



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**ANÁLISIS FLORÍSTICO Y MELISOPALINOLÓGICO DE UNA  
PRADERA ALTO-ANDINA DE FARELLONES, REGIÓN  
METROPOLITANA**

**VALERIE COUVE VARGAS**

**SANTIAGO - CHILE**

**2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**ANÁLISIS FLORÍSTICO Y MELISOPALINOLÓGICO DE UNA PRADERA ALTO-  
ANDINA DE FARELLONES, REGIÓN METROPOLITANA**

**FLORISTIC AND MELISOPALINOLOGICAL ANALYSIS OF A HIGH ANDEAN  
PRAIRIE OF FARELLONES, METROPOLITAN REGION**

**VALERIE COUVE VARGAS**

**SANTIAGO – CHILE**  
**2012**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

**ANÁLISIS FLORÍSTICO Y MELISOPALINOLÓGICO DE UNA PRADERA  
ALTO-ANDINA DE FARELLONES, REGIÓN METROPOLITANA**

**Memoria para optar al título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo  
Mención: Fitotecnia**

VALERIE COUVE VARGAS

**PROFESOR GUÍA**

Sr. Ricardo Pertuzé Concha  
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.

**CALIFICACIONES**

7,0

**PROFESORES EVALUADORES**

Sra. Loreto Prat del Río  
Ingeniero Agrónomo, Mg.

7,0

Sr. Thomas Fichet Lagos  
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,6

**COLABORADOR**

Sr. Rodrigo Alarcón D.  
Apicultor

**SANTIAGO - CHILE  
2012**

## AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar esta instancia para agradecer no sólo a los que estuvieron presentes durante este proyecto, si no también a todos los que fueron parte de mis años universitarios y, por ende, de mi vida en “El Gran Santiago”.

Parto agradeciendo a mis padres, Cecilia y Enrique, que desde un principio hasta el día de hoy, a pesar de la distancia, siempre confiaron en mí y me dieron ánimo para terminar este proceso. Gracias por el apoyo, los consejos y el amor infinito.

A mis hermanos, Vicente, David y Denise, quienes han sido mi motivación y premio para pasar cada semestre y poder volver a verlos.

A mis amigos de Antumapu por hacerme sentir en casa, por la alegre compañía y por hacer de estos años los mejores y más intensos de mi vida. Agradezco en especial a Daniela Alfaro, María José López, Carolina González, Ignacio Otaíza, Ismael Espinoza y Nicolás Gomara, por el cariño, la paciencia, la comprensión, las risas, los viajes y la fiel e incondicional amistad que construimos.

A Ignacio por su apoyo, contención, compañía y todo su cariño.

A mi profesor guía, Ricardo Pertuzé, por su buena disposición, seguimiento, supervisión, orientación y sobre todo por su comprensión y apoyo en el comienzo de este proceso.

A Rodrigo Alarcón por la presentación del proyecto y por acercarme al mundo de las abejas.

Por último, agradezco el interés mostrado por mi trabajo y la motivación recibida por parte de Rodrigo Pizarro, del Laboratorio de Anatomía Vegetal de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile, quién desde el primer momento no dudó en ayudarme y entregarme sus conocimientos.

A todos mil gracias!

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<i>Palabras claves</i>	1
<b>ABSTRACT</b>	<b>2</b>
<i>Key words</i>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<i>Hipótesis</i>	4
<i>Objetivo general</i>	4
<i>Objetivos específicos</i>	4
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b>	<b>5</b>
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
MATERIALES	5
MÉTODO	5
<i>Instalación de los apiarios</i>	5
<i>Delimitación de unidades de estudio</i>	5
VARIABLES EVALUADAS	6
<i>Análisis florístico</i>	6
Recolección de especies	6
Herborización y determinación de especies	7
Período de floración	7
<i>Análisis palinológico</i>	7
Preparación de muestras	7
Observación y registro microscópico del polen	8
Análisis y determinación de las preparaciones	8
<i>Análisis de la miel</i>	8
Obtención de la miel	8
Preparación de muestras para análisis melisopalinológico	9
Análisis melisopalinológico cualitativo	9
Análisis sensorial de la miel	10
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	11
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>12</b>
<i>Análisis florístico</i>	12
Especies recolectadas	12
Período floración	15
<i>Análisis palinológico</i>	17

<i>Análisis de la miel</i>	17
Análisis melisopalinológico cualitativo	17
<i>Miel F1</i>	18
<i>Miel F2</i>	20
<i>Miel F3</i>	22
Análisis sensorial de la miel	27
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>30</b>
<b>APÉNDICES</b>	<b>34</b>
<i>Apéndice I</i>	34
<i>Apéndice II</i>	35
<i>Apéndice III</i>	36

## RESUMEN

Para fines de este trabajo se determinó la biodiversidad vegetal presente alrededor del apiario instalado en una pradera alto-andina en un sector de Farellones, Región Metropolitana, para identificar el potencial de pecoreo de las abejas, recolectando cada 10-15 días desde el 15 de enero al 31 de marzo de 2011 un total de 60 especies vegetales en floración, agrupadas en 25 familias. También se confeccionó un herbario y se llevó un registro del período de floración de estas especies, de manera de establecer los lugares y tiempos óptimos para realizar apicultura de trashumancia. Se obtuvieron muestras frescas de los granos de polen extraídos desde las flores de cada especie. Éstas se observaron y fotografiaron bajo microscopio óptico, para poder determinar las características de cada polen y compararlas con los encontrados en la miel cosechada cada mes en el sector. El análisis melisopalínológico comprobó el origen botánico y geográfico de las tres mieles cosechadas en el sector según el procedimiento establecido por la norma NCh2981.Of2005, determinando cuales fueron las especies utilizadas por *Apis mellifera*. Para la observación del polen presente en la miel, se utilizó el método de “preparación de muestras sin acetólisis”. Se determinaron 20 tipos polínicos de interés melífero, siendo *Galega officinalis* y *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* las especies presentes en mayores porcentajes. Los resultados indicaron que la miel cosechada el 13 de febrero (F1) fue bifloral mixta, la miel cosechada el 13 de marzo (F2) polifloral mixta y la cosechada el día 16 de abril (F3) fue polifloral introducida. Finalmente, se evaluaron sus características organolépticas a través de un análisis sensorial realizado a 12 evaluadores no entrenados, que destacaron el sabor y aroma intenso, pero agradable, de las mieles del sector, en comparación con tres mieles comerciales (quillay, ulmo y polifloral). Se concluye así, que las praderas alto-andinas del sector de Farellones, son aptas para realizar apicultura de trashumancia, ya que disponen de una abundante y variada oferta floral de gran interés apícola, que contribuye a alargar la temporada apícola y aumentar la producción de miel.

**Palabras clave:** trashumancia, *Apis mellifera*, origen botánico y geográfico, polifloral, monofloral, características organolépticas.

## ABSTRACT

The plant biodiversity present around the apiary installed on a high Andean prairie in Farellones, Metropolitan Region, was determined to identify the bee foraging potential, recollecting 60 flowering species from January 15th to March 31st of 2011. A herbarium was also made, recording the flowering period of each sample. Pollen extracted from flowers of every species was stored and photographed with an optic microscope, to determine their characteristics and to compare them with the ones found in harvested honey each month on the area. The melissopalynological analysis verified the geographic and botanic origin of the three harvested honeys according to the procedure established by the standard NCh2981.Of2005. The species with higher percentage were *Galega officinalis* (introduced) and *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* (native). In that way the results indicated that honey harvested on February 13<sup>th</sup> (F1) was mixed bifloral honey, honey harvested on March 13<sup>th</sup> (F2) was mixed polyfloral honey and honey harvested on April 16<sup>th</sup> (F3) was introduce polyfloral honey. Finally, through a sensory analysis, organoleptic characteristics were evaluated, comparing them with three commercial honeys (Quillay, Ulmo and polyfloral). It is possible to conclude that the high Andean prairie of Farellones area is suitable for transhumance beekeeping.

