena cuando las celdillas, llenas ya de miel, están operculadas; c) enriquecimiento polínico de la miel durante el proceso de extracción, con polen almacenado en la colmena (cámara de cría). Los tres aspectos sucintamente mencionados pueden completarse con otros muy diversos, como contaminación primaria con polen; contaminación secundaria que tiene lugar en la colmena por la proximidad que tienen las celdas de miel y las del polen; contaminación terciaria, ocurrida por el manejo que hace el productor apícola; contaminación por polen anemófilo, que al caer en las flores de diferentes géneros y especies, son arrastrados inconscientemente por las abejas (CHIFA *et al.*, 2000).

Cabe destacar que el aporte de polen de una especie puede diferir del porcentaje de contribución de néctar de esa especie a la miel. También se debe tener en cuenta que existe una relación aparente entre el tamaño del grano de polen y su abundancia en la muestra, ya que en términos generales los más pequeños están más representados (sobrerepresentación) (Demianowicz, 1964 citado por ANDRADA *et al.*, 1998).

Además, es necesario obtener datos más completos y comparativos sobre la contribución que pueden producir diversas variedades de plantas en la distinción de mieles florales. De acuerdo con algunos autores las variaciones cuantitativas de los distintos componentes de las mieles de abejas tienen lugar dentro de límites muy estrechos (Urosa, 1987; White, 1962, citados por PICCIRILLO *et al.*, 1998).

Para poder asegurar que una miel es monofloral es necesario evaluar sus características organolépticas, físicas y químicas (Accorti *et al.*, 1986 citado por ANDRADA *et al.*, 1998), complementando los estudios melisopolinológicos que permiten

dilucidar en parte el origen botánico de las mieles. De esta manera se podría corroborar el análisis polínico.

MOLAN (1998), agrega que análisis químico tiene también como ventaja inherente el ser directamente pertinente a la fuente de miel, néctar, considerando que la melisopalinología esta basada en identificación de componentes de miel que son periféricos a la fuente de néctar y puede variar para razones que no se relacionan al néctar.

### 4.1.3. Origen geográfico

---

Es importante señalar que el hecho que las abejas tengan preferencias por ciertas plantas en particular, la presencia, frecuencia o ausencia de algunas taxas en las mieles no representa la verdadera naturaleza de su ocurrencia en la flora del área (JATO *et al.*, 1991). Es decir, no siempre la flora de una región se refleja en las mieles, dado que las abejas utilizan entre el 10 y el 20% de flora disponible (Montenegro *et al.*, 1992 citado por ANDRADA *et al.*, 1998). De allí que no todas las especies naturales ampliamente difundidas en una región aparezcan como tipos morfológicos dominantes en las mieles.

La región donde se desarrollan la mayoría de los tipos morfológicos encontrados en las mieles es la de los bosques húmedo-templados, que se desarrolla desde el río Bío Bío (38° lat. S) al sur, ocupando principalmente las regiones de La Araucanía y de Los Lagos. Se caracteriza por tener una alta disponibilidad de aguas, con precipitaciones de mínimo 2.000 mm anuales, distribuidas durante todo el año, con un reducido período seco y sin temperaturas extremas. Dentro de estos bosques esta el Bosque valdiviano (EL BOSQUE CHILENO, 2002).

El Bosque valdiviano, es una abigarrada selva húmeda, de composición muy variada, en la que predominan los árboles siempreverdes como coigüe (*Nothofagus dombeyi* Mirb.), ulmo (*E. cordifolia*), tineo (*W. trichosperma*), avellano (*G. avellana*), tepa y laurel (*Laurelia philippiana* L. y *Laurelia s empervirens* R. *et P.*), canelo (*Drimys winteri* JR. Forst.), entre otras. También contiene coníferas como el mañío (*Saxegothaea conspicua* Lindl.) y el mañío macho (*Podocarpus nubigena* Lindl.). La selva valdiviana puede contener además algunos árboles de hojas caducas, como el roble (*N. obliqua*) y el raulí (*Nothofagus alpina* Poepp. *et Endl.*) (EL BOSQUE CHILENO, 2002).

Otras especies también típicas del bosque valdiviano según HOFFMANN (1982) son *L. apiculata*, que se desarrolla entre Colchagua y Chiloé, hasta 700 m.s.n.m., crece preferentemente en terrenos muy húmedos, en las riberas de ríos y lagos, es un componente secundario de la selva valdiviana; *A. luma*, abunda entre el Maule y Magallanes, crece en sitios húmedos y sombríos y es una especie típica del bosque valdiviano al igual que *A. meli*, se encuentra entre Valdivia y Chiloé, no forma bosques puros; frecuentemente se lo encuentra asociado con roble, tepa, tineo, luma o coigüe.

Dentro de los tipos forestales que incluyen la IX y X regiones, Donoso (1994) citado por ARANCIBIA *et al.* (2002), describe al tipo forestal Alerce el cual se distribuye, por la Cordillera de la Costa desde el sur de Valdivia hasta las cercanías de Cucao, en Chiloé; la especie que le da el nombre al tipo forestal es *Fitzroya cupressoides* Mol., está

compuesta de *Nothofagus nitida* Phil., *Nothofagus antarctica* G. Forst, *Nothofagus betuloides* Mirb., *W. trichosperma*, *S. conspicua* y *P. nubigena*, así como también se encuentra *G. avellana* y *C. paniculata* (entre otros). El tipo forestal Ciprés de las Guaitecas se desarrolla entre los 39°35' Lat. Sur y los 54° Lat. Sur (Esto sería desde la altura de Loncoche hasta Punta Arenas); su característica general es que se desarrolla en sitios extremadamente húmedos; la especie que le da el nombre al tipo es *Pilgerodendron uviferum* D. Don, asociado a este tipo, según el área de que se trate, encontramos *S. conspicua*, *N. dombeyi*, *N. betuloides*, *N. antarctica*, *W. trichosperma*, *E. cordifolia*, *E. coccineum*, *Lomatia ferruginea* Cav. y *P. nubigena*, *D. winteri* y *G. avellana*. Por último el tipo forestal Siempre Verde, este tipo se caracteriza por la ocurrencia bajo un clima de altas precipitaciones y gran humedad durante todo el año. Entre las especies que lo componen, destacamos las relacionadas al presente estudio, que son: *G. avellana*, *L. apiculata*, *C. paniculata*, así como también los espacios abiertos por sucesos naturales, son poblados por *A. chilensis*, entre otras.

La distribución del resto de las especies encontradas en las mieles se describe a continuación:

*T. tetrandus*, se distribuye desde la III hasta X Región (MONTENEGRO, 2000). *C. striata*, planta trepadora en árboles y arbustos de las quebradas y bosques húmedos, entre Coquimbo y Chiloé (HOFFMANN, 1982). *T. officinale*, crece en todas partes, junto a los caminos, en los prados y en la montaña, hasta los 2.000 m de altura (FORES, 1997), al igual que *L. taraxicoides*, ambas son plantas introducidas. *M. coccinea*, crece en lugares húmedos y sombríos dentro de los bosques, tanto en la cordillera de los Andes como en la de la Costa, desde el río Maule a Magallanes (HOFFMANN, 1982). *Escallonia* sp. se desarrolla entre la IV y X regiones (MONTENEGRO, 2000).

Por lo tanto, respecto a las asociaciones botánicas representadas en las mieles estudiadas, presentan siempre una asociación de polen que refleja a la flora típica de la región de donde provienen las mieles. Todas las taxas mencionadas están muy difundidos en las regiones consideradas (X y IX) de Chile y se encuentran en floración durante el período estival, lo cual explica su importancia apícola.

A continuación se presentan los tipos de pólenes encontrados en las mieles del presente estudio:

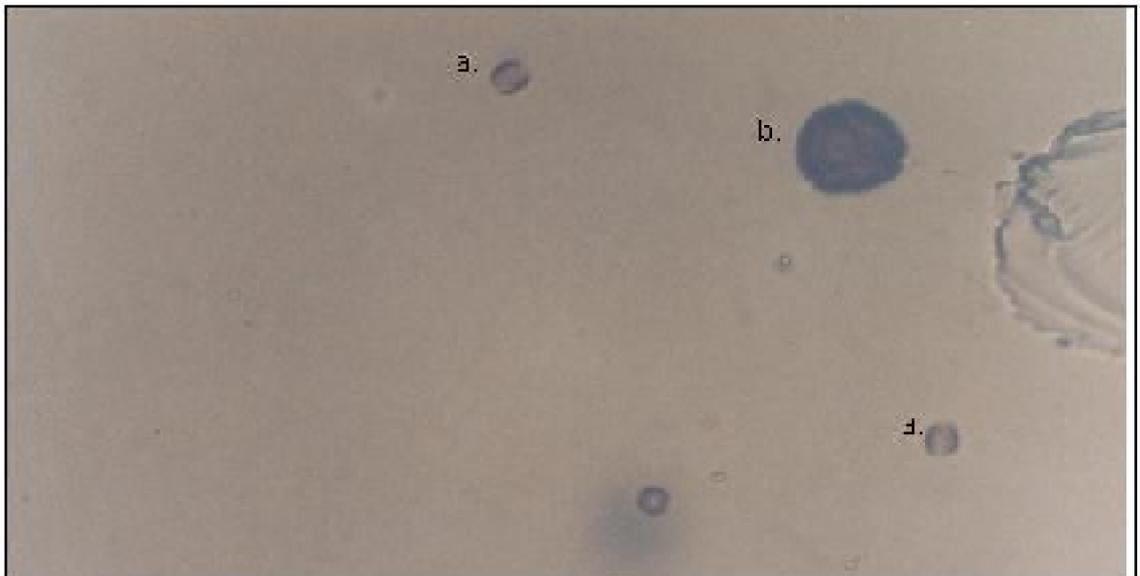


FIGURA 9. Granos de polen acetolisados de: a. *Eucryphia cordifolia* (ulmo); b. *Amomyrthus meli* (meli) (40x).



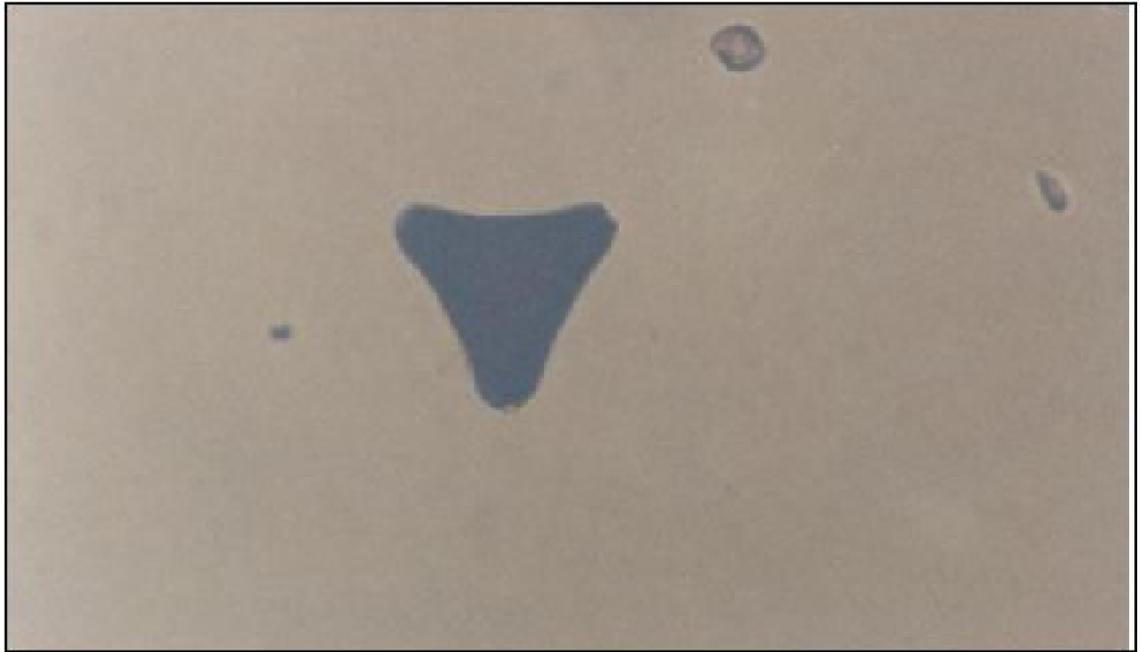
FIGURA 10. Grano de polen acetolisado de *Weinmannia trichosperma* (tineo) (40x).