**Key words:** transhumance, *Apis mellifera*, botanical and geographical origin, polyfloral, monofloral, organoleptic characteristics.

## INTRODUCCIÓN

La apicultura chilena ha experimentado importantes cambios en los últimos diez años, pasando de ser una actividad secundaria dentro de las explotaciones agrícolas, a representar en la actualidad un rubro emergente y moderno (INE, 2008). A pesar de esto, en Chile se producen entre 7.000 y 11.000 toneladas de miel al año (0,8% de la producción mundial), exportando principalmente a Alemania (45%) y Estados Unidos (31%) (ODEPA, 2012). El consumo interno de miel en el país es de aproximadamente 1.400 t, representando menos del 10% de la producción nacional y siendo equivalente a 100 g *per capita* aproximadamente, cantidad inferior al promedio mundial con un consumo *per capita* de alrededor de 220 g al año (INDAP, 2006). Además, alrededor del 95% de la miel producida en Chile es polifloral y exportada a granel a bajos precios y sin ningún valor agregado, lo que equivale al 1% de participación en el mercado de exportación melífera (Montenegro *et al.*, 2008b).

Las estadísticas obtenidas en el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal del año 2007, referidas a la actividad apícola en el país, informaron que a nivel nacional existían 10.481 explotaciones con apicultura, donde las regiones del Maule, Biobío y La Araucanía, concentraban el 62%. Entre los resultados obtenidos, destaca el origen botánico de la producción de miel, en donde aparece mencionado en primer lugar el bosque nativo, seguido por la pradera natural y las plantaciones frutales (INE, 2008).

Bajo la tendencia creciente de mercados especializados y la progresiva demanda de información por parte del consumidor, se hace necesaria la generación de información que permita ofrecer un producto diferenciado. En la búsqueda de esta diferenciación, ayuda saber que el polen es un elemento morfológicamente constante, que no sufre cambios, por lo que mediante la comparación entre análisis palinológicos y melisopalinológicos, podemos determinar las características y origen botánico y geográfico de la miel (Méndez, 2006). Esto proporciona un valor agregado a las mieles y a las zonas de producción, cotizando un mayor precio en el mercado internacional.

Las abejas utilizan una gran diversidad de recursos florales como fuente de alimento, lo que puede diferenciar las mieles. Los granos de polen de estas flores visitadas, contaminan el néctar en cantidades variables, permitiendo la identificación de las especies que proveen este recurso y su importancia relativa en cada región (Montenegro, 1992).

Otra forma de diferenciar, caracterizar y medir los atributos de la miel es a través del análisis sensorial, ya que esta posee características sensoriales típicas de la flora en el hábitat donde se ha producido y de las influencias de su lugar de origen geográfico (González-Viñas *et al.*, 2002).

Las praderas de la estepa alto-andina central de nuestro país, conocidas con el nombre de veranadas por el período normal de uso de la pradera (entre diciembre y abril), son terrenos de alta montaña con presencia de pradera permanente, que por condiciones climáticas sólo pueden ser utilizadas entre mediados de primavera y verano (Ahumada y Faúndez, 2001). El uso apícola que puede llegar a tener esta región aún se desconoce, dado que no existen trabajos de trashumancia realizados en la vegetación de esta zona. El desarrollo de la apicultura migratoria o de trashumancia se basa en la búsqueda de floración en otros sectores cuando en la región no existe abundancia, mediante el traslado de las colmenas a distancias de 100, 500 ó más km (Jean-Prost *et al.*, 2007), además de poder obtener un mayor rendimiento ampliando el período de producción de la colmena (Cornejo, 1993). Es por esto que la información que entrega la flora apícola es fundamental para determinar la conveniencia y momento de la trashumancia, como también la zona geográfica más apropiada para el establecimiento del apiario (Montenegro *et al.*, 2010).

Debido a lo antes expuesto y buscando mejorar el potencial de producción de miel, se ha planteado la siguiente hipótesis y objetivos.

### Hipótesis

Existe flora que permite producir miel de una pradera alto-andina de Farellones, Región Metropolitana.

### Objetivo general

Identificar los principales recursos florales que podría utilizar *Apis mellifera* como fuente de néctar, en una pradera alto-andina de Farellones, Región Metropolitana.

### Objetivos específicos

Determinar la flora presente e identificar su polen.

Conocer el origen botánico de la miel y certificar su origen geográfico.

Identificar los períodos de floración de las especies presentes, de manera de establecer los lugares y tiempos óptimos para la instalación de apiarios.

Caracterizar sensorialmente la miel obtenida.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Descripción del área de estudio**

El estudio se desarrolló en un sector de la pradera alto-andina de Farellones, ubicado en la comuna de Lo Barnechea de Santiago, en la Región Metropolitana. Se instaló un apiario a 2.440 m.s.n.m. (33°21'12.94" L.S. y 70°18'47.72" L.O.), en una ladera sur-oeste del sector, apoyados por estudios realizados por Arroyo *et al.* en 1981 y Cavieres *et al.* en 2000, donde señalan que un 66% de la biodiversidad de especies vegetales alto-andinas de la zona central se encuentra entre los 2.300 a 2.700 m.s.n.m.

El período de estudio se inició el 15 de enero de 2011, para finalizar el 16 de abril del mismo año.

### **Materiales**

Se utilizaron 23 colmenas del tipo Langstroth, con abejas reinas de raza cárnica y obreras mestizas. Cada colmena contenía 50.000 abejas aproximadamente.

### **Método**

#### **Instalación del apiario**

Se instalaron 23 colmenas en un sector de Farellones. Se recorrió y observó en forma previa el área para ubicar las colmenas en el sector más apto y con mayor diversidad vegetal. Las colmenas se dispusieron en línea recta en contacto directo con el suelo y con una orientación norte-sur a favor de la pendiente y el viento, es decir, con las piqueras mirando hacia el sur.

#### **Delimitación de unidades de estudio**

Se consideró un radio de aproximadamente 500 metros entorno al apiario (Figura 1) para las evaluaciones contempladas en el ensayo, basados en que las abejas pecoreadoras se concentran preferentemente en un radio de 500 a 700 metros alrededor de la colmena, dedicándose frecuentemente a un solo tipo de planta si la cosecha es abundante (Castillo, 2002; Sayas y Huamán, 2009), considerando lo irregular de la topografía del lugar.