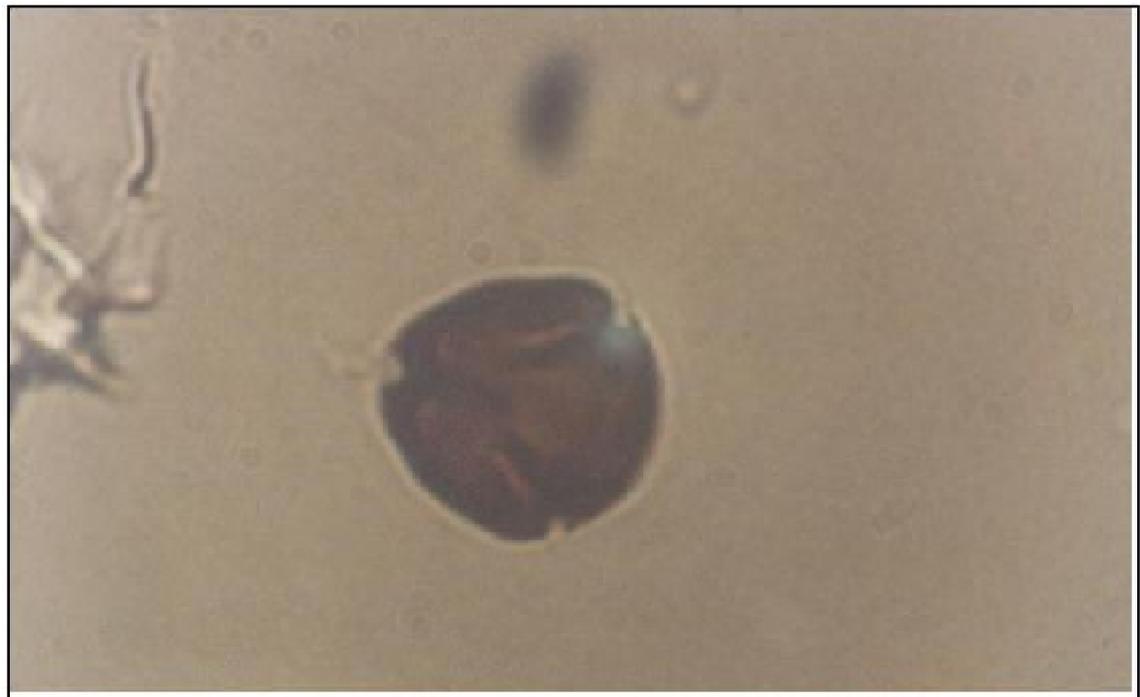
FIGURA 11. Granos de polen acetolisados de: a. *Amomyrthus luma* (luma); b. *Aristotelia chilensis* (maqui) (40x).



FIGURA 12. Granos de polen acetolisados de: a. *Cissus striata* (voqui), b. *Eucryphia cordifolia* (ulmo) y c. *Caldcluvia paniculata* (tiaca) (40x).



*FIGURA 13. Grano de polen acetolisado de Gevuina avellana (avellano) (40x)*



*FIGURA 14. Grano de polen acetolisado de Amomyrthus meli (meli) (100x).*



FIGURA 15. Granos de polen acetolisado de: a. *Eucryphia cordifolia* (ulmo); b. *Caldcluvia paniculata* (tiaca); c. *Mitraria coccinea* (campanita) (40x).



FIGURA 16. Grano de polen acetolisado de *Luma apiculata* (arrayan) (40x).



FIGURA 17. Grano de polen acetolisado de *Tristerix tetrandus* (quintral) (40x)



FIGURA 18. Grano de polen acetolisado de *Leontodon taraxicoides* (chinilla) (40x).

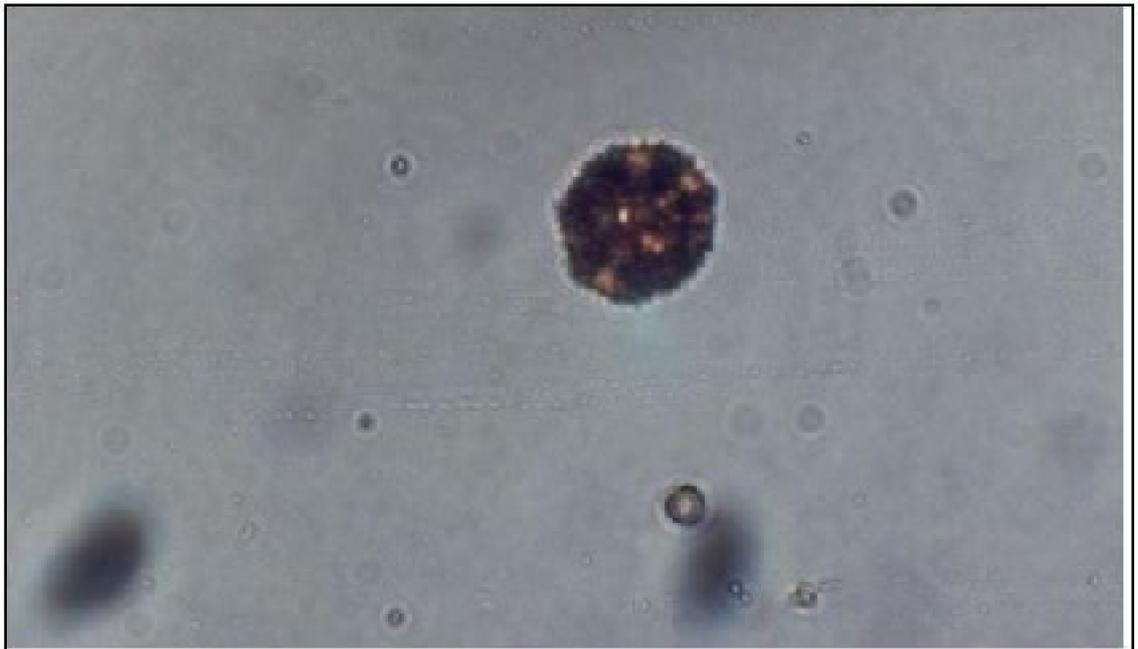


FIGURA 19. Grano de polen acetolisado de *Taraxacum officinale* (diente de león) (40x)



FIGURA 20. Grano de polen acetolisado de *Embothrium coccineum* (notro)

## 4.2. Resultados de los análisis físicos y químicos

Algunas características físico-químicas de las mieles están relacionadas con su origen botánico y su medición complementa los estudios polínicos. No obstante son escasos los trabajos que abordan conjuntamente ambos aspectos (VALLE *et al.*, 2001).

A continuación se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos obtenidos en las muestras analizadas.

### 4.2.1. Color de las mieles

---

El color de la miel se debe exclusivamente a materias colorantes (pigmentos de las plantas) del néctar y varía con la fuente floral y otras partes coloreadas de los vegetales, factor que influye en el sabor. Cuanto más oscura es, mayor es el porcentaje en sales minerales y por ende mayor el valor nutritivo de la miel (AVALLONE *et al.*, 1999).

**CUADRO 13.** Clasificación del color de la miel y rango para cada color en escala Pfund (mm) y densidad óptica (nm).

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Estándar de color	Rango de color	Densidad óptica*
USDA	escala Pfund en mm	(nm)
Blanco agua	Menos de 8	0 - 0,0945
extra blanco	9 a 17	0,0946 - 0,189
Blanco	18 – 34	0,190 – 0,378
Ambar extra claro	35 – 50	0,379 – 0,595
Ambar claro	51 – 85	0,596 – 1,389
Ambar	86 – 114	1,390 – 3,008
Ambar oscuro	mayor a 114	mayor a 3,008

\*densidad óptica (absorbancia) a 560 nm.

FUENTE: WHITE, (1975a y 1975b) y CRANE (1976).

El Cuadro 13 muestra la equivalencia entre los valores de las categorías de color de la miel en mm Pfund y densidad óptica en nm.

Según estudios realizados por SALAMANCA *et al* (1999), en mm Pfund, valores superiores 50 ya pueden considerarse como oscuras, lo que no ocurre en ninguna de las mieles estudiadas las que tienen un rango de color equivalente a 31.57 a 46,79 mm Pfund.

En el Cuadro 14 se puede ver que la comparación de medias para esta variable muestra que las mieles U1 y U5 muestran diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) con respecto al resto de las mieles en sus valores de absorbancia (nm.). Sin embargo, el color predominante en las diferentes mieles es el ámbar extra claro, sólo la miel U1 resultó de color blanco.

Cabe destacar que la miel de ulmo destaca dentro de las mieles monoflorales por su color ambarino, suave cristalización, agradable aroma y especial sabor (APIEXPA, 2000).

**CUADRO 14. Valores medios y pruebas de medias para la variable color en nm y su equivalencia en mm Pfund y correspondiente color para las mieles estudiadas.**

Mieles	Densidad óptica (nm)	mm Pfund	Color
U1	0.351 a*	31.57	Blanco
U2	0.404 ab	35.94	ámbar extra claro
U3	0.427 ab	37.60	ámbar extra claro
U4	0.472 bc	40.92	ámbar extra claro
U5	0.552 c	46.79	ámbar extra claro
U6	0.405 ab	36.00	ámbar extra claro
M1	0.423 ab	37.33	ámbar extra claro
M2	0.430 ab	37.83	ámbar extra claro

( \*)\*: Letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

Según GOMEZ (1995), el origen botánico refleja un contenido en determinado tipo de néctar, o sea, que marca un cierto contenido de minerales, o lo que es lo mismo, marca un determinado color.

Es importante destacar que las mieles no etiquetadas como “miel de ulmo” (M1 y M2), no presentan diferencias con el resto de las mieles sí etiquetadas como tales.

AGUILAR (2001), obtuvo un resultado promedio de 56,1 mm Pfund en una miel de Llicaldad (Chiloé), la cual contenía según su análisis polínico 47% de polen de ulmo (*E. cordifolia*), lo que según el criterio utilizado en este estudio correspondería a una miel monofloral de esta especie. Este valor de color sería mayor a los determinados en estas muestras, pero además el contenido de polen de ulmo en la miel de Llicaldad es menor a la cantidad de polen de ulmo encontrado en las muestras clasificadas como “miel de ulmo” en este estudio.

El color de las mieles en particular, dadas las condiciones florales predominantes en una época o período anual, lo mismo que la presencia de pigmentos, tales como carotenos, xantofilas, derivados fenólicos, terpenos, esteroides y alcaloides, entre otros, permiten clasificar su naturaleza geobotánica. Se distinguen distintos tipos de mieles dependiendo de su origen floral, cuyos atributos de color tipifican al producto; las mieles de acacia son incoloras, o transparentes, otras como las de naranjo y romero se caracterizan por su color ambarino o marrón, mientras que las del tipo milflores, por lo general resultan oscuras, con diferentes grados de tonalidad (SALAMANCA *et al.*, 1999 b).

El mismo autor señala que la naturaleza del color, como parámetro discriminante del origen botánico y geográfico de las mieles de *A. mellifera*, permiten complementar otras propiedades y factores de calidad, tales como el contenido de minerales, polifenoles, actividad diastásica, aminoácidos libres e hidroximetilfurfural.

#### **4.2.2. Contenido de humedad de las mieles estudiadas**

---

El contenido de humedad en mieles, es variable, dependiendo del entorno geográfico, las prácticas de extracción y manejo del producto, debido a la naturaleza higroscópica, inducidas por las condiciones climáticas, humedad original del néctar y grado de maduración alcanzado en los opérculos. Esta variación interviene en los fenómenos de granulación y marca la estabilidad del producto desde el punto de vista microbiológico; el agua es responsable de los factores que la deterioran, causando cambio en el color y propiedades sensoriales que hacen perder su aroma y sabor, con pérdidas comerciales sobre el producto (SALAMANCA *et al.*, 2001).

En esta determinación, para las mieles estudiadas, se observó un rango comprendido entre 14,6 y 19,4% (Cuadro 15).

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997), se establece un contenido de humedad no mayor al 18%; en relación a esto, las muestras estudiadas cumplen con este límite, en el caso de las mieles U2, U3, U5, U6 y M2; y no cumplen con este límite las mieles restantes (U1, U4 y M1). Sin embargo, todas las mieles están dentro del límite que se establece en los estándares del *Codex Alimentarius* (21%) (FAO/WHO, 1992).

CORNEJO (1988 b, 1993), señala que el nivel de humedad en las mieles varía normalmente entre 16 y 19% para mieles en general; lo ideal es no pasar de un 18%, con

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

mayores contenidos de humedad las mieles podrían fermentar. Agrega que realmente ningún comprador en el mercado internacional acepta tenores superiores al 18% y agrega que el porcentaje ideal es del 17,5%.

**CUADRO 15. Valores medios y pruebas de medias para las variables: humedad (%), sólidos totales (%), peso específico, cenizas (%), conductividad eléctrica (mS/cm) y pH para las mieles estudiadas.**

Miel	Humedad	Sólidos totales	Peso específico	Cenizas	Conductividad eléctrica	pH
U1	19.15 d*	80.85 a	1.4091 ab	0.4075 c	0.3910 bc	3.97 de
U2	16.65 bc	83.35 bc	1.4262 cd	0.3650 abc	0.4823 e	5.85 f
U3	14.60 a	85.40 d	1.4409 e	0.2600 abc	0.4000 c	3.82 bc
U4	18.30 d	81.70 a	1.4150 ab	0.3500 abc	0.3630 b	4.05 e
U5	18.00 cd	82.00 ab	1.4171 abc	0.1975 a	0.3320 a	3.73 b
U6	17.90 cd	82.10 ab	1.4175 bc	0.3925 bc	0.3958 c	3.89 cd
M1	19.40 d	80.60 a	1.4074 a	0.2300 abc	0.4370 d	3.58 a
M2	15.45 ab	84.55 cd	1.4349 de	0.2025 ab	0.3070 a	3.97 cde

( \*)\*: Letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

Sanz *et al.*(1995) citado por BOETTCHE (1998), señala que el contenido crítico de humedad, sobre la cual la miel podría fermentar es del 20% y que contenidos bajo 17,1% previenen toda fermentación, independiente del contenido de levaduras. Sin embargo, Killion (1975), citado por CRANE (1990), afirma que valores de humedad inferiores a 18,6% previenen totalmente este indeseable fenómeno.

Según lo citado anteriormente, se concluye de este estudio, en relación a este parámetro, que las mieles tienen escasa posibilidad de fermentar y que son mieles que llegaron a un estado de madurez adecuado dentro del panal, excepto las mieles U1 y M1.

La comparación de medias para el contenido de humedad muestra diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ), siendo la miel U3, la que presenta mayor diferencia (Cuadro 15).

#### 4.2.3. Contenido de sólidos totales de las mieles

El cuadro 15 muestra que los valores encontrados para sólidos totales en las diferentes muestras estudiadas variaron de 80,6 % a 85,4 %.