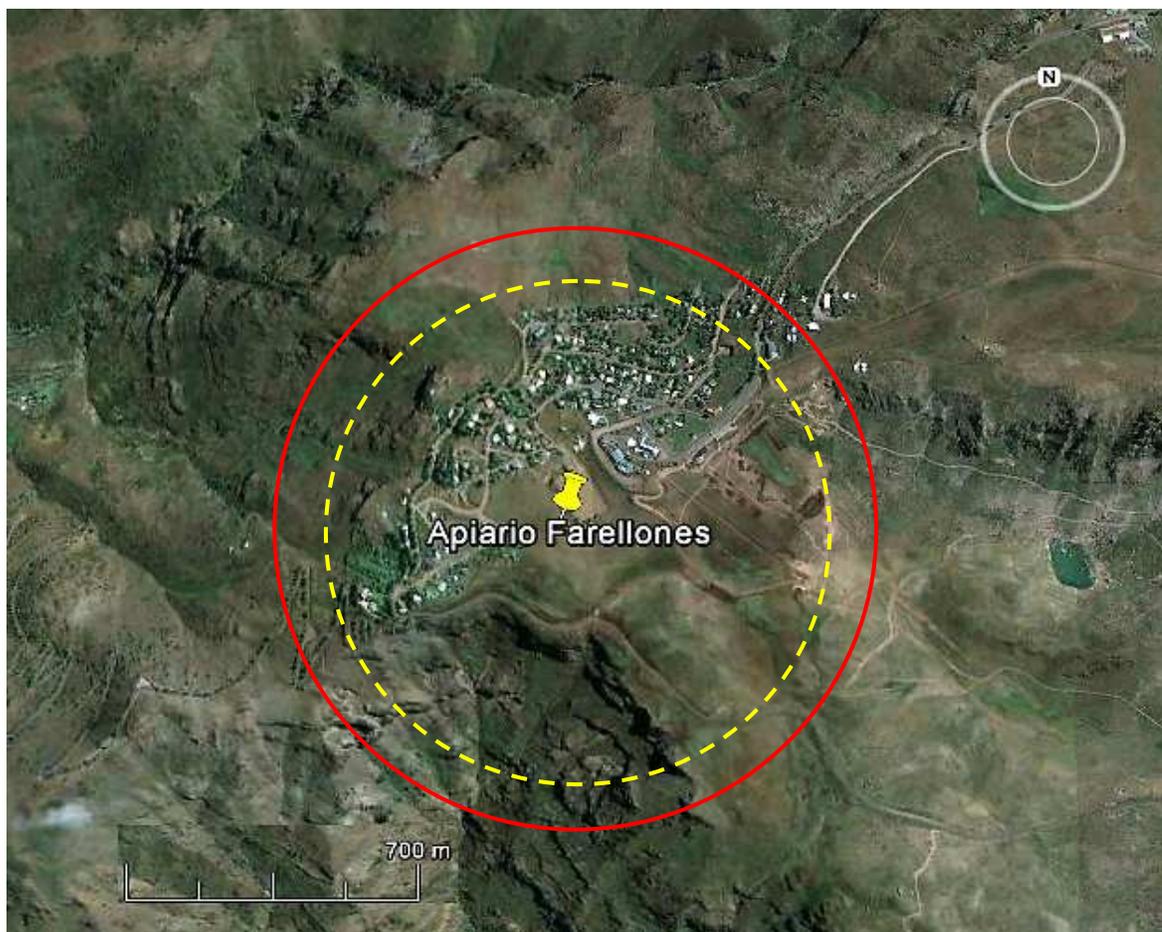


Figura 1. Foto satelital del apiario Farellones (escala 1:17.500). El círculo rojo representa el área de pecoreo preferencial de las abejas y el círculo amarillo punteado, el área de recolección de material floral. Fuente: Google Earth, 2012.

## VARIABLES EVALUADAS

### Análisis florístico

Con el fin de conocer las especies vegetales más utilizadas por abejas para su sobrevivencia y producción, se realizó un levantamiento botánico del área de estudio, recolectando y determinando las especies presentes, y analizando el período de floración de cada una.

**Recolección de especies.** Se recolectaron muestras de las distintas especies que se encontraban en el área de estudio, habiendo revisado todas las exposiciones del área y centralizando la atención tanto en posibles fuentes de néctar, como en posibles fuentes de polen y propóleo. La recolección de especies vegetales se realizó cada 10 a 15 días desde la instalación de las colmenas.

**Herborización y determinación de especies.** Las especies recolectadas fueron herborizadas y determinadas botánicamente según familia, especie y nombre común, señalando además fecha de recolección y período de floración, para así llevar un registro de la oferta floral durante el período del estudio en la zona.

La determinación y nomenclatura de las especies se hizo mediante métodos taxonómicos clásicos, con el apoyo del Laboratorio de Taxonomía y Morfología Vegetal, Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Para la corroboración de las especies y el conocimiento de sus nombres comunes, se utilizó como fuente principal a Hoffmann *et al.* (1998). También se consultó permanentemente las páginas electrónicas de Flora chilena (2006) y Chile flora (2005), para completar la nomenclatura utilizada.

**Período de floración.** El seguimiento de la época de floración de las especie se registró cada 10 a 15 días, determinando para cada especie, los períodos en que eventualmente podrían ser pecoreadas por *Apis mellifera*, lo que ayuda a conocer el momento oportuno y los lugares adecuados para la instalación de colmenas y una óptima obtención de cosechas.

### **Análisis palinológico**

De cada especie vegetal recolectada, en el estudio, se obtuvieron granos de polen de muestras frescas de flores, las que sirvieron para obtener los tipos polínicos referenciales. Las flores obtenidas fueron guardadas en envases sellados y en condiciones de aislamiento con el objetivo de evitar contaminación con pólenes foráneos y/o partículas contaminantes, mientras eran trasladadas al laboratorio para su posterior análisis.

**Preparación de muestras.** Para el análisis se realizaron muestras fijas de los granos de polen extraídos de las flores, con el fin de confeccionar una palinoteca de referencia. La preparación de las muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Botánica del Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

La metodología de trabajo utilizada, para la elaboración de muestras fijas de polen, se basó en el método propuesto por Louveaux *et al.* (1978) llamado “preparaciones teñidas, sin eliminar la grasa”, a través de los siguientes pasos:

- Se retiraron las anteras de las flores recolectadas y se dispusieron sobre un portaobjetos con la ayuda de pinzas.
- Se colocó una gota de alcohol al 100% sobre las anteras y se extrajo el polen con ayuda de pinzas.
- Se eliminó el exceso de basura del portaobjetos, con el fin de dejar sólo el polen.
- Se agregó una gota de Calberla original (ver Apéndice I) sobre los granos y se dejó secar.

- Se cubrió la preparación con dos gotas de gelatina glicerinada (ver Apéndice I), previamente fundida a 60°C.
- Se sobrepuso un cubreobjeto y se dejó secar.
- Finalmente se limpió la gelatina que eventualmente pudo salir por los bordes del cubreobjeto. Lo mismo se hizo con el material después de ser usado, para evitar contaminaciones posteriores con polen de otras especies.

Cada especie herborizada y su correspondiente tipo polínico fueron asociados a un número de registro para facilitar su identificación.

**Observación y registro microscópico del polen.** Para el análisis microscópico de las muestras de polen se utilizó un microscopio óptico marca Nikon FX-35A (Japón), perteneciente al Laboratorio de Anatomía Vegetal, Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Cada preparación de polen se registró con un número de muestra, especie, fecha de colección y objetivo utilizado.

Con el fin de confeccionar una guía fotográfica digital del polen de las especies recolectadas, destacando la vista polar y ecuatorial de este, se utilizó una cámara digital anexa marca Sony Cyber-shot™ modelo DSC-S3000. Las fotografías de cada especie fueron tomadas a través del microscopio con aumentos de 200x y 400x según tamaño del grano de polen.

**Análisis y determinación de las preparaciones.** El estudio palinológico microscópico se realizó en base a la observación de los granos de polen. Para ello se consideró que las características físicas que posee el polen son únicas y muy estables, particularmente de la exina (pared externa, abertura y ornamentación incluida), lo que permite determinar la estructura morfológica y anatómica propia de los tipos polínicos (Ministerio de Agricultura, 2006).

Tanto la palinoteca de referencia, como la guía fotográfica digital del polen de flores recolectadas con origen vegetal conocido, fueron posteriormente utilizadas para la determinación del polen observado en las mieles.

### **Análisis de la miel**

**Obtención de la miel.** Durante el transcurso del ensayo se realizaron tres cosechas de miel del apiario de Farellones, la primera el 13 de febrero (F1), la segunda el 13 de marzo (F2) y la tercera el 16 de abril (F3). Cada fecha de cosecha de miel se obtuvo juntando los marcos con miel sin distinción de las distintas colmenas de la cual procedían, para así obtener tres muestras de miel homogenizada (F1, F2 y F3). De cada cosecha se extrajo una muestra de 1 kg de miel para el análisis.

**Preparación de muestras para análisis melisopalinológico.** La melisopalinología estudia la morfología de los granos de polen presentes en la miel y la relaciona con su origen botánico y geográfico según las especies presentes (Ministerio de Agricultura, 2006). Para ello, se siguió el método propuesto por Louveaux *et al.* (1978), que describe cómo extraer y fijar muestras de polen a partir de la miel, para su análisis bajo microscopio óptico, basado en la “preparación de muestras sin acetólisis”, que contempló los siguientes pasos:

- Se diluyeron 10 g de cada muestra de miel en 20 mL de agua destilada, temperada a no más de 40 °C.
- Se centrifugó durante 10 minutos a 2.500 rpm.
- Se retiró el sobrenadante y se agregaron 10 mL de agua destilada al polen sedimentado.
- Se volvió a centrifugar durante 5 minutos a 2.500 rpm.
- Se extrajo el sedimento con una micropipeta para expandirlo en un portaobjeto.
- Se agregó una gota de Calberla original (ver Apéndice I) y se dejó secar.
- Se cubrió la preparación con dos gotas de gelatina glicerizada (ver Apéndice I), previamente fundida a 60°C.
- Se sobrepuso un cubreobjeto y se dejó secar.
- Finalmente se limpió la gelatina que eventualmente pudo salir por los bordes del cubreobjeto.

Para cada cosecha de miel se elaboraron cuatro repeticiones de las cuales se analizaron tres y se dejó una de reserva.

La preparación de las muestras se realizó en el Laboratorio de Botánica del Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Análisis melisopalinológico cualitativo.** El análisis polínico cualitativo de la miel indica qué especies vegetales y en qué proporción se encuentran en determinado tipo de miel (Sáenz, 1978). Para esto las preparaciones de polen de la miel cosechada se observaron y fotografiaron al microscopio óptico, tal como realizó en el análisis palinológico, determinando las especies encontradas en la miel a través de comparaciones con la guía fotográfica previamente elaborada con el polen de referencia proveniente de las flores recolectadas. Cuando fue posible se determinó el tipo polínico a nivel de especie. En otros casos sólo se llegó a nivel de género. También se consultó una colección de referencia de pólenes de Chile (Heusser, 1971) y bibliografía pertinente.

La proporción de especies de interés melífero, encontradas en la miel, se estableció mediante un conteo al azar de al menos 200 granos de polen por cada repetición (600 granos de polen aproximadamente para cada cosecha de miel). Cada especie determinada se expresó de acuerdo a su porcentaje relativo de presencia en la miel (Ministerio de Agricultura, 2006). Además, el resultado se asoció a distintas clases de frecuencia de acuerdo a la clasificación utilizada por Louveaux *et al.* (1978): D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (16-45%), M: polen de menor importancia (3-15%), T: polen en trazas (3%<), R: polen presente (1%<).

Este análisis se realizó con la colaboración del Laboratorio de Anatomía Vegetal del Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Con esto se pudo certificar el origen botánico, que de acuerdo con la tipificación de las mieles chilenas establecida en la Norma Chilena Oficial (NCh2981.Of2005), son mieles monoflorales aquellas que proceden principalmente de una sola especie y en cuya composición polínica se encuentra, como mínimo, un 45% de polen de esa especie, y mieles poliflorales aquellas elaboradas a partir del néctar de varias especies y en cuya composición polínica el polen de ninguna de ellas alcanza un porcentaje igual o superior al 45%. Se consideran mieles biflorales aquellas en cuya composición polínica se encuentra significativamente polen de dos especies, sumando entre ambas un porcentaje  $\geq 45\%$  y en proporción similar (con una diferencia  $5\% <$ ). También se clasificaron según el origen geográfico de las especies de las cuales provinieron, siendo nativas (especies vegetales nativas de Chile, pero también presentes en forma natural en otros países), introducidas (especies vegetales que han sido traídas a nuestro país de forma accidental o deliberada) o mixtas (especies vegetales nativas e introducidas) (Ministerio de Agricultura, 2006).

**Análisis sensorial de la miel.** Se realizó un análisis sensorial que permitió identificar, medir y cuantificar las características organolépticas de la miel, como también determinar su calidad. Estas características están relacionadas con la variación de los compuestos presentes en la miel, los cuales derivan de su origen botánico, de los hábitos de pecoreo de las abejas y el lugar donde se encuentran (Piana *et al.*, 2004; González *et al.*, 2007 y Montenegro *et al.*, 2008a).

Se evaluaron las muestras obtenidas de las tres cosechas de miel de la pradera alto-andina más tres muestras de mieles obtenidas en el comercio, que representan los principales orígenes botánicos de las mieles chilenas, que según cifras obtenidas por el Instituto Nacional de Estadísticas (2008), son las provenientes principalmente del bosque nativo y de praderas naturales.

Las muestras comerciales utilizadas fueron:

- Miel monofloral de Quillay (*Quillaja saponaria*)  
(Abeja Dorada, Colmenares Santa Inés S.A., Curicó, región del Maule, Chile).
- Miel monofloral de Ulmo (*Eucryphia cordifolia*)  
(Miel de abejas de Ulmo y bosque nativo, fundo Arquihue, Llifén, región de los Ríos, Chile).
- Miel polifloral de praderas naturales de la zona central  
(Miel Morelli, seleccionada multifloral, Región Metropolitana, Chile).

El análisis sensorial se aplicó a 12 evaluadores no entrenados, utilizando una pauta no estructurada de 0 a 15 cm, mínimo y máximo de un atributo específico, respectivamente (ver Apéndice II) (Araya, 2007). Los atributos se ordenaron de acuerdo a la forma lógica de evaluación: color, aroma, sabor, acidez, dulzor, cristalización y viscosidad (González *et al.*,

2007). El procedimiento seguido en la preparación y evaluación de las muestras se hizo de acuerdo al propuesto por Piana *et al.* (2004).

A cada evaluador se le presentaron 6 muestras de miel diferentes, siguiendo un diseño experimental de bloques completos al azar.

El análisis se realizó en una sala de degustación acondicionada para dicho fin, que dispone de un total de 12 cabinas aisladas, perteneciente al Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Agroindustria de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

### **Análisis estadístico**

Los datos obtenidos, de los análisis florísticos y palinológicos, fueron sólo descriptivos y por lo tanto no se sometieron a análisis estadístico.

Los resultados melisopalinológicos fueron evaluados mediante análisis de proporciones clásico (Mead *et al.*, 1993), calculando el máximo estimador verosímil, con un 95% de confianza, fijando así los intervalos para las frecuencias relativas de aparición del polen de cada especie, esto constituyó el rango de valores en que se encontraría la participación real de cada especie en la miel.

Para la evaluación sensorial se utilizó el método de análisis descriptivo cuantitativo, en donde cada miel fue evaluada individualmente, utilizando la lista de atributos previamente definida. Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza de dos vías, utilizando el programa estadístico InfoStat, versión 2012 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina), para determinar si existían diferencias significativas sobre la intensidad de cada atributo evaluado en cada muestra de miel. Cuando se encontraron diferencias, se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), para separar las medias de cada muestra de miel.