Siendo concordante con el 18% máximo de humedad que exige el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997) y el límite de 21% que establece el *Codex alimentarius* (FAO/WHO, 1992), el contenido de sólidos totales debiera ser no menos de 82 % y 79 % respectivamente. CRANE (1990) recomienda valores promedio

mayores a 83% a pesar que el rango puede ir entre 73,4 y 86,6%.

La comparación de medias (Cuadro 15) muestra diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ), siendo la miel U3 la que presenta las mayores diferencias.

La diferencia de los valores obtenidos en relación a este parámetro se debe a las condiciones climáticas, al origen floral y condiciones de procesado y manipulación (MOLINA, 1988).

Este parámetro está inversamente relacionado con el contenido de humedad, lo cual se puede apreciar en el Cuadro 15, ya que la sumatoria entre el porcentaje de humedad y de sólidos totales es igual a 100%. El coeficiente de correlación entre estas variables es -1,0 (Cuadro 22), es decir, la variación del contenido de sólidos totales trae consigo una variación inversamente proporcional de la humedad.

#### **4.2.4. Peso específico de las mieles estudiadas**

---

El peso específico de la miel depende del contenido de humedad de esta, lo que indica que a mayor contenido de humedad, menor densidad y por lo tanto menor peso específico (Krell, 1996 citado por BOETTCHER, 1998).

Además, como era de esperar, este parámetro tuvo una correlación positiva con el contenido de azúcares reductores con un coeficiente de +0,508 (Cuadro 22). Es decir, 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, también variará de manera directamente proporcional.

Los valores de peso específico medios de las muestras analizadas, oscilan entre 1.4074 y 1.4409 (Cuadro 15). La Norma Chilena exige un peso específico entre 1,400 y 1,600. Por lo tanto los valores obtenidos están dentro de los límites establecidos en esta norma.

Los resultados de peso específico de las muestras, son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0.01$ ), siendo las mieles U3 y M1 las que presentan las mayores diferencias (Cuadro 15).

#### **4.2.5. Contenido de Cenizas de las muestras**

---

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997), se establece un contenido de cenizas no mayor 0,8%, y en los estándares del *Codex alimentarius* se establece un máximo de 0,6% (FAO/WHO, 1992), este límite es muy discutible, puesto que en las mieles oscuras el contenido puede ser superior, sin que ello sea una condición indeseable, ya que representa el porcentaje de sales minerales, muy importante por lo que aportan a la alimentación humana (CORNEJO, 1993).

En todo caso, todas las mieles del presente estudio están dentro de lo establecido en ambas normas (Cuadro 15).

Las mieles claras tienen un contenido en minerales, del orden del 0.1%, mientras que las mieles oscuras tienen porcentajes más altos, llegando en el caso de las mieles de

mielatos de roble – encino a superar a veces el 1% (GOMEZ, 1995).

GOMEZ (1995), señala que en la mayoría de las mieles de color ámbar, ni muy claras ni muy oscuras, el contenido de minerales se sitúa alrededor del 0.3%, lo que coincide con los resultados aquí obtenidos, cumpliendo con lo establecido en ambas normas.

En el Cuadro 15 se observan diferencias significativas entre las mieles para este parámetro ( $P < 0.01$ ), presentando las mayores diferencias las mieles U1 y U5, ambas clasificadas como “miel de ulmo” en el análisis botánico.

En el análisis de correlación, el contenido de cenizas presentó una correlación positiva con la conductividad eléctrica, lo que se aprecia gráficamente en la Figura 9, es decir una variación en el contenido de cenizas, provoca una variación en la conductividad eléctrica de las mieles de manera directamente proporcional, en una proporción que en este caso es de 0,354 (Cuadro 22).

BOGDANOV *et al.* (1999), agrega que el contenido de cenizas, es un criterio de calidad, útil para evaluar el origen botánico de la miel de abejas. Las mieles florales poseen un contenido de cenizas menor que las mieles de mielada. Actualmente, esta determinación suele reemplazarse por la medición de conductividad eléctrica. El contenido de cenizas puede mantenerse como un factor de calidad durante un período de transición, hasta que la conductividad sea aceptada como un estándar a nivel mundial.

#### 4.2.6. Conductividad eléctrica de las mieles

---

La conductividad eléctrica o medida ante el paso de la corriente, y la determinación de cenizas en relación con el contenido mineral de esa miel, guardan relación con el grado de limpieza y sirven para discriminar las mieles claras de las oscuras, las cuales presentan valores más altos que las primeras.

Este parámetro permite conocer el origen botánico de una miel, mostrando valores diferentes, según se trate de mieles de flores o de mielada y generalmente se considera que una miel tiene una parte mayoritaria de mielada, cuando su conductividad eléctrica está por encima de los 0,9 mS. (SANZ *et al.*, 1998).

El borrador del *Codex Alimentarius*, propone que las mieles florales, las mezclas de mieles florales y de mielada tengan valores de conductividad eléctrica menores de 0.8 mS/cm y que las mieles de mielada y de castaña posean valores mayores de 0.8 mS/cm. Las excepciones son las mieles de *Arbutus*, *Banksia*, *Erica*, *Leptospermum*, *Melaleuca*, *Eucryphia*, *Eucalyptus* y *Tilia* así como sus mezclas, las cuales tienen una gran variación en su conductividad eléctrica (BOGDANOV *et al.*, 1999).

En las mieles estudiadas, los mayores valores de conductividad corresponden a las mieles U2 y M1 (Cuadro 15) las que obtuvieron también las mayores diferencias en la prueba de medias ( $P < 0.01$ ), pero todas mostraron valores muy por debajo de 0,8 mS/cm., lo que correspondería a mieles de origen floral.

Es importante notar que el borrador del *Codex Alimentarius* menciona que el género *Eucryphia* tiene una conductividad eléctrica variable.

La conductividad eléctrica de las mieles es una característica que "está en función directa con el contenido mineral, el color y la acidez" del producto (DIARIO LA REPUBLICA. 2001). Confirma esto el hecho que la conductividad eléctrica, además de estar correlacionada con el contenido de cenizas, presentó también una correlación positiva con el pH y negativa con la acidez como ácido fórmico y acidez libre, con coeficientes de correlación de +0,584; -0,484 y -0,387 respectivamente (Cuadro 22), es decir, un aumento en el valor de conductividad, trae consigo un aumento en el valor del pH y por consiguiente una disminución en los valores de acidez.

SALAMANCA y SERRA (2002) señalan que las mieles con valores bajos en conductividad muestran también valores bajos en contenido de cenizas, pues la relación entre éstas variables es lineal, pero la relación existente entre estos parámetros, en el presente estudio, presenta diferencias respecto de la correlación reportada por estos autores, en un estudio con mieles colombianas, donde se obtuvo una relación lineal entre estos parámetros con un coeficiente de correlación muy cercano a 1,0.

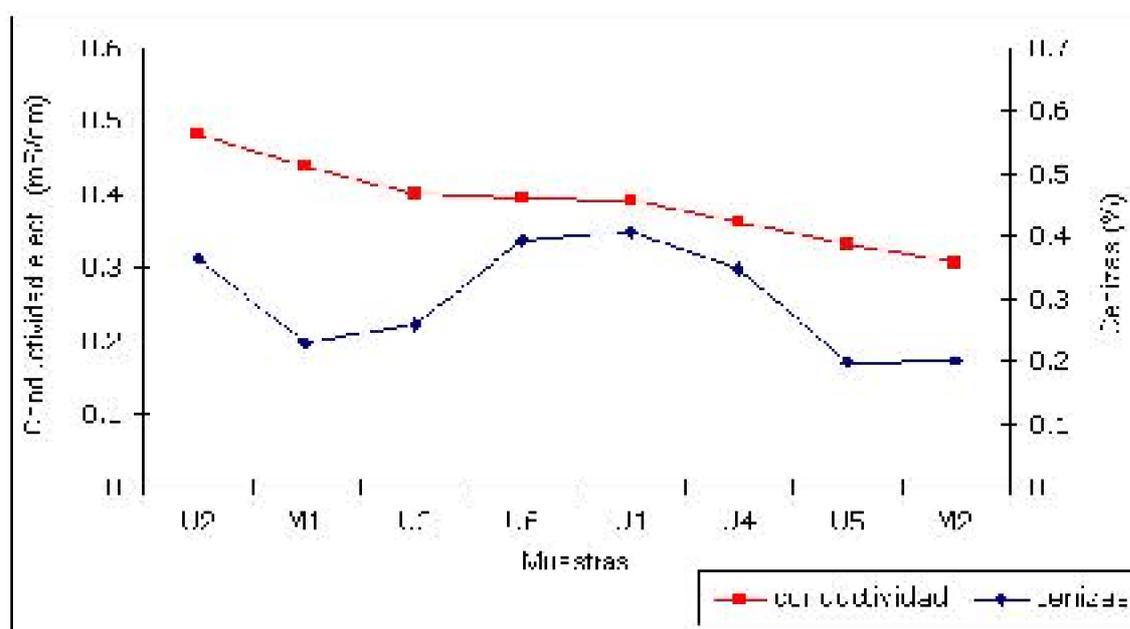


FIGURA 21. Relación de conductividad eléctrica con el contenido de cenizas, en mieles de ocho orígenes.

#### 4.2.7. pH de las mieles

El pH de la miel varía entre 3,5 a 5,5, el que se ve afectado por la concentración de diferentes ácidos y por el contenido mineral de calcio, sodio, potasio, y otros constituyentes de las cenizas. Se ha observado que mieles con alto contenido de cenizas presentan generalmente valores altos de pH (MOLINA, 1988).

Ni en la norma nacional, ni en el *Codex Alimentarius*, se señalan requerimientos en relación a valores de pH.

Se ha señalado un promedio para la X° Región de 4,14 (AGUILAR, 2001). Corbella y

Cozzolino (2001), citado por DIARIO LA REPUBLICA (2001), indican que "las mieles presentan valores frecuentes de pH entre 3,5 y 5,5 y esa acidez es debida a numerosos ácidos orgánicos que integran su composición, siendo el más abundante el ácido glucónico". El mismo rango lo señala también MOLINA (1988) y JEAN-PROST (1995).

En el Cuadro 15 se observa que el valor de pH más elevado lo presenta la miel U2, esta miel es la que tiene uno de los mayores valores en contenido de cenizas y el mayor valor de conductividad eléctrica. El resto de las mieles estudiadas obtuvo valores de pH que caen dentro del rango citado previamente.

La prueba de medias para el pH demostró que hay diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ). Las mieles U2 y M1 son las que presentaron mayores diferencias (Cuadro 15).

#### 4.2.8. Acidez de las mieles

---

La acidez es también un importante criterio de calidad. La miel tiene un buen contenido de ácidos, principalmente glucógeno, esta acidez si es excesiva define también un proceso de fermentación (CORNEJO, 1988 b). También influye sobre otros factores, como la formación de color, desarrollo de levaduras, etc. (Delle Ville, 1998 citado por AVALLONE *et al.*, 1999).

La acidez normal de las mieles frescas oscila entre 10 a 12 meq/kg, pero en los estándares *Codex Alimentarius* se establece un máximo de 40 meq de ácido/kg. (FAO/WHO, 1992 y CORNEJO, 1993). En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997), se establece una acidez máxima de 0,2% calculado como ácido fórmico.

Cuando los valores de acidez superan el límite permitido, puede deberse a que existen mieles con una acidez natural más elevada y presentan bajo contenido en cenizas.

En realidad ningún comprador aceptaría una miel con mas de 20 meq/kg, y si su contenido de humedad no excede el 18%, la acidez de las mieles no suele crear problemas para su comercialización (CORNEJO, 1993).

La acidez libre según IICA, citado por AGUILAR (2001), está normalmente comprendida entre 15 y 25 meq/kg.

En el presente estudio, todas las mieles están bajo lo establecido por el *Codex Alimentarius* (Cuadro 5) ya que el rango de acidez libre en el presente estudio, es 5,50 (U2) y 22,37 (M1). Por otro lado, ninguna de las mieles sobrepasa el límite de 0,2 % como ácido fórmico establecido en la reglamentación chilena, el valor mínimo de este fue 0.019 en la miel U2 (Cuadro 16), esta miel, también presentó el menor valor de acidez libre, el valor de pH más elevado y uno de los mayores valores en contenido de cenizas y el mayor valor de conductividad eléctrica. El máximo valor de acidez como ácido fórmico 0.091 en la miel U3.

La prueba de medias para la acidez (Cuadro 16) demostró que hay diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ). En el caso de la acidez, como ácido fórmico, las

## Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)

mayores diferencias las presentaron las mieles U2 y U3. Para la acidez total y acidez libre la mayor diferencia con respecto al resto de las mieles la presentó la miel U2, al igual que para el caso de pH.

**Cuadro 16. Valores promedio y pruebas de medias para las variables: acidez, calculada como % de ácido fórmico, acidez libre (meq/kg) y acidez total ( meq/kg) de las mieles estudiadas.**

Mieles	Acido fórmico	Acidez libre	Acidez total
U1	0.077 bc*	17.62 bc	24.62 c
U2	0.019 a	5.50 a	7.75 a
U3	0.091 e	20.00 de	29.37 d
U4	0.070 b	16.24 bc	19.99 b
U5	0.086 d	22.24 e	25.37 c
U6	0.077 bc	18.99 cd	23.87 c
M1	0.083 d	22.37 e	29.99 d
M2	0.068 b	14.87 b	16.87 b

( \*)\*: Letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

Los resultados anteriores pueden ser atribuidos a que no todas las mieles poseen los mismos ácidos ya que esto depende de la naturaleza del néctar que la abeja tome para elaborar la miel (Gómez, 1986; Pérez-Arquillué *et al.*, 1994 citado por PICCIRILLO *et al.*, 1998).