Cuadro 1 (continuación)

Familia	Especie	Nombre común	Ocurrencia de floración											
			Enero				Febrero				Marzo			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia collina</i>	Pichoga	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Adesmia</i> sp.	Adesmia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Adesmia</i> sp.	Adesmia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Anarthrophyllum cummingi</i>	Romero de Cumming	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus looseri</i>	Hierba loca de Looser	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Astragalus monticola</i>	Hierba loca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Galega officinalis</i>	Galega	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Lupinus microcarpus</i>	Altramuz/Arvejilla/ Chocho	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium repens</i>	Trébol blanco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium core-core</i>	Geranium core-core	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Hydrophyllaceae</i>	<i>Phacelia secunda</i>	Flor de la cuncuna	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Iridaceae</i>	<i>Sisyrinchium arenarium</i>	Sisi amarillo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	<i>ssp. adenostemon</i>		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Lamiaceae</i>	<i>Stachys sideritoides</i>	s.n.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Onagraceae</i>	<i>Epilobium</i> sp.	Epilobio	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Onagraceae</i>	<i>Oenothera acaulis</i>	Don Diego de la noche	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis squamata</i>	Ojos de agua	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Papaveraceae</i>	<i>Eschscholtzia californica</i>	Dedal de oro	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Polemoniaceae</i>	<i>Collomia biflora</i>	Coxínea /Colomia roja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Polemoniaceae</i>	<i>Microsteris gracilis</i>	Rueda chica	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Rosaceae</i>	<i>Acaena splendens</i>	Choncli /Amor seco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Rosaceae</i>	<i>Tetraglochin alatum</i>	Horizonte /Hierba del clavo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Santalaceae</i>	<i>Quinchamalium chilense</i> var. <i>parviflorum</i>	Quinchamalí	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Mimulus parviflorus</i>	Berro amarillo /Mímulo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Verbascum thapsus</i>	Hierba del paño	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i>	Verónica europea	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Solanaceae</i>	<i>Nicotiana corymbosa</i>	Tabaquillo /Tabaco	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Solanaceae</i>	<i>Schizanthus hookeri</i>	Mariposita	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Tropaeolaceae</i>	<i>Tropaeolum sessilifolium</i>	Soldadillo de cordillera	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

s.n.: Sin nombre común conocido. ■ Coloración indica especie en floración en el periodo indicado.

Fuente: Datos recolectados por autor. La determinación de especies se realizó con el apoyo del profesor Luis Faúndez y apoyo bibliográfico de Arroyo *et al.* (1981), Hoffmann *et al.* (1998), Cavieres *et al.* (2000), Chile flora (2005) y Flora chilena (2006).

Las 60 especies encontradas pertenecen a 25 familias, siendo las más importantes: *Asteraceae* con 20 especies diferentes, *Fabaceae* con 8 y *Scrophulariaceae* con 3 (Cuadro 2). De estas, 41 son nativas y 19 introducidas, lo que refleja que la zona no se encuentra mayormente intervenida por el hombre, por lo que la abeja dispone de una alta proporción de vegetación nativa respecto a otras zonas. Esto debe ser mantenido o mejorado en el tiempo, teniendo especial cuidado con el establecimiento de cultivos agrícolas o forestales, por el posible daño que provocarían en la flora nativa del lugar. Así, la flora apícola se mantendría estable en el tiempo, por lo tanto, también el origen botánico de los productos apícolas (Ramírez y Montenegro, 2004).

Cuadro 2. Número de especies por familia en estado de floración recolectadas en la pradera alto-andina de Farellones, entre el 15 de enero y 31 de marzo de 2011.

Familia	Especies / Familia
<i>Asteraceae</i>	20
<i>Fabaceae</i>	8
<i>Scrophulariaceae</i>	3
<i>Boraginaceae</i>	2
<i>Brassicaceae</i>	2
<i>Caryophyllaceae</i>	2
<i>Onagraceae</i>	2
<i>Polemoniaceae</i>	2
<i>Rosaceae</i>	2
<i>Solanaceae</i>	2
<i>Alstroemeriaceae</i>	1
<i>Amaryllidaceae</i>	1
<i>Apiaceae</i>	1
<i>Campanulaceae</i>	1
<i>Chenopodiaceae</i>	1
<i>Euphorbiaceae</i>	1
<i>Geraniaceae</i>	1
<i>Hydrophyllaceae</i>	1
<i>Iridaceae</i>	1
<i>Lamiaceae</i>	1
<i>Oxalidaceae</i>	1
<i>Papaveraceae</i>	1
<i>Polygonaceae</i>	1
<i>Santalaceae</i>	1
<i>Tropaeolaceae</i>	1
Total	60

**Período de floración.** Desde el 15 de enero al 31 de marzo de 2011, se realizó un registro estimativo de la fecha de floración de las especies vegetales recolectadas en el apiario de Farellones (Cuadro 1). Según estudios de Arroyo *et al.* (1981) y Rozzi *et al.* (1989), el período de floración de las especies, que crecen en la pradera alto-andina, puede variar debido a diferencias genéticas, ambientales o ambas, presentando floraciones más tardías respecto a las especies del valle central y la costa, debido a los fríos invernales que se prolongan por algunos meses más en las partes altas. Fines de diciembre y enero corresponden a septiembre y octubre de las áreas más bajas (Hoffmann *et al.*, 1998). Este último dato fue clave en el desarrollo de los objetivos del presente estudio, en donde se buscó poder realizar apicultura de trashumancia después de la primavera en el valle central.

La trashumancia apícola, como la definen Jean-Prost *et al.* (2007), consiste en el traslado de abejas de un lugar en que las floraciones se terminan, a otro en el que comienzan, extendiendo el periodo de floración para las abejas. La distancia de traslado de las colmenas varía, pudiendo ser del orden 10, 20, 100, 500 km o más, como señalan los mismos autores, esto con el fin de obtener una mayor producción de miel en la temporada, situando las abejas en la proximidad de las plantas a explotar.

Para el traslado y establecimiento de las colmenas de trashumancia, es necesario tener claras las fechas de floración de las especies en las que se espera pecorear, como también las fechas de posibles cosechas. También se debe recordar, que el lugar adecuado para la instalación de un apiario es aquél que no depende de una floración única, sino de la sucesión de ofertas de néctar y polen capaces de proporcionar recursos abundantes que superen las necesidades de la colonia y permitan la producción de excedentes de cosecha para el apicultor (Montenegro *et al.*, 2010). Además, hay que tener en cuenta que el hábitat sea el adecuado para la producción y sobrevivencia de las abejas, el relieve del suelo y la cercanía con cursos de agua, entre otros (Jean-Prost *et al.* 2007). Referente a esto, Arroyo *et al.*, (1983) mencionan que las condiciones climáticas particulares de la vegetación alto-andina entre los 2.200 y 2.600 m de altitud, son ideales para la actividad de estos insectos, y que al subir el gradiente altitudinal disminuyen su actividad por el alto desgaste de energía de termorregulación que requieren.

La floración tardía de las praderas alto-andinas estaría asociada mayoritariamente con la disminución de la temperatura producto de mayores alturas. Adicional a esto, está el hecho de que las especies que crecen sobre laderas de exposición sur, florecen más tardíamente y en menor cantidad, que las que se encuentran sobre laderas de exposición norte, debido a diferencias de radiación entre las laderas. Ciertos factores climáticos, como las bajas temperaturas invernales y la duración de las cubiertas de nieve, restringen el período total de floración exclusivamente a los meses de primavera y verano, siendo este aún más corto en laderas de exposición sur, ya que permanecen más tiempo cubiertas con nieve. Consecuentemente, las especies que crecen sobre laderas de exposición norte podrían alcanzar antes las temperaturas de inducción del desarrollo de las yemas florales, completando con antelación la floración para permitir la maduración de los frutos y la dispersión de las semillas (Arroyo *et al.*, 1981 y Rozzi *et al.*, 1989).