El-Sherbiny y Risk (1979) citado por PICCIRILLO *et al.* (1998), encontraron que la acidez total fue más alta en la miel de algodón que en la de trébol; esto indica una influencia del tipo floral en la acidez.

Según CRANE (1990), la acidez también depende de las condiciones edafoclimáticas y en especial al contenido de minerales presentes en la miel.

En los resultados del Cuadro 16, se observan valores de acidez variables y no diferencian a las mieles según la clasificación polínica de este estudio.

### 4.2.9. Contenido de Hidroximetilfurfural (HMF)

El 5-hidroximetil-2-furaldehído o Hidroximetilfurfural más conocido como H.M.F. es un producto, generado por la deshidratación de los azúcares en particular por deshidratación de la fructosa (MONTENEGRO *et al.*, 2000).

Si bien este compuesto no es una propiedad intrínseca de la miel, ya que ni el néctar ni las mieles frescas contienen H.M.F., tampoco permite usarlo como medio para determinar el origen botánico, sin embargo, es un buen indicador de la calidad y frescura de la miel (Schweitzer *et al.*, 1999, citado por MONTENEGRO *et al.*, 2000), como así también para saber si las mieles han sido sometidas a procesos de industrialización, con calor excesivo, el cual provoca la pérdida de elementos nutritivos, afectándose su calidad (AVALLONE *et al.*, 1999).

Este compuesto aparece en forma espontánea y natural en la miel debido al pH ácido, agua y a la composición rica en monosacáridos (fructosa y glucosa), aumentando su concentración con el tiempo y otros factores. Entre éstos, los que influyen en la velocidad de formación del HMF, se encuentran: aumento de la temperatura, siendo el factor que más influye (WHITE 1980). El mismo autor agrega que la acidificación de la miel, también influye en la formación de H.M.F., respecto a esto, en el presente estudio se encontró una relación directamente proporcional del HMF con la acidez (Cuadro 22).

Otros factores que repercuten en menor grado son: humedad, presencia de algunos minerales (K, Ca, Mg) y contenido en aminoácidos (alanina, ácido aspártico, etc.) (SUBOVSKY *et al.*, 2002).

La miel recién extraída contiene muy poca cantidad de H.M.F. y si es almacenada a una temperatura media de 12 °C a 15 °C el aumento anual del contenido de H.M.F. es mínimo (Valori *et al.*, 2000 citado por MONTENEGRO *et al.*, 2000). La acción del calor sobre la miel produce alteraciones o destrucción de los componentes, sensibles al calor, en forma total o parcial, de acuerdo a la intensidad del calentamiento que ella sufre. Los niveles de H.M.F. aumentan significativamente cuando la miel es sometida a tratamientos térmicos inadecuados.

MOLINA (1988), agrega que las diferencias en el contenido de HMF, en diferentes mieles, han sido atribuidas al calentamiento, almacenamiento a temperatura ambiente y a la adición de azúcares reductores. AGUILAR (2001) encontró que mieles almacenadas hasta 25°C de temperatura, los incrementos en H.M.F. son mínimos. Lo cual es afirmado también por un estudio realizado por Wootton *et al.* (1981) citado por la misma autora, en donde se obtuvieron mínimos incrementos en el HMF, cuando sometieron las mieles a un rango de temperatura entre 10 a 22°C.

El contenido de HMF en las muestras varió de 2.83 (U2) a 9.96 (U6) valores que son propios de mieles en buen estado de conservación; esto es indicativo, además, del uso de prácticas correctas en el procesamiento tecnológico de la miel por parte de los apicultores (PICCIRILLO *et al.*, 1998).

Este factor de calidad es determinante, según CORNEJO (1988), en mieles frescas este valor puede dar en promedio 10 mg/kg. En cambio, MOLINA (1988) señala que las mieles frescas contienen de 0,06 a 0,2 mg. de HMF por 100 g. de miel.

Algunas federaciones europeas (Alemania, Bélgica, Italia, Austria, España) comercializan una porción de sus mieles como miel de calidad, la cual contiene un máximo de 15 mg HMF/kg. El mercado internacional ha constatado que un máximo de 40 mg/kg de miel es satisfactorio. A nivel internacional se prevee aumentar el nivel máximo permitido para mieles originadas de países tropicales, cuyos climas son más calientes (BOGDANOV *et al.*, 1999).

En los estándares del *Codex Alimentarius* se establece un contenido HMF no mayor a 40 ppm (mg/kg) (FAO/WHO, 1992), pero en el comercio internacional lo ideal es que las mieles tengan menos de 20 mg/kg (CORNEJO, 1993).

Considerando lo anterior, todas las muestras analizadas de mieles se ajustan dentro de esos valores. Por otro lado, la prueba de medias para el contenido de HMF demostró

que hay diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 17).

Las variaciones en el contenido de HMF de las mieles, se estima que están dadas principalmente por el tiempo transcurrido desde la cosecha y condiciones actuales del medio en que fueron cosechadas (condiciones ambientales variables entre una extracción y otra; cosechas en distintos años; forma de recolección) (SUBOVSKY *et al.*, 2002).

AVALLONE *et al.* (1999), encontró que, cuanto mayor sea el valor de HMF, menor será el correspondiente al Índice de Diastasa. En las mieles analizadas, en el presente estudio no se observó correlación entre estas dos variables, lo que pudiera deberse a que se trata de mieles frescas o con poco tiempo de almacenamiento por lo que el contenido de estos dos parámetros no ha variado considerablemente desde la cosecha.

CRANE (1990), señala que debe existir una relación entre la presencia o no de la enzima glucoxidasa y el contenido de HMF, ya que a mayor contenido de HMF, debería estar presente en menor proporción esta enzima, pero esta aseveración la refuta Estévez (1992), citado por BOETTCHER (1998), quien señala que mieles con alto contenido de HMF tienen la enzima presente. El presente estudio, muestra una correlación positiva del HMF, con la enzima glucoxidasa (Cuadro 22).

Si bien la temperatura influye en forma importante en el incremento de la concentración de HMF, esto también ha sido relacionado con la disminución del contenido de fructosa. Por esta razón la velocidad de incremento del HMF, durante el almacenamiento, se debería calcular para cada tipo de miel (RAMIREZ *et al.*, 2000).

Diversos estudios se han realizado sobre la formación del HMF, durante el almacenamiento de la miel de abeja y sobre los cambios de sus principales características de calidad, sin embargo, en la bibliografía consultada no se han encontrado referencias respecto a la influencia del tipo de miel en la cinética de formación de este aldehído (RAMIREZ *et al.*, 2000).

Por lo tanto, el contenido de HMF en todas las mieles analizadas, es muy bajo teniendo en cuenta los valores dados como máximos en la norma del *Codex Alimentarius*. Esto permite afirmar, en esta evaluación, que son mieles de excelente calidad, de reciente cosecha, mieles frescas y que no han sufrido efectos de temperatura. Estos niveles de HMF, sugieren que los mismos se deben al buen manejo en la recolección por parte de los apicultores y de su posterior almacenaje.

#### **4.2.10. Niveles de diastasas en las mieles**

---

Si bien la actividad diastásica varía según el origen botánico de la miel, el mínimo de 8 unidades de diastasa ha resultado útil como estándar de calidad. En análisis de rutina a largo plazo, realizados por la Comisión Internacional de la Miel (IHC, International Honey Commission) para control de calidad de miel de abejas, más de 92% de las muestras de mieles frescas y más de 88% de mieles ya envasadas presentaron valores de diastasa superiores a 8. Al interpretar los resultados de actividad de diastasa debe considerarse que algunas mieles monoflorales poseen una actividad diastásica baja por naturaleza, asociado ello al origen botánico (BOGDANOV *et al.*, 1999).

#### 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Todas las muestras de miel incluidas en el estudio, presentaron una actividad diastásica alta (Cuadro 17), es decir, una actividad enzimática importante, lo que puede ser considerado normal, coincidiendo con Peris (1981) y Serra *et al.* (1987) citados por PICCIRILLO *et al.* (1998), quienes encontraron una alta actividad diastásica en mieles monoflorales de España, situación que sería similar en las mieles procedentes del sur de Chile.

**CUADRO 17. Valores totales y pruebas de medias para las variables: diastasa (°G), HMF (meq/kg) y glucoxidasa de las mieles estudiadas.**

Mieles	HMF	Diastasa	Glucoxidasa
U1	6.3875 ab*	19.7300 c	18.0750 c
U2	2.8275 a	4.5225 a	4.8500 a
U3	7.9350 ab	28.5350 d	23.8250 d
U4	7.9675 ab	9.5250 ab	11.1500 b
U5	7.8325 ab	14.4425 bc	14.3000 bc
U6	9.9575 b	17.7025 c	17.7250 c
M1	8.5950 b	7.4675 ab	14.7500 bc
M2	6.4225 ab	4.6725 a	13.2500 b

( \*)\*: Letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

En los estándares del *Codex Alimentarius* se establece un Índice de diastasa mínimo de 8 en la escala de Goethe, para mieles en general y 3 para mieles con bajo contenido natural de enzimas (FAO/OMS, 1992).

La actividad diastásica de las mieles estudiadas varió de 4.52, en la miel U2 a 28.53 en la miel U3, por lo tanto no todas cumplen con el mínimo de 8 establecido por el *Codex* para mieles en general, pero si todas están sobre 3. Por lo tanto es probable que las mieles U2 y M2 sea el caso de mieles con bajo contenido natural de enzimas, ya que la posibilidad que sean mieles con mal manejo de almacenamiento y temperatura, es baja, debido a que el contenido de HMF de éstas y la presencia de glucoxidasa, indican mieles en buenas condiciones de frescura. Confirmando esto, MOLINA (1988), señala que se ha determinado una amplia variación en el valor de diastasa lo que ha sido atribuido al tipo floral de origen del néctar usado como materia prima por las abejas.

Si bien la actividad diastásica disminuye con el calentamiento o temperatura inadecuada de almacenamiento, RAMIREZ *et al.* (2000), encontró comportamientos diferentes en dos tipos de miel, de distinto origen floral (miel de *Viguiera dentata* Cav. var. *heliantoides* y de *Gimnopodium antigonoides* Blake.), en la variación de la actividad diastásica a diferentes tratamientos de temperatura, se puede interpretar como un efecto de las diferencias que tienen en su composición química según su origen floral, especialmente en los azúcares reductores. Pero no se encontró correlación en el presente estudio entre la actividad diastásica y el contenido de azúcares reductores (Cuadro 22).

Sí se encontró una correlación negativa de la actividad diastásica con el pH con un

coeficiente de correlación de -0,401 al 95% de confianza (Cuadro 22), lo que concuerda con lo señalado por Stadelmeier *et al* citado por AVALLONE *et al.* (1999), quien agrega que la diastasa presenta una actividad variable dependiendo de la temperatura y del pH.

Sipos (1964), citado por el mismo autor, establece que si la secreción floral es abundante, el proceso de maduración del néctar transcurre rápidamente y, por consiguiente, la manipulación del mismo es menor que cuando la secreción es escasa. Así se tiene mieles con bajo contenido de diastasa (primavera); las mieles de mielada tienen una actividad diastásica superior a las mieles florales, la causa se debe a que el aporte enzimático de la abeja se suma a la del áfido (Persano *et al.*, 1990 y Dlaward, 1984 citado por AVALLONE *et al.*, 1999).

Como se puede apreciar en la prueba de medias para el índice de diastasa (Cuadro 17) demostró que hay diferencias significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ). La miel U3 fue la que presentó mayores diferencias.

#### **4.2.11. Contenido de glucoxidasa en las mieles**

---

La glucoxidasa es una enzima oxidante presente en la miel, que produce peróxido de hidrógeno durante su acción sobre la glucosa (BIANCHI, 1990). Esta enzima es sensible al calor, lo cual constituye una prueba importante para determinar la calidad de la miel. La glucoxidasa sufre una degradación por calentamiento, envejecimiento o adulteración de la miel.

Ni la Norma Chilena, ni el *Codex Alimentarius*, exigen una cantidad determinada de glucoxidasa o su presencia, sin embargo, según BIANCHI (1990), esta enzima es más sensible al calor que la diastasa, lo cual constituye una prueba importante para determinar el calentamiento de la miel.

Los valores de la enzima glucoxidasa obtenidos en las mieles analizadas (Cuadro 17) variaron de 4.85 en la miel U2 a 23.83 en la miel U3. La presencia de esta enzima en las mieles indica que esta no ha sido destruida por un proceso de calentamiento, ni las mieles han sido sometidas a malas condiciones de almacenaje, lo que concuerda con los resultados obtenidos para H.M.F.