Basándonos en el estudio anterior, se puede decir que la ladera en que se ubicó el apiario no fue la ideal, ya que al tener exposición sur-oeste, el período de floración se retrasa y disminuye su duración. Es por esto que para próximos estudios en el sector, se recomienda la instalación de colmenas en laderas de exposición norte. Sin embargo, es importante tener en consideración el relieve, presencias de praderas, cursos de agua y tráfico humano para definir una buena locación. A pesar de lo anterior, el sector presentó una gran abundancia y variedad floral.

En la Figura 2 se aprecia la disminución de la variedad de especies en floración a medida que se acerca el otoño, y junto con él, las bajas temperaturas. También queda en evidencia que la época de floración de las especies tiene una clara tendencia a la sobreposición a mayor altitud (Arroyo *et al.*, 1983). Esto se debe a los pocos meses en que se dispone de condiciones óptimas.

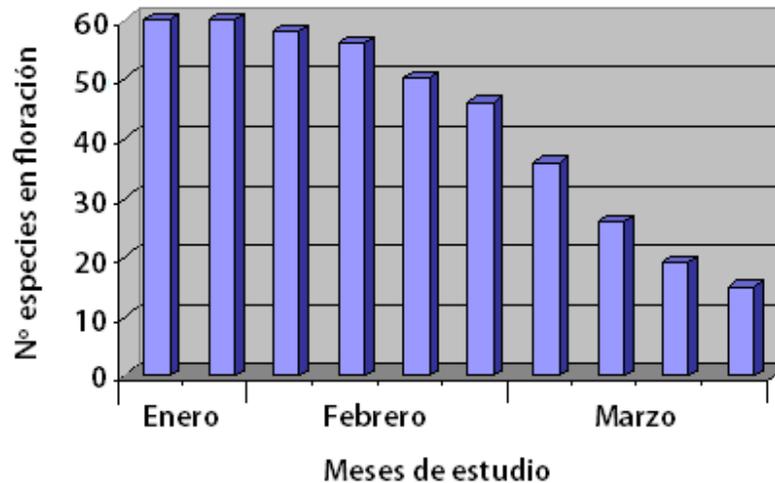


Figura 2. Número de especies en floración desde el 15 de enero al 31 de marzo de 2011, en la pradera alto-andina de Farellones. Las barras muestran el total de especies en floración por semana.

El período de floración de las plantas y la disponibilidad de recursos florales para las abejas están estrechamente relacionados, lo que permite conocer el momento y lugar óptimos para la instalación de colmenas. Centrándose sólo en el período de floración de las especies con mayor interés melífero, éstas coinciden en el hecho de que estuvieron disponibles casi todo el período de estudio, lo que ayuda a *Apis mellifera* a obtener una mayor recolección de néctar, alcanzando 31,7 kg de miel por colmena cosechada en el apiario de Farellones. Estos datos confirman que para la fecha específica de recolección, con que se trabajó y las condiciones climáticas registradas, se puede realizar apicultura de trashumancia en la pradera alto-andina de Farellones. De esta forma se aumenta significativamente la producción total de miel al sumar lo cosechado en el valle central desde octubre a diciembre que varía entre 30 a 40 kg (Villarroel *et al.*, 1998), con lo cosechado en Farellones desde enero a abril, cerrando la temporada apícola con una cosecha cercana a los 70 kg por colmena.

## **Análisis palinológico**

De las 60 especies recolectadas, sólo se pudo obtener el polen fresco en campo de 58, con sus respectivas muestras fijas y fotografías digitales. No fue posible obtener la totalidad de muestras de polen ya sea por la poca cantidad de polen de algunas flores; o por la dificultad de extraerlo en especies con flores muy pequeñas; o por que las anteras de las flores ya no contenían polen al momento de su análisis.

Una de las ventajas del método realizado para la preparación de muestras de polen, es poder observar con gran claridad las zonas aperturales de los granos, facilitando la comparación con los granos encontrados en la miel. Además, permite contar con una palinoteca de referencia, al tratarse de muestras fijas. Sin embargo, en una primera instancia se realizaron muestras al natural, es decir, sin otra manipulación que su montaje sobre un portaobjeto, pudiendo apreciar el color natural del polen (ver Apéndice III). El inconveniente es que este tipo de muestra no permite observar con claridad las características del grano y, al no ser una preparación fija, no se conserva en el tiempo (Sáenz, 1978). La observación del polen al natural se realizó en el Laboratorio de Anatomía Vegetal, Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

La palinoteca de referencia es una herramienta base para realizar estudios palinológicos y melisopalinológicos, pudiendo utilizarla como guía en futuros trabajos. Además, se puede utilizar en otras áreas, como la Paleopalinología (estudio del polen fósil), entre otras.

También ayuda en la observación de los granos de polen el uso de tecnología de mayor precisión, como microscopios electrónicos y cámaras digitales de mayor calidad, permitiendo establecer más elementos para su posterior comparación, y obteniéndose fotografías más nítidas y aclarativas.

## **Análisis de la miel**

**Análisis melisopalinológico cualitativo.** El análisis microscópico comparativo permitió el reconocimiento de 20 tipos morfológicos de pólenes de interés melífero presentes en las muestras de miel, contabilizando 600 granos de polen al azar aproximadamente por cada muestra. La determinación se realizó a diferentes niveles taxonómicos: especie o género, según fue posible.

Se consideraron como principales fuentes de néctar, sólo aquellas especies cuyo polen reveló una frecuencia superior al resto de las especies que constituyeron la fracción polínica correspondiente, es decir, especies que tienen porcentajes de aparición con intervalos de confianza que incluyen el valor cero, fueron consideradas contaminantes, por lo que no se contabilizaron (Ramírez y Montenegro, 2004).

La clasificación de especies de interés melífero, es para la zona y las fechas específicas de recolección con que se trabajó, por lo que no excluye el que otras especies vegetales lo sean en otras fechas y/o en otras condiciones ambientales.

**Miel F1:** De las 15 especies determinadas en la muestra de miel F1, las especies vegetales más abundantes fueron *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* y *Galega officinalis*, cuyos granos de polen aportan más del 45%, con una diferencia entre ellas menor al 5%. Por esto y por ser la primera una especie nativa y la segunda una introducida, se clasificó como miel bifloral mixta de acuerdo a la Norma Chilena Oficial (NCh2981.Of2005) (Cuadro 3 y Figura 3).

La especie más abundante fue *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* de la familia *Santalaceae* con un 24,4%. Sin embargo, la familia con mayor importancia en participación fue *Fabaceae* (37,3%), seguida por *Santalaceae* (24,6%) y por *Boraginaceae* (11%).

Tanto el número de especies nativas e introducidas, como el porcentaje de uso de estas en la miel F1 fue casi el mismo, siendo levemente mayor el porcentaje de especies introducidas (55,8%).

Cuadro 3: Especies con importancia melífera en la miel F1 cosechada en la pradera altoandina de Farellones y su proporción contabilizando 606 granos de polen al azar.

Especie	Origen <sup>1</sup>	Nº granos	Porcentaje <sup>2</sup>	Intervalos <sup>3</sup>	
				% mín.	% máx.
<i>Quinchamalium chilense</i> var. <i>parviflorum</i>	N	149	24,6 (S)	21,2	28,0
<i>Galega officinalis</i>	I	130	21,5 (S)	18,2	24,7
<i>Trifolium repens</i>	I	65	10,7 (M)	8,3	13,2
<i>Tropaeolum sissilifolium</i>	N	39	6,4 (M)	4,5	8,4
<i>Echium vulgare</i>	I	34	5,6 (M)	3,8	7,4
<i>Cynoglossum creticum</i>	I	33	5,4 (M)	3,6	7,3
<i>Trifolium polymorphum</i>	I	31	5,1 (M)	3,4	6,9
<i>Hirschfeldia incana</i>	I	30	5,0 (M)	3,2	6,7
<i>Tristerix verticillatus</i>	N	25	4,1 (M)	2,5	5,7
<i>Quillaja saponaria</i>	N	18	3,0 (M)	1,6	4,3
<i>Sisymbrium orientale</i>	I	15	2,5 (T)	1,2	3,7
<i>Escallonia</i> sp.	N	13	2,1 (T)	1,0	3,3
<i>Asteriscium aemocarpon</i>	N	10	1,7 (T)	0,6	2,7
<i>Rubia</i> sp.	N	8	1,3 (T)	0,4	2,2
<i>Schinus montanus</i>	N	6	1,0 (T)	0,2	1,8
Total		606	100,0		

<sup>1</sup> N: Nativa, I: Introducida.

<sup>2</sup> Clases de frecuencia: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (16-45%), M: polen de menor importancia (3-15%), T: polen en trazas (3% <), R: polen presente (1% <).

<sup>3</sup> Intervalos con 95% de confianza que agrupan los valores porcentuales.

Fuente origen especies: Chile flora (2005) y Muñoz *et al.* (2000).

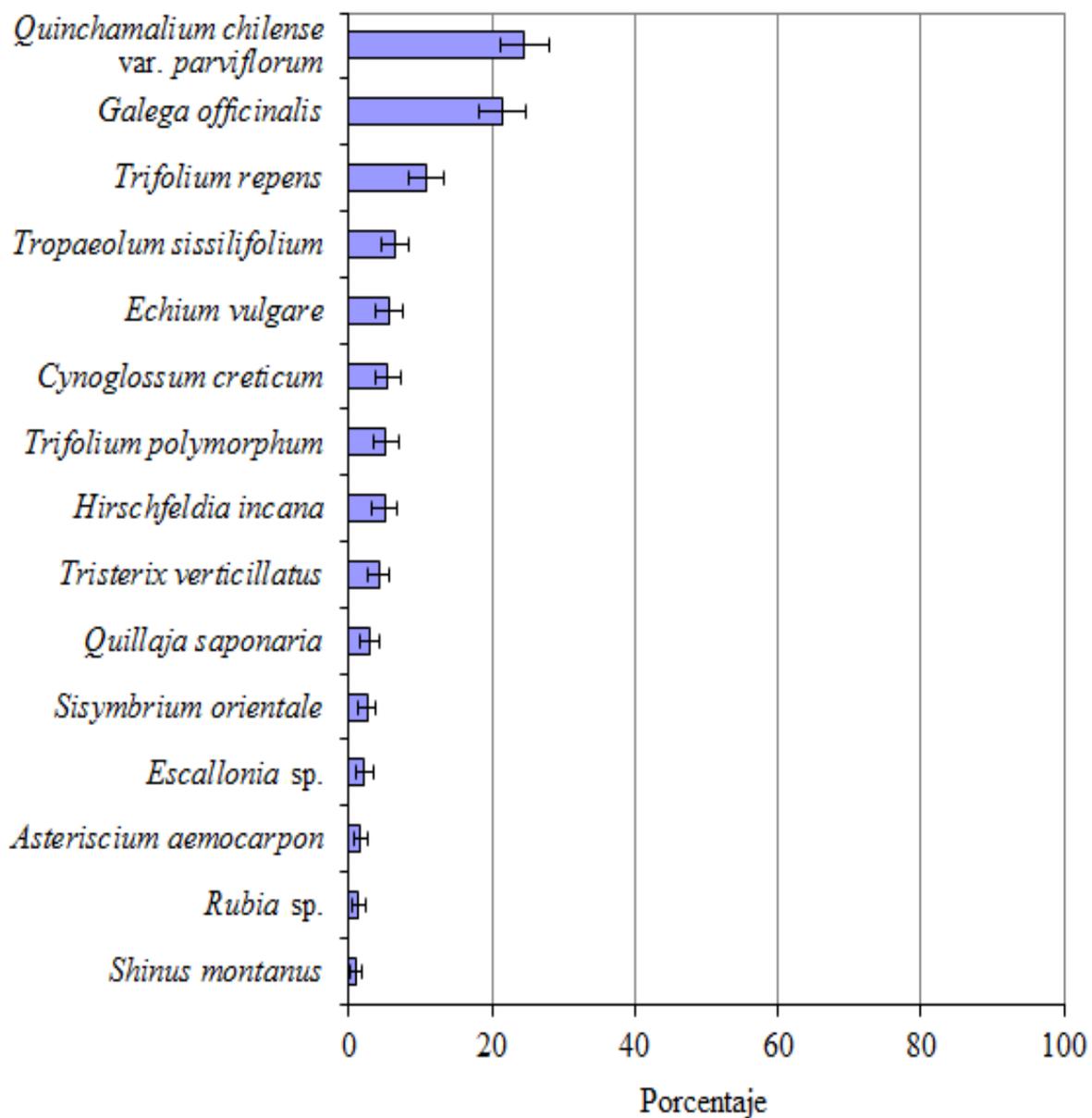


Figura 3: Porcentaje de especies con importancia melífera en la miel F1 cosechada en la pradera alto-andina de Farellones. Las barras en cada columna representan el intervalo de 95% de confianza.

**Miel F2:** De las 17 especies determinadas en la muestra de miel F2, ninguna aparece en forma dominante, no alcanzando un valor mayor o igual a 45%. Este tampoco se alcanza sumando los porcentajes de las especies nativas, por lo que se clasificó como miel polifloral mixta de acuerdo a la Norma Chilena Oficial (NCh2981.Of2005) (Cuadro 4 y Figura 4).

La especie más abundante fue *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* de la familia *Santalaceae* con un 17,2%. Sin embargo, la familia con mayor importancia en participación fue *Fabaceae* (31,7%), seguida por *Santalaceae* (17,2%) y por *Tropaeolaceae* (12,4%).

Si bien el número de especies introducidas en la miel F2 fue levemente mayor a las nativas encontradas en la misma, el porcentaje de uso de especies nativas fue superior al de las introducidas (52,3%).

Cuadro 4: Especies con importancia melífera en la miel F2 cosechada en la pradera altoandina de Farellones y su proporción contabilizando 635 granos de polen al azar.

Especie	Origen <sup>1</sup>	Nº granos	Porcentaje <sup>2</sup>	Intervalos <sup>3</sup>	
				% mín.	% máx.
<i>Quinchamalium chilense</i> var. <i>parviflorum</i>	N	109	17,2 (S)	14,2	20,1
<i>Galega officinalis</i>	I	106	16,7 (S)	13,8	19,6
<i>Tropaeolum sissilifolium</i>	N	79	12,4 (M)	9,9	15,0
<i>Escallonia</i> sp.	N	76	12,0 (M)	9,4	14,5
<i>Hirschfeldia incana</i>	I	51	8,0 (M)	5,9	10,1
<i>Trifolium repens</i>	I	50	7,9 (M)	5,8	10,0
<i>Trifolium polymorphum</i>	I	37	5,8 (M)	4,0	7,6
<i>Cynoglossum creticum</i>	I	24	3,8 (M)	2,3	5,3
<i>Leucheria viscida</i>	N	20	3,1 (M)	1,8	4,5
<i>Schinus montanus</i>	N	19	3,0 (M)	1,7	4,3
<i>Echium vulgare</i>	I	15	2,4 (T)	1,2	3,5
<i>Quillaja saponaria</i>	N	11	1,7 (T)	0,7	2,7
<i>Tristerix verticillatus</i>	N	10	1,6 (T)	0,6	2,5
<i>Adesmia</i> sp.	N	8	1,3 (T)	0,4	2,1
<i>Sisymbrium orientale</i>	I	8	1,3 (T)	0,4	2,1
<i>Achillea millefolium</i>	I	7	1,1 (T)	0,3	1,9
<i>Eschscholtzia californica</i>	I	5	0,8 (R)	0,1	1,5
Total		635	100,0		

<sup>1</sup> N: Nativa, I: Introducida.