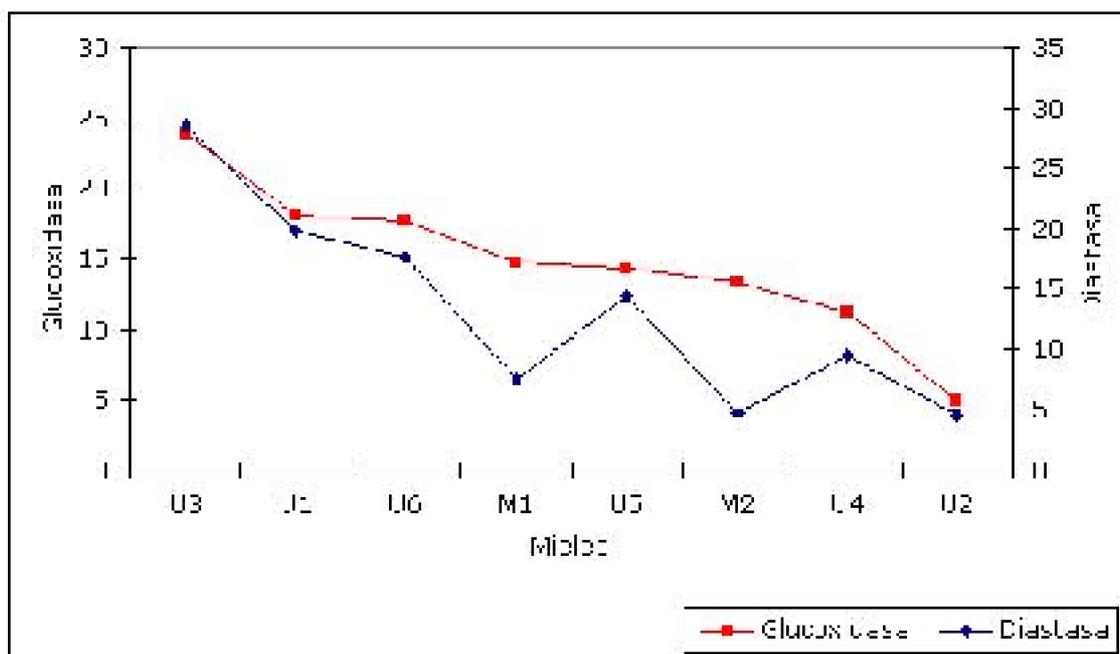


FIGURA 22. Relación del contenido de glucoxidasa con la actividad diastásica.

SALAMANCA (1999), señala que los néctares de alto contenido de azúcares, necesitan menos manipulación, por parte de las abejas, para ser convertidos en miel que los néctares más diluidos. Por lo tanto, las mieles procedentes de néctares más concentrados tienen menor nivel de enzimas. Los resultados concuerdan con esto, así se obtuvo que el contenido de glucoxidasa tiene una alta correlación positiva con la actividad diastásica, con un coeficiente de correlación entre ambas variables de +0,866 (Cuadro 22) al 95% de confianza. En la Figura 10, se puede observar gráficamente esta relación.

El análisis de correlación mostró además, que la glucoxidasa presenta una correlación positiva con la acidez (Cuadro 22). Por lo tanto, a mayor contenido de glucoxidasa en la miel, mayor será la acidez de esta y en consecuencia el pH será menor. Lo anterior lo confirma Estupiñán *et al.* (1998), citado por AGUILAR (2001), quien agrega que durante el envejecimiento de la miel, aumenta la acidez debido a la acción de esta enzima que transforma los azúcares en ácidos.

#### 4.2.12. Contenido de sólidos insolubles en las mieles

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997), se establece un contenido sólidos insolubles en agua no mayor a 1%; y en los estándares del *Codex Alimentarius* se establece un máximo de 0,1% (FAO/WHO, 1992).

Según lo anterior todas las muestras analizadas cumplirían con lo establecido en la Norma chilena, no así para lo establecido en el *Codex Alimentarius*, en donde la muestra M1 tiene un valor ligeramente mayor (0,199) (Cuadro 18). El menor valor fue 0,0158, correspondiente a la miel U1.

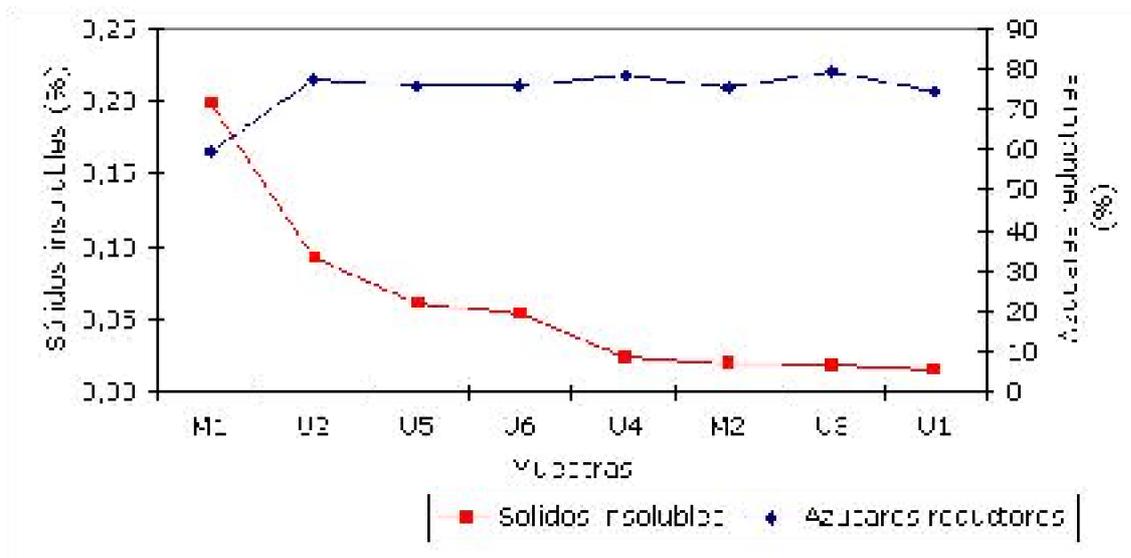


FIGURA 23. Relación de sólidos insolubles con el contenido de azúcares reductores, en mieles de ocho orígenes.

El Cuadro 18 muestra que la prueba de medias para este parámetro, demostró que hay diferencias estadísticamente significativas entre las mieles ( $P < 0.01$ ).

En el análisis de correlación se observa que el contenido de sólidos insolubles se correlaciona negativamente, con el contenido de azúcares reductores (Cuadro 22), es decir, que si la miel contiene un alto contenido de sólidos insolubles, la proporción de sólidos solubles (azúcares) contenidos en la miel será menor. Comparando los resultados de las mieles de este estudio, en la Figura 23 se observa gráficamente como estos dos parámetros son opuestos entre sí.

#### 4.2.13. Azúcares reductores y sacarosa en las mieles

Los monosacáridos constituyen del 60 al 80% de la miel, y sus principales componentes son la glucosa y la fructosa (PICCIRILLO *et al.*, 1998).

En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (CHILE SNS, 1997), se establece un contenido máximo de sacarosa de un 5% y un contenido mínimo de 70% de azúcares reductores; y en los estándares del *Codex Alimentarius* se establece un máximo de 5% para sacarosa y mínimo de 65% para los azúcares reductores de mieles florales (FAO/WHO, 1992).

SALAMANCA (1999), señala que altos contenidos en sacarosa pueden ser debidos a una maduración inadecuada, presencia de mielatos o alimentación artificial de las abejas con jarabe de sacarosa durante mucho tiempo

Los valores obtenidos para azúcares reductores y sacarosa (Cuadro 18) cumplen con lo establecido en ambas reglamentaciones, excepto M1 que presenta un porcentaje de azúcar reductor de 59,9, este valor es rechazado por ambas normas y según los estándares del *Codex Alimentarius* (actuales y propuestos) (Cuadro 5) no correspondería a una miel de origen floral, ya que su contenido de azúcares reductores esta dentro de

rango correspondiente a mieles de mielada o mezclas de miel de mielada con mieles florales. Esto hace suponer que el origen de esta miel no fue solo el néctar de las flores sino que hubo aportes de mielada o ligamaza, pero esa suposición no concuerda con los valores para esta miel de los parámetros físicos y químicos que discriminan entre mieles florales y de mielada (color, conductividad eléctrica, cenizas, acidez) y tampoco concuerda con los valores de glucosa + fructosa que se presentan en el Cuadro 19

En el cuadro 18 se aprecia que el parámetro Azúcares Reductores (%) para las diferentes mieles resultó ser significativo ( $P < 0,01$ ), específicamente en la miel M1, con respecto al resto de las mieles. La sacarosa no presentó variabilidad.

**CUADRO 18. Valores promedio y pruebas de medias para las variables: azúcares reductores (%), sacarosa (%) y sólidos insolubles (%) de las mieles estudiadas.**

Mieles	Azúcar reductor	Sacarosa	Sólidos insolubles
U1	74.368 b*	3.518	0.0158 a*
U2	77.700 b	2.750	0.0923 ab
U3	79.650 b	2.058	0.0175 ab
U4	78.375 b	2.999	0.0238 ab
U5	76.033 b	3.840	0.0613 ab
U6	75.975 b	4.513	0.0540 ab
M1	59.900 a	2.115	0.1988 b
M2	75.793 b	3.488	0.0188 ab

( \*)\*: Letras distintas en cada columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

#### 4.2.14. Composición de azúcares de la miel por cromatografía gaseosa

Actualmente en nuestro país, el contenido de azúcares reductores de las muestras de mieles comerciales se compara con los requisitos de la Norma Chilena, pero no provee mucha información acerca de la calidad de la miel. Por otro lado, los azúcares de las mieles son analizados para obtener información sobre diferentes aspectos de la calidad de la miel. Por ello, la proporción fructosa/glucosa y las concentraciones de sacarosa son buenos criterios para diferenciar mieles monoflorales. Asimismo, el contenido de diferentes azúcares superiores, como la melecitosa y la maltotriosa, esta última es excelente indicador sobre el origen de la miel de mielada. El espectro específico de los azúcares de la miel es a su vez una poderosa herramienta para evaluar la autenticidad de la muestra y la posible adulteración con azúcares (BOGDANOV *et al.*, 1999).

En la determinación de azúcares por cromatografía gaseosa en este estudio, se logró identificar sólo los azúcares fructosa y glucosa. Según BIANCHI (1990), las principales características físicas y el comportamiento químico de la miel se deben particularmente a estos dos azúcares.

CORNEJO (1993), agrega, que la concentración de los principales azúcares

## Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)

reducidos de la miel, es decir, la sumatoria de glucosa y fructosa, varían de acuerdo al origen botánico y afectan la granulación, higroscopicidad y dulzura.

Según el borrador propuesto por el *Codex Alimentarius*, se propone como parámetro de calidad que la suma del contenido de glucosa y fructosa (G+F), sea no menor a 60% para mieles florales y no menor a 45% para mieles de mielada y sus mezclas con mieles de flores (Cuadro 6). Por lo tanto, según esto, las mieles estudiadas corresponderían todas a mieles de origen floral.

En el análisis de varianza para estos resultados (Cuadro 19) tanto para el contenido de glucosa como el de fructosa y la suma de ambos, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mieles ( $P>0,05$ ).

Con los resultados de este estudio, con respecto a las proporciones de fructosa y glucosa contenidas en las mieles, se obtuvieron índices de cristalización, ya que la tendencia de estas a la granulación depende directamente de ciertos parámetros de sensibilidad. De modo específico, la miel suele cristalizar, rápidamente, cuando contiene más de 28-30% de glucosa (G), cuando la relación glucosa /agua (G/H) es de 2,1 e incluso más, cuando la relación fructosa/glucosa (F/G) es menor a 1,14 (Kodounis, 1962, citado por MANIKIS y THRASIVOULOU, 2001), cuando la relación glucosa – agua/ fructosa (G-H/F) tiene un valor alto (Jackson y Silsbee, 1924 citado por MANIKIS y THRASIVOULOU, 2001), y el contenido de melesitosa es superior al 10% (Bogdanov, 1993 citado por MANIKIS y THRASIVOULOU, 2001).

JEAN-PROST (1995), señala que, la cristalización se produce tanto más rápidamente cuanto más elevada es la relación glucosa/ agua. Generalmente esta relación oscila entre 1,6 y 2.

MOLINA (1990), señala, que razones fructosa/glucosa de 1 a 1,2 producen una rápida cristalización. A mayor razón, la cristalización se retarda.

Los datos relativos a las mieles internacionales corresponden a la opinión general de que cuanto más alto sea el contenido en glucosa tanto mayor será la tendencia a la cristalización. Todos los tipos de miel con un contenido de glucosa inferior al 30% granulan lentamente o no granulan. Con excepción de la miel de *Brassica campestris* L. (raps). Esta última, pese a su bajo contenido en glucosa, (26,4%) evidencia una granulación extraordinariamente rápida (MANIKIS y THRASIVOULOU, 2001).

**CUADRO 19. Valores promedio y pruebas de medias para el contenido de glucosa, fructosa e índices de cristalización para las mieles estudiadas.**

Mieles	G	F	G/H	G-H/F	F/G	F+G
U1	29.255	43.205	1.527a*	0.248	1.537	72.460
U2	32.578	39.000	1.957 ab	0.411	1.195	71.578
U3	33.667	40.296	2.306 b	0.460	1.214	73.963
U4	30.971	47.606	1.693 ab	0.267	1.555	78.577
U5	28.971	48.512	1.610 a	0.226	1.675	77.483
U6	30.127	45.249	1.683 ab	0.272	1.510	75.375
M1	29.385	39.841	1.514 a	0.232	1.388	69.225
M2	28.480	41.219	1.850 ab	0.318	1.448	69.698

( )\*: Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas al 5% TUKEY, entre mieles.

G: glucosa; F: fructosa; H: Agua.

Según Crane *et al.* (1984), citado por MANIKIS y THRASIVOULOU (2001), la cristalización se considera: rápida, si termina en un mes; mediana, si demora de 1 a 12 meses; lenta, si termina en un tiempo mayor a un año, escasa, si tarda más de 4 años.

Según esto todas las mieles estudiadas tienen, por su contenido de glucosa, que varía entre 28,48 y 33,67 %, tendencia a granular rápidamente. Y por la relación glucosa/agua (G/H), la miel U3 tiende a cristalizar rápidamente con un valor para este índice de 2,306.

La relación fructosa/glucosa de las mieles estudiadas no indican rápida cristalización, excepto las mieles U2 y U3 que son las que presentan los menores valores para esta relación (1,2 y 1,21 respectivamente).

Como ya se mencionó, la composición en azúcares es útil para valorar el grado de pureza de la miel. Sin embargo, varios autores han encontrado una correlación entre la composición en azúcares y el origen botánico de la miel; pero la gran variedad de los métodos analíticos empleados hace difícil la comparación directa de los resultados (SALAMANCA, 1999).

### 4.3. Grados de afinidad de las mieles estudiadas

Conforme a la metodología de análisis discriminante tipo Cluster, se clasificaron cinco grupos diferentes en virtud a las características físicas y químicas. Los miembros de cada grupo, de acuerdo con los valores de las variables, se asemejan entre sí en el mayor grado. El Cuadro 20 muestra el número de mieles en cada grupo, el Cuadro 21 muestra el número de Cluster correspondiente a cada muestra de miel. En la Figura 12 se observa el dendograma en donde se aprecian estos grupos gráficamente. En este análisis se consideró cada muestra y su repetición, es decir a un total de 16 muestras de miel.

**CUADRO 20. Número de miembros (mieles) y porcentaje del total de muestras para cada cluster (grupo).**

N° Cluster	Miembros	Porcentaje
1	3	18,75
2	4	25,00
3	2	12,50
4	5	31,25
5	2	12,25

Se puede observar en la Figura 12 que el grupo (Cluster) 1 lo componen tres muestras, las cuales tienen grandes semejanzas entre sí en relación a sus características físicas y químicas. El grupo 2 lo componen cuatro muestras. El grupo 3 está formado sólo

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

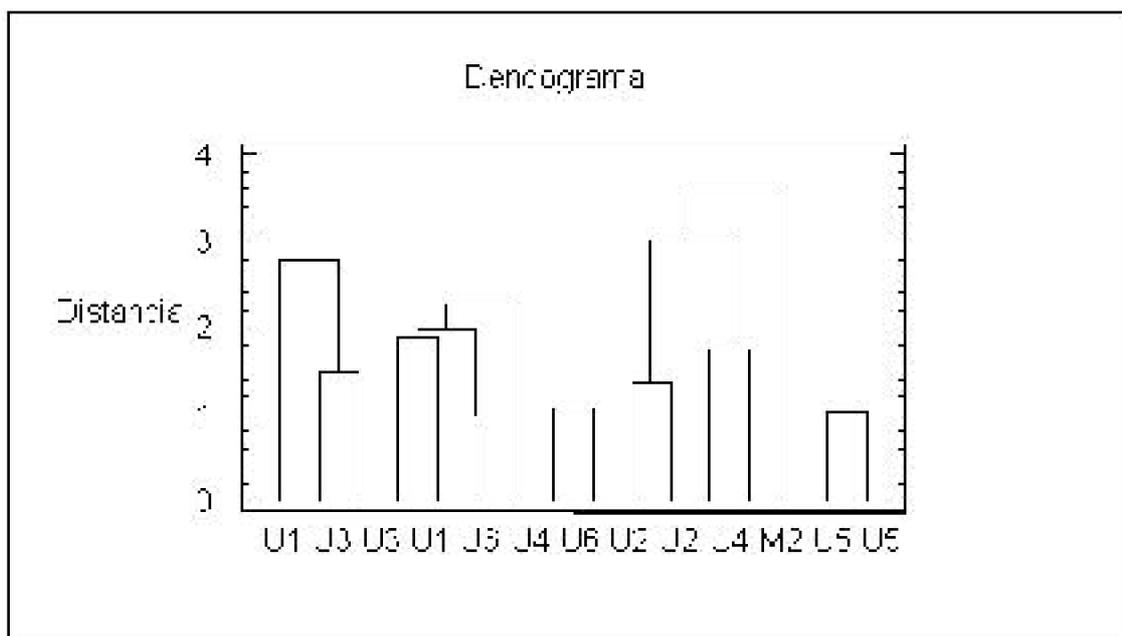
---

por una miel y su repetición. Es importante notar que estos grupos se componen de muestras de mieles etiquetadas como “miel de ulmo” y clasificadas como tales según el análisis polínico, en el grupo 1: U1, y U3 con su repetición; en el grupo 2: U1, U4 y U6 con su repetición, y en el grupo 3: U2 y su repetición.

**CUADRO 21. Número de Cluster al cual pertenece cada una de las muestras de miel y su repetición.**

Miel	Repetición	N° de Cluster
U1	1	1
U1	2	2
U2	1	3
U2	2	3
U3	1	1
U3	2	1
U4	1	2
U4	2	4
U5	1	4
U5	2	4
U6	1	2
U6	2	2
M1	1	5
M1	2	5
M2	1	4
M2	2	4

El grupo 4 esta formado por 5 muestras: ambas repeticiones de las mieles U5 y M2 y una muestra de la miel U4. Como se mencionó en el análisis polínico, la miel U5 resultó ser clasificada como miel monofloral de maqui (*Aristotelia chilensis*) y la miel M2 como miel multifloral. Así este grupo lo conforman mieles no clasificadas en el análisis polínico como “miel de Ulmo” a excepción de una repetición de la miel U4, cuya presencia en este grupo puede deberse a que es un envase con miel perteneciente a una cosecha diferente a la de la otra repetición de esta miel y puede tratarse de una miel que efectivamente no es de néctar de ulmo principalmente, lo que confirmaría lo que señala SALINAS *et al.* (1994), respecto a que la interpretación de los resultados obtenidos de los análisis del sedimento polínico es difícil ya que la miel está formada por néctares de varias especies y no hay proporcionalidad entre la cantidad de polen y de néctar.



**FIGURA 24. Dendrograma resultante de los análisis físicos y químicos en las muestras de mieles estudiadas.**

Ambas repeticiones de la miel M1 pertenecen al grupo 5, esta miel fue clasificada como “miel de ulmo” a pesar de no estar etiquetada como tal, lo que podría ocurrir ya que quizás fue identificada en su etiqueta sólo como “miel de abeja”, por el desconocimiento o desinterés del apicultor respecto del origen botánico de las mieles.

Como se mencionó anteriormente, las muestras de miel pertenecientes a un mismo grupo son muy semejantes entre sí y por otro lado, las muestras pertenecientes a grupos diferentes, tienen un comportamiento distinto, con respecto a las variables analizadas.

El análisis de cluster reunió a las mieles clasificadas como “miel de ulmo” en este estudio en cuatro grupos diferentes, lo que demuestra que no todas estas mieles tienen características físicas y químicas comunes. La miel clasificada como miel multifloral comparte características físicas y químicas con la miel clasificada como “miel de maqui” y con una repetición de la miel U4, clasificada como “miel de ulmo”.

**CUADRO 22. Coeficientes de Correlación (r) entre las variables analizadas.**

**Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1 Color	1.000	0.156	0.100	0.157	-0.157	-0.160	-0.173	0.029	-0.030	0.084	-0.259	0.093	-0.301	-0.015
2 Az. Reductores		1.000	0.064	-0.512*	0.512*	0.508*	0.266	-0.123	0.302	-0.469*	-0.228	0.160	0.029	-0.189
3 Sacarosa			1.000	0.047	-0.047	-0.052	0.031	0.052	-0.049	-0.103	-0.232	0.176	-0.053	0.002
4 Humedad				1.000	-1.000*	-1.000*	-0.185	0.173	-0.208	0.254	0.132	0.288	-0.174	0.097
5 Sólidos Totales					1.000	1.00*	0.185	-0.173	0.208	-0.254	-0.132	0.288	0.174	-0.097
6 Peso específico.						1.00	0.190	-0.168	0.199	-0.256	-0.139	0.293	0.181	-0.088
7 Diastasa							1.000	0.330	-0.401*	-0.236	-0.060	0.051	0.866*	0.583*
8 HMF								1.000	-0.614*	-0.055	-0.259	0.000	0.500*	0.607*
9 Ph									1.000	0.029	0.584	0.308	-0.707*	-0.949
10 Sólidos insol.										1.000	0.309	-0.122	-0.163	-0.020
11 Cond. elect.											1.000	0.354*	-0.248	-0.484
12 Cenizas												1.000	-0.162	-0.308
13 glucoxidasa													1.000	0.814*
14 Acido. formico														1.000
15 Acidez libre														
16 Acidez total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*: Existencia de correlación al 95% ( $\alpha = 0.05$ )

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones del estudio y según los resultados obtenidos se proponen las conclusiones siguientes:

Los resultados de los análisis melisopolinológicos dejan en manifiesto que las mieles aquí estudiadas poseen una riqueza polínica media y alta (clases III y IV de abundancia de polen).

Este análisis también permitió determinar que la mayoría de las mieles etiquetadas como miel de ulmo en este estudio, son efectivamente de ulmo, ya que el polen de esta especie se presenta como dominante a excepción de la miel U5. Por otro lado las mieles etiquetadas solo como miel de abejas presentaron abundante contenido de polen de ulmo, siendo una de ellas clasificada como miel de ulmo. Por lo tanto las mieles que se ofrecen en el comercio no siempre tienen una clasificación correcta respecto a su origen botánico.

Las mieles estudiadas presentan siempre una asociación de polen que refleja a la flora típica de la región de donde provienen (IX y X regiones), en relación a las asociaciones botánicas representadas en la diversidad polínica reconocida, con presencia de pólenes de *Eucryphia cordifolia* Cav. (ulmo), *Weinmannia trichosperma* Cav.(tineo), *Caldcluvia paniculada* Cav.(tiaca), *Aristotelia chilensis* Mol. (maqui) y *Cissus striata* R. et P. (voqui), en el 100% de las muestras y altos porcentajes de *Eucryphia cordifolia* Cav.

En relación a los parámetros físicos y químicos, las mieles estudiadas cumplen con

las normas impuestas por el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile (1997) y con las normas internacionales expuestas por el *Codex Alimentarius*, en relación a calidad de la miel, excepto para el contenido de humedad, determinado en las mieles U1, U4 y M1, cuyos valores fueron superiores a los límites establecidos por la legislación chilena.

Los valores de humedad (excepto para las mieles ya mencionadas) y acidez encontrados están dentro de los límites establecidos, lo que indica que es poco probable que se produzca un proceso de fermentación en las mieles estudiadas.

Los bajos contenidos de HMF, los valores de actividad diastásica y la presencia de glucoxidasa, indican la excelente calidad de las mieles analizadas, respecto a su grado de frescura, reciente cosecha y ausencia de tratamientos térmicos.

El análisis de cluster agrupo a la mayoría de las mieles clasificadas como “miel de ulmo” en tres grupos diferentes, cada uno con características físicas y químicas comunes entre sí, pero diferentes entre los distintos grupos. Cabe destacar que la miel clasificada como miel de maqui y la miel clasificada como miel multifloral formaron grupos diferentes.

---

## BIBLIOGRAFIA

- AGROBIT.COM. 2000. Flora apícola. < <http://www.agrobit.com> > (3. agos. 2000).
- AGUILAR, M. 2001. Evaluación de parámetros de calidad en miel de abeja, en relación a condiciones de almacenaje. Tesis Lic. Ing. En Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 141 p.
- ANDRADA, A., VALLE, A., ARAMAYO, E., LAMBERTO, S. y CANTAMUTTO, M. 1998. Análisis polínico de las mieles de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg. 13 (3): 265 – 275.
- APICULTURA.CL. 2000. Miel. < <http://www.apicultura.cl/04productos/productos.html> > (3. agos. 2000).
- APIEXPA. 2000. Exportadora de productos apícolas. < <http://www.cepri.cl/apiexpa>>. (22. jul. 2000).
- ARANCIBIA, J.; BASTIAS, A. y MARTINEZ, E. 2002. Relación bosque plantas medicinales. Seminario de título Técnicos Universitarios Forestales Universidad Católica de Temuco. < <http://orbita.starmedia.com/~plantamed/index.html> >. (8. nov. 2002).
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1984. Official methods of analysis. Arlington, USA. 2209 p.
- AVALLONE, C.; MONTENEGRO, S. y CHIFA, C. 1999. Control de calidad de las mieles de la Provincia del Chaco, Argentina y mapa apícola. Universidad Nacional

- del Nordeste, Facultad de Agroindustrias. Chaco, Argentina.  
<<http://www.unne.edu.ar/cyt/exactas/e-023.pdf>> (16. oct. 2000).
- BASILIO, A. y ROMERO, E. 1996. Contenido polínico de las mieles de la Región del Delta del Paraná, Argentina. *Darwiniana* 34(1-4):113-120.
- BIANCHI, E. 1990. Control de calidad de la miel y cera. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. 68/3. 69 p.
- BOETTCHER., J. 1998. Análisis físico, químico y botánico de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de la zona de Chiloe. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 147p.
- BOGDANOV, S.; MARTIN, P. y LÜLLMANN, C. 1997. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*, extra issue: 1 – 59.
- BOGDANOV, S.; LÜLLMANN, C. y MARTIN, P. 1999. Honey quality and international regulatory standard. Review by the International Honey Commission. *Bee World* 80(2): 61 – 69.
- CASA DE LA MIEL. 2000. La Miel. < <http://www.casadelamiel.com/miel/iniciosec.html> > (16. oct. 2000).
- CHIFA, C.; MONTENEGRO, S.; AVALLONE, C. y PIRE, S. 2000. Calidad polínica de las mieles producidas en el Departamento Güemes de la Provincia del Chaco (Argentina). *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*, Universidad Nacional del Nordeste. <[http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/6\\_biologicas/b\\_pdf/b\\_010.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/6_biologicas/b_pdf/b_010.pdf)> (22. jun. 2000).
- CHILE, SERVICIO NACIONAL DE SALUD (SNS). 1997 Reglamento Sanitario de los Alimentos. Diario oficial (Chile), 15 de mayo de 1997: 15 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN). 1968. Norma chilena. Miel de abejas. Extracción de muestras y métodos de ensayo. Nch 617 E Of. 68. Santiago, Chile.
- CONSEJO DE LA UNION EUROPEA. 2002. Directiva 2001/110/Ce del Consejo de 20 de diciembre de 2001 relativa a la miel. Diario Oficial de las Comunidades Europeas - serie L, 12.1.2002. <<http://www.cde.ua.es/dsi/ene02mi.htm>> (18. agos. 2002).
- CORNEJO, L. 1988a. Tecnología de miel. In: Seemann, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. pp. 145 – 162.
- CORNEJO, L. 1988b. Miel de Abejas: Algunas consideraciones sobre su composición y cualidades. In: Seemann, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. pp. 163 – 171.
- CORNEJO, L. 1993. Apicultura práctica en América Latina. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Roma, Italia. 167 pp.
- CRANE, E. 1990. Bees and Beekeeping: Practice and world resources. New York, U.S.A. Cornell University Press. 614 p.
- CRANE, E. 1976. Honey: a Comprehensive Survey. London, England. Heinemann. 688 p.
- DANERS, G. y TELLERIA, M. 1998. Native vs introduced bee flora: a palynological

- survey of honeys from Uruguay. *Journal of Apicultural Research*, 37(4): 221-229.
- DEMIANOWICZ, Z. y WARAKOMSKA, Z. 1976. Influencia de la población de la colmena en el espectro polínico de la miel de colza. In: La flora melífera base de la apicultura. Simposio Internacional de Flora melífera. Budapest, Hungría. Apimondia. pp. 201 – 206.
- DIARIO LA REPUBLICA. 2001. Economía. 26 de Julio. Pag. 12. <> (29. jul. 2001).
- EL BOSQUE CHILENO. 2002. < <http://www.elbosquechileno.cl/biohum.html> > (7. nov. 2002).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS / WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO ). 1992. Codex Alimentarius, texto abreviado. Roma, Italia. 459 p.
- FORÈS, R. 1997. Atlas de las plantas medicinales y curativas; la salud a través de las plantas. Madrid. España. Edita Cultural S.A. 111 p.
- GOMEZ, A. 1995. El Color de la miel. *Vida apícola*, 73: 20 – 26.
- GOMEZ, J., GARCIA, R., ELVIRA, S. y GONZALEZ, A. 1999. Optimization of the capillary gas chromatographic analysis of mono- and oligosaccharides in honeys. *Chromatographia*. 50 (7/8): 461-469.
- HART, L. y FISHER, H. 1984. Análisis moderno de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia. 619 p.
- HEUSSER, C., 1971. Pollen and spores of Chile. Tucson, U.S.A. University of Arizona Press. 167 p.
- HODGES, D. 1984, The pollen loads of the honeybee. London, England. International Bee Research Association. 120 p.
- HOFFMANN, A. 1978. Flora silvestre de Chile: Zona central. 3ª ed. Santiago, Chile. Fundación Claudio Gay. 253 p.
- HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre de Chile: Zona austral. Santiago, Chile. Lord Cochrane. 258 p.
- HOFFMANN, A.; FARGA, C.; LASTRA, J. y VEGHAZI, E. 1992. Plantas medicinales de uso común en Chile. Santiago, Chile. Fundación Claudio Gay. 267 p.
- HOWES, F. 1953. Plantas melíferas. Barcelona, España. Reverté. 326 p.
- IRURUETA, M. y SANCHEZ, J. 2001. **Contenido polínico de algunas mieles Argentinas**. Dpto. Botánica Facultad de Biología Universidad de Salamanca, España. <<http://www.api-cultura.com.ar/contenpol.htm>> (3. agos. 2001).
- JATO, M.; SALA-LLINARES, A.; IGLESIAS, I. y SUAREZ-CERVERA, M. 1991. Pollens of honeys from north-western Spain. *Journal of Apicultural Research*, 30(2): 69-73.
- JEAN - PROST, P. 1995. Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. 3º ed. Madrid, Barcelona, México. MundiPrensa. 741 p.
- JOHNSON, R. 1993. Estadística elemental. México. Iberoamérica. 592 p.
- KEARNS, C e INOUE, D.. 1993. Techniques for pollination biologist. U.S.A. University Press of Colorado. 583 p.
- LESSER, R. 2001. Manual de apicultura moderna. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 213 p.

- LITTLE, T. 1975. Statistical Methods in agricultural research. California, U.S.A. T.M. Little and F.J. Hills. 237 p.
- LOUVEAUX, J.; MAURIZIO, A. y VORWHOL, G. 1978. Methods of melisopalinology by International Commission for Bee Botany of IUBS. Bee World, 59 (4): 139-157.
- MANIKIS, I. y THRASIVOULOU, A. 2001. La relación entre las características físico-químicas de la miel y los parámetros de sensibilidad a la cristalización. *Apiacta* 36 (2), 106 – 112.
- MARTICORENA, C. y QUEZADA, M. 1985. Taxonomía botánica. *Gayana Botánica*, 6(42): 1 – 2.
- MARTINEZ, E. y RAMIREZ, E. 1998. La importancia comercial del origen botánico de las mieles por medio de su contenido de granos de polen (melisopalinología). *Apitec* N# 10. <<http://www.delphos.es/beeepress/revistas.htm>> (17. oct. 2001).
- MASCO, M.; OLIVA, G.; KOFALT, R.; HUMANO, G. 1998. Flores nativas de la Patagonia Austral. Convenio INTA/Consejo Agrario Provincial/Universidad Nacional de la Patagonia Austral. <<http://www.scruz.gov.ar/sian/flora/notro.htm>> (7. nov. 2002).
- MIELES.COM. 2001. Aspecto, propiedades físicas y composición química de la miel. <<http://www.mieles.com/aspecto.html>> (3. abr. 2001).
- MOLAN, P. 1998. The limitations of the methods of identifying the floral source of honeys, *IBRA, Bee World*, 79 (2): 59 - 68.
- MOLINA, L. 1988. Análisis de calidad de miel. *In*: Seeman, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. pp. 124 –144.
- MOLINA, L. 1990. Control de calidad de la miel de exportación. II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. pp. 41-52 .
- MONTALDO, P. 1988. Flora apícola, El caso de Valdivia. *In*: Seeman, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la Producción Apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. pp. 106 – 123.
- MONTENEGRO, G. 1990. Implementación de una red fenológica de especies melíferas. *In*: II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola, Actas. Universidad de La Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Temuco, Chile. pp. 149 – 163.
- MONTENEGRO, G. 1992. El Grano de polen como herramienta para diagnosticar especies vegetales melíferas. *In*: III Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola, Resúmenes. Universidad del Bio Bio. Facultad de Recursos Naturales. Chillan, Chile. pp. 88 – 115.
- MONTENEGRO, G. 2000. Chile, Nuestra flora útil, guía de uso apícola, medicinal folclórica, artesanal y ornamental. Universidad Católica de Chile. Santiago. Chile. 267 p.
- MONTENEGRO, S.; BIANCHI, E. y AVALLONE, C. 2000. Caracterización de mieles del parque chaqueño: determinación de hidroximetilfurfural, plomo y antibióticos. <[http://www.beekeeping.com/index\\_sp.htm](http://www.beekeeping.com/index_sp.htm)> (17. oct. 2001).

- NEIRA, M. 1988. Situación apícola nacional. In: Seemann, P. y Neira, M. (eds). Tecnología de la producción apícola. Universidad Austral de Chile, Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Valdivia, Chile. pp. 124 – 144.
- PERSANO, L. 2000. La miel de abejas: Valorización y criterios internacionales de calidad. Simposio "Control de calidad 2000". VII Congreso Nacional de Ciencias Farmacéuticas. 3 Abril 2000. Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. <[http://www.beekeeping.com/articulos/calidad\\_2000.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/calidad_2000.htm)>. (5. sept. 2000).
- PICCIRILLO, G.; ROGRIGUEZ, B. y OJEDA, G. 1998. Estudio de algunos parámetros físicoquímicos en mieles cosechadas durante la época seca de ocho zonas apícolas del Estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15: 486-497. <[http://redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v15\\_5/v155z010.html](http://redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v15_5/v155z010.html)>. (22. jul. 2000).
- PIRO, R. 2000. Normas (Italia, Unión Europea, Codex Alimentarius). In: Curso "Calidad de la colmena para la apiterapia", VII Congreso Nacional de Ciencias Farmacéuticas. Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. <[http://www.beekeeping.com/articulos/calidad\\_colmena.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/calidad_colmena.htm)> (22. jul. 2002).
- PRUDKIN, A. 2002. Melisopalinología: El estudio del polen en las mieles. <<http://www.cicytpp.org.ar/publicaciones/Melisopalinologia.html>>. (22. jul. 2002).
- RAMIREZ, M.; GONZALEZ, S. y SAURI, E. 2000. Efecto del tratamiento térmico temporal de la miel sobre la variación de su calidad durante el almacenamiento. *Apiacta* 35 (4), 162 – 170.
- RIOS, D. E IBARRA, P. 1990. Flora Apícola y Polinización. In: II Encuentro Nacional de Ciencia y Tecnología Apícola, Actas. Universidad de La Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Temuco, Chile. pp. 8 – 17.
- SALAMANCA, G. 1999. El sistema de puntos críticos en la actividad apícola extracción y beneficio de la miel. < [http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/sistema\\_puntos\\_criticos.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/sistema_puntos_criticos.htm) > (2. nov. 1999).
- SALAMANCA, G.; SERRA, J. A. y QUIJANO, M. 1999. Análisis cluster y niveles de fósforo total en algunas mieles tropicales colombianas. <<http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/fosforo.htm>> ( 2. nov. 1999).
- SALAMANCA, G.; ALVAREZ, L. y SERRA, J. A. 1999 b. Naturaleza del color de algunas mieles tropicales de *Apis mellifera* en el Departamento de Boyacá. < [http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/color\\_mieles\\_boyaca.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/color_mieles_boyaca.htm) > (2. nov. 1999)
- SALAMANCA, G.; PEREZ, F. y SERRA, B. 2001. Determinación de la actividad de agua en mieles colombianas de las zonas de Boyacá y Tolima. < [http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/actividad\\_agua.htm](http://www.beekeeping.com/articulos/salamanca/actividad_agua.htm) > (22. jul. 2001).
- SALAMANCA, G. y SERRA, B. 2002. Estudio analítico comparativo de las propiedades físicoquímicas de mieles de *Apis mellifera* en algunas zonas apícolas de los Departamentos de Boyacá y Tolima. <[http://www.apicultura.com/articulos/salamanca/estudio\\_comparativo.htm](http://www.apicultura.com/articulos/salamanca/estudio_comparativo.htm)> (7. agos. 2002).
- SALINAS, F.; MONTERO, V.; LOZANO, M. y SANCHEZ, J. 1994. Análisis discriminante Aplicado a Parámetros Físico – químicos de Miel Extremeña. Investigación Agraria: Prod. Prot. Veg. 9(2): 221-229.

- SANZ, S.; PEREZ, C.; HERRERA, A.; JUAN, T. y SANZ, M. 1998 La Rioja, Caracterización de mieles monoflorales. *Vida Apícola* N° 91 Septiembre – Octubre. 37–45.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS DE ARGENTINA. (SAGPYA). 2000. Boletín Apícola N° 16, Abril 2000. <[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/alimentos/apicola/01\\_info/b\\_boletin/016/Bol\\_Api\\_16.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/alimentos/apicola/01_info/b_boletin/016/Bol_Api_16.htm)> (8. dic. 2000).
- SEIJO, M.; JATO, M.; AIRA, M. e IGLESIAS, I. 1997. Unifloral honeys of Galicia (north-west Spain). *Journal of Apicultural Research*, 36(3/4): 133-139.
- SOCORRO, O. y ESPINAR, M., 1998. Estudio del polen con interés en apicultura. Granada, España. *Camares*. 302 p.
- SUBOVSKY, M.; SOSA, A.; CASTILLO, A. y CANO, N. 2002. Evaluación del contenido de hidroximetilfurfural en mieles del NE de Argentina. Facultad de Cs. Agrarias - UNNE. <[www.unne.edu.ar/cyt/2002/05-Agrarias/A-031.pdf](http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/05-Agrarias/A-031.pdf)> (7. agos. 2002).
- TEILLIER, S. 2002. Curso de botánica sistemática. <<http://www.geocities.com/calahualacl/guia8/ros2.htm>>. (11. nov. 2002).
- TELLERIA, M. 1992. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia Fitogeográfica Pampeana (Republica Argentina) I: Distrito Oriental. *Darwiniana*, 31(1-4): 345 – 350.
- TELLERIA, M. 2001. El polen de las mieles, un indicador de su procedencia botánica y geográfica. *Ciencia Hoy, Revista de divulgación científica y tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy*. Vol. 11- N° 62 - Abril/ Mayo. <<http://www.cienciahoy.org/hoy62/polen.htm>> (13. jul. 2001).
- VALLE, A.; ANDRADA, A.; ARAMAYO, E.; GALLEZ, L. y LAMBERTO, S. 2001. Mieles de la Región Periserrana del Sistema de Ventania, Argentina. *Investigación Agraria: Serie Producción y Protección Vegetales*. Volumen 16 -3: 343-352.
- VILLAGRAN, C. 1980. Vegetationsgeschich tliche und pflanzensoziologische Untersuchungen in Vicente Perez Rosales National Park. Chile. ed. J. Cramer. 165 p.
- VIT, P. 2000. Un centro de referencia nacional para calidad apícola en el munapih. laboratorio apiterapia y vigilancia ambiental, Dpto. Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. <[http://www.beekeeping.com/index\\_sp.htm](http://www.beekeeping.com/index_sp.htm)> (3. jul. 2000).
- VIT, P. y RICCIARDELLI D' ALBORE, G. 1994. Melissopalynology for stingless bees (Apidae: Meliponinae) from Venezuela. *Journal of Apicultural Research*, 33(3): 145-154.
- WHITE, J. 1975a. Composition of Honey. *In: Honey, a comprehensive survey*. Crane E. (ed). London, England. pp. 157 – 206.
- WHITE, J. 1975b. Honey. *In: The hive and honey bee*. Dadant and Sons (eds). Illinois, U.S.A.. pp. 491 – 530.
- WHITE, J. 1980. Hidroxymetilfurfural content of honey an indicator of its adulteration whit invert sugars. *Bee World* 61(1):29-37.
- WULF, M. 1998. Aspectos sobre la dinámica de la producción de néctar en el ulmo

(*Eucryphia cordifolia* Cav.). Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 94 p.



# ANEXOS

## ANEXO 1. Tratamiento y análisis botánico de las muestras

Se disuelven 10g de miel en 20 mL de agua destilada, luego se centrifuga a 2500 r.p.m. por 15 minutos. Se elimina el sobrenadante y se agrega 1 a 2 mL de ácido acético glacial. Se centrifuga y se elimina el sobrenadante, se añade a continuación 4 mL de la mezcla acetolítica, compuesta por anhídrido acético y ácido sulfúrico en la proporción 9/1. Se agita la mezcla con una varilla y se calienta al baño María durante 15 minutos en ebullición. Se centrifugan los tubos durante 15 minutos a 2400 r.p.m. y se decantan. Se lavan dos o tres veces con agua destilada, seguido en cada paso de centrifugación y decantación.

Para el recuento de los granos de polen se utilizó un hemacitómetro en el cual se pusieron alícuotas de 0,01 mL con una pipeta Pasteur. El cálculo del número total de granos, se obtuvo contando todos los granos de polen existentes en el total de retículos del hemacitómetro, y aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ granos} = (P * \text{Vol}) / 0,99$$

Donde,

P = promedio del número total de granos de polen contabilizados en las repeticiones;

Vol = volumen llevado a microlitros;

0.99 = constante correspondiente al área de recuento del hemacitómetro.

## **ANEXO 2. Condiciones usadas en la cromatografía de gases**

Columna SE-30 80/100 mesh, de acero de 6 pulgadas de largo y de 1/8 pulgada diámetro, N° catalogo 1-2177 de Supelco. Las condiciones de análisis son: T° inyector de 250°C, por tiempo de 2 minutos, con una velocidad de 6°C/min hasta llegar a 230°C permaneciendo a esta temperatura por 15 minutos. La temperatura del detector es de 300°C y el detector es de ionización de llama (FID), el cual se encuentra con 30 psi de aire comprimido y de 20 psi de hidrógeno. Se inyectaron al GLC entre 0.3 a 1 µl.

## **ANEXO 3. Descripción de las especies cuyos pólenes se encontraron en las muestras estudiadas.**

*Amomyrtus luma* (Mol.) Legr. Et Kausel. Familia Mirtáceas. (luma, palo madroño, reloncaví, cauchao). Abunda entre el Maule y Magallanes. Crece en sitios húmedos y sombríos y es una especie típica del “bosque valdiviano”. Se asocia generalmente con el meli (*Amomyrtus Meli*). Es un árbol que puede alcanzar 20 m de altura. De crecimiento extremadamente lento. Flores hermafroditas, reunidas en racimos axilares de 2 a 6 unidades, muy aromáticas. Florece en los meses primaverales (HOFFMANN, 1982).

*Amomyrtus meli* (Phil.) Legr. Et Kausel. Familia Mirtáceas. (meli). Se encuentra entre Valdivia y Chiloé. Crece en sitios húmedos y sombríos junto a la Luma, es una especie típica del “bosque valdiviano” crece en sitios húmedos y sombríos, junto a la luma. Es un árbol que puede alcanzar 20 m de altura y 50 a 60 cm de diámetro. Flores hermafroditas, actinimorfos, reunidas en racimos más o menos 6 unidades, muy aromáticas. Florece durante la primavera (HOFFMANN, 1982).

*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Familia Elaeocarpaceae (maqui). Esta planta crece en terrenos húmedos, con distribución entre Illapel y Chiloé, en ambas cordilleras y en el valle central, así como en el Archipiélago de Juan Fernández. El maqui es un árbol dioico, pequeño, alcanza de 4 a 5 m de altura, siempreverde, de tronco dividido, ramas abundantes, delgadas y flexibles, de corteza lisa que se desprende en largas tiras fibrosas. Es una especie en la cual sus flores están dispuestas en inflorescencias amarillas. Las flores femeninas tienen un ovario grueso, verdoso, que sostiene un estigma dividido en tres partes Su floración es entre la primavera y comienzos del verano (HOFFMANN *et al.*, 1992). Se desarrolla como especie secundaria, preferentemente en

suelos húmedos, quebradas, faldas de los cerros o márgenes de los bosques. La polinización del maqui es realizada por insectos (HOFFMANN, 1982). La abeja colecta polen y néctar de las flores el que esta disponible desde septiembre a noviembre.

*Cissus striata* R. et P. Familia Vitaceae. (voqui colorado). Planta trepadora, leñosa, nativa, liana que crece enredada en árboles y arbustos de las quebradas y bosques húmedos, entre Coquimbo y Chiloé. Especie no muy frecuente, siempreverde, de 3 a 5 m de altura, provisto de zarcillos. Florece de septiembre a noviembre, flores de 2 a 3 mm de diametro, agrupadas en panoja (HOFFMANN, 1982).

*Embothrium coccineum* J. R. Et G. Forster. Familia Proteaceae. (Notro, ciruelillo). Este arbol puede alcanzar hasta 12 m de altura. Crece desde la VII hasta la XII region (MONTENEGRO, 2000). Hojas simples. Flores rojas, anaranjadas o amarillas (TEILLIER, 2002). pedunculadas en corimbos compactos, son hermafroditas y tienen cuatro estambres cortos y un pistilo largo (EL BOSQUE CHILENO, 2002).. Distribuida especialmente en el bosque Valdiviano (Chile) y en la parte norte del bosque patagónico, pero avanza hacia el sur hasta Tierra del Fuego (Bahía Lapataia) (MASCO *et al.*, 1998). Presentan dos períodos de floración: en primavera, a partir de octubre y a fines del verano, en marzo.

*Escalonia* sp. Este género pertenece a la familia de las Saxifragáceas. Las escalonias forman un grupo de numerosos arbustos indígenas de América del sur. La mayoría están siempre verdes y varios proceden de Chile y Perú, son buenas plantas apícolas (HOWES, 1953) por la gran cantidad de néctar que producen. Florece a fines de primavera y comienzos de verano siendo muy visitada por Abejas y otros insectos (MONTENEGRO, 2000).

*Eucryphia cordifolia* Cav. pertenece a la familia Eucryphiaceae (ulmo) es una especie considerada como importante fuente de miel a nivel mundial con una distribución geográfica en Sud América (Chile) (CRANE, 1990). Es un árbol siempreverde de crecimiento medio, que habita en bosque frío y húmedo en las provincias de Arauco (37° Lat. Sur) a Chiloé (44° Lat. Sur) especialmente en la cordillera de la costa, hasta los 700 m de altitud (Donoso, 1989, citado por WULF, 1998). Tienen flores hermafroditas, solitarias, blancas, ricas en nectar; tienen de 4 a 5 cm de diametro y nacen de las axilas de las hojas. Se desarrolla bien en algunos suelos arcillosos y con buen drenaje. Puede alcanzar los 40 m de altura y 2 metro de diámetro en la base del tronco (Hoffmann, 1995, citado por WULF, 1998). Es una especie entomófila, es decir su polinización es realizada por insectos, principalmente abejas (Hoffmann, 1995, citado por WULF, 1998). Este árbol florece entre mediados de enero y mediados de marzo, sobre las ramillas del año (MONTALDO, 1988). No forma bosques puros; frecuentemente se lo encuentra asociado con roble, tepa, tineo o coigüe (EL BOSQUECHILENO, 2002). Cuando los ulmos florecen durante el verano (enero-febrero) dan la impresión de estar cubiertos de nieve. La miel del ulmo, de gran calidad, es producto del excelente néctar de esta especie, que ha desarrollado en forma intensa la apicultura de la zona (EL BOSQUECHILENO, 2002).

*Gevuina avellana* Mol., familia Proteaceae (avellano, guevoín, nefuén, gevuin). Arbol siempreverde, con hojas compuestas; se encuentra desde la VII a la X Región. Frecuente en los bosques de roble y laurel. Fruto: una nuez comestible. Se puede usar en el sur como planta ornamental. Planta melífera (TEILLIER, 2002).

*Luma apiculata* (DC.), Burret. Familia Mirtáceas (arrayan rojo, arrayan, palo colorado, temu). Se desarrolla entre Colchagua y Chiloé, hasta 700 m.s.n.m. Crece preferentemente en terrenos muy húmedos, en las riberas de ríos y lagos. Se presenta como arbusto o como árbol, de crecimiento lento, siempreverde, corteza de color rojo ladrillo. Flores hermafroditas, axilares, reunidas en grupos de 3 a 5 Corola con cuatro pétalos grandes. Los estambres son blancos y numerosos y rodean al pistilo, que es largo, sencillo y de color rojizo (HOFFMANN, 1982). Floración primaveral (HOFFMANN *et al*, 1992). Es una especie que crece normalmente a orillas de lagos, ríos y otros cursos de agua, llegando a formar en ciertas circunstancias asociaciones más o menos puras donde se presentan bosquecillos de considerable espesura bordeando las aguas corrientes. Es un componente secundario de la Selva Valdiviana.

*Mitraria coccinea* Cav., Familia Gesneriáceas (Botellita, chilca, voquivoqui, vochivochi). Especie endémica de los bosques subantárticos. Crece en lugares húmedos y sombríos dentro de los bosques, tanto en la cordillera de los Andes hasta alrededor de los 700 m.s.n.m. como en la de la Costa, desde el río Maule a Magallanes, también en el Parque Nacional Fray Jorge en la IV región. Esta especie se comporta como arbusto típico o arbusto trepador. Florece de octubre a Febrero. Flores grandes, 4 a 5 cm de longitud, solitarias axilares (HOFFMANN, 1982). Según MONTENEGRO (2000), esta especie no tiene uso apícola.

*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst., familia Fagaceae (roble). Arbol nativo monoico alcanza una altura de hasta 40 m. Se distribuye desde la VI a la X región en ambas cordilleras y en el valle central. La disponibilidad de las flores ocurre desde diciembre a enero (MONTENEGRO, 2000).

*Taraxacum officinale* L. Weber, familia Compositae (diente de león). La corta raíz primaria, carnosa, produce una roseta basal de hojas. Estas son de un verde claro con bordes irregularmente dentados. La forma de las hojas varía con el sitio y el clima. Los tallos no son foliares, alcanzan una altura de 20 a 25 cm y sostienen el grueso cáliz de numerosos sépalos verdes en los que descansan las numerosas florecillas amarillas (FORES, 1997), inflorescencia en aquenios que se alzan sobre un pedúnculo largo acrescente (SALAMANCA *et al*, 2000). Se mantienen abiertas cuando brilla el sol y se cierran de noche o en tiempo lluvioso (FORES, 1997).

*Tristerix tetrandus* (R et P) Mart., familia Loranthaceae, (quintral del álamo), especie nativa. Se distribuye desde la III hasta X región (MONTENEGRO, 2000). Se encuentra sobre árboles y arbustos tales como el maqui (*Aristotelia chilensis*) o el álamo (*Populus* spp.) (TEILLIER, 2002). Este es un arbusto hemiparásito, siempreverde, glabro, ramificado, de 1 a 2 m. de largo. Sus hojas son aovadas, enteras, peladas, pecioladas. Sus flores son similares a las del notro (*Embothrium coccineum*), rojas, situadas en inflorescencias racimosas de 10 a 20 unidades cada una, de 3 a 3,5 cm., de longitud. Perigonio de 4 ó 5 tépalos; 4 estambres; estigma capitado. Florece desde enero a mayo (HOFFMANN, 1982). De esta especie la abeja colecta el néctar de las flores, cuya disponibilidad ocurre desde el verano hasta fines de invierno (MONTENEGRO, 2000).

*Weinmannia trichosperma* Cav. Familia Cunoniáceas, (tineo, tenío, Palo santo, teníu, maden). Se encuentra en las cordilleras, desde Maule a la península de Taitao. Especie

---

del “bosque valdiviano”, típica de suelos húmedos y pantanosos. En el extremo norte de su zona de distribución sólo se desarrolla cerca de los cursos de agua. Arbol de crecimiento muy lento, que puede alcanzar 25 a 30 m de altura; tronco recto y cilíndrico de 1 m de diámetro; especie perenne, con follaje tenue y hermoso aspecto. Flores hermafroditas, pequeñas, blancas cuando recién abiertas y rosadas posteriormente; están reunidas en racimos cilíndricos densos. Florece en el mes de noviembre. Las flores de este árbol son muy melíferas y generan un producto de excelente calidad (HOFFMANN, 1982).