<sup>2</sup> Clases de frecuencia: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (16-45%), M: polen de menor importancia (3-15%), T: polen en trazas (3% <), R: polen presente (1% <).

<sup>3</sup> Intervalos con 95% de confianza que agrupan los valores porcentuales.

Fuente origen especies: Chile flora (2005) y Muñoz *et al.* (2000).

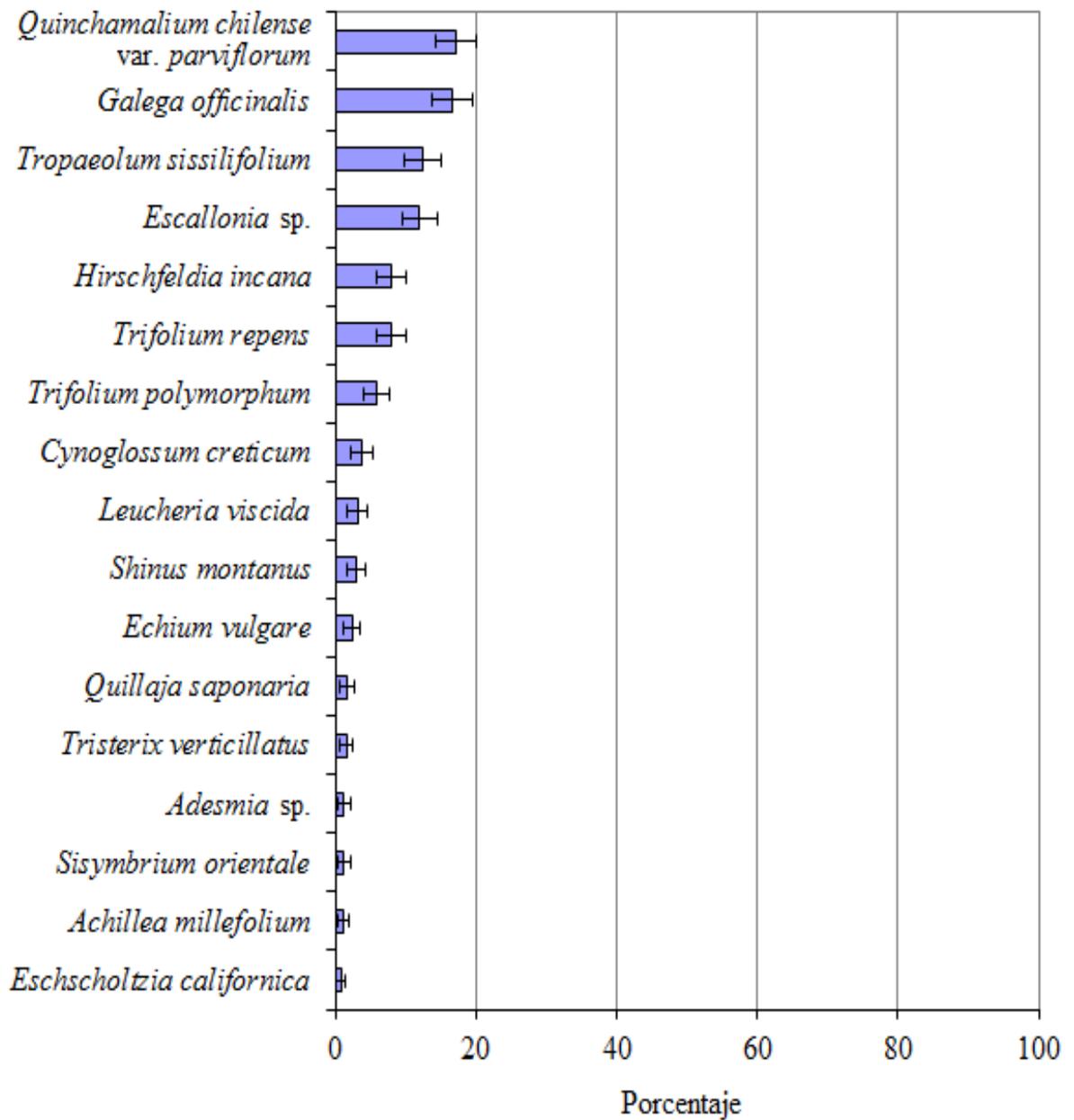


Figura 4: Porcentaje de especies con importancia melífera en la miel F2 cosechada en la pradera alto-andina de Farellones. Las barras en cada columna representan el intervalo de 95% de confianza.

**Miel F3:** De las 13 especies determinadas en la muestra de miel F3, dos especies introducidas (*Galega officinalis* e *Hirschfeldia incana*) aportaron más del 45% en su conjunto, pero difieren entre ellas en un porcentaje mayor al 5%, por lo que se clasifica como miel polifloral introducida de acuerdo a la Norma Chilena Oficial (NCh2981.Of2005) (Cuadro 5 y Figura 5).

La especie más abundante fue *Galega officinalis* con un 37,9%, representando a la familia con mayor importancia en participación *Fabaceae* (42,4%), seguida por *Santalaceae* (15,5%) y *Brassicaceae* (15,2%).

Si bien el número de especies nativas en la miel F3 fue mayor que el de introducidas encontradas en la misma, el porcentaje de uso de especies introducidas fue significativamente superior al de las nativas (60,2%).

Cuadro 5: Especies con importancia melífera en la miel F3 cosechada en la pradera altoandina de Farellones y su proporción contabilizando 665 granos de polen al azar.

Especie	Origen <sup>1</sup>	N° granos	Porcentaje <sup>2</sup>	Intervalos <sup>3</sup>	
				% mín.	% máx.
<i>Galega officinalis</i>	I	252	37,9 (S)	34,2	41,6
<i>Quinchamalium chilense</i> var. <i>parviflorum</i>	N	103	15,5 (M)	12,7	18,2
<i>Hirschfeldia incana</i>	I	101	15,2 (M)	12,5	17,9
<i>Escallonia</i> sp.	N	69	10,4 (M)	8,1	12,7
<i>Tropaeolum sissilifolium</i>	N	41	6,2 (M)	4,3	8,0
<i>Trifolium repens</i>	I	30	4,5 (M)	2,9	6,1
<i>Leucheria viscida</i>	N	17	2,6 (T)	1,4	3,8
<i>Achillea millefolium</i>	I	12	1,8 (T)	0,8	2,8
<i>Haplopappus</i> sp.	N	12	1,8 (T)	0,8	2,8
<i>Echium vulgare</i>	N	9	1,4 (T)	0,5	2,2
<i>Quillaja saponaria</i>	N	9	1,4 (T)	0,5	2,2
<i>Eschscholtzia californica</i>	I	5	0,8 (R)	0,1	1,4
<i>Tristerix verticillatus</i>	N	5	0,8 (R)	0,1	1,4
Total		665	100,0		

<sup>1</sup> N: Nativa, I: Introducida.

<sup>2</sup> Clases de frecuencia: D: polen dominante (>45%), S: polen secundario (16-45%), M: polen de menor importancia (3-15%), T: polen en trazas (3% <), R: polen presente (1% <).

<sup>3</sup> Intervalos con 95% de confianza que agrupan los valores porcentuales.

Fuente origen especies: Chile flora (2005) y Muñoz *et al.* (2000).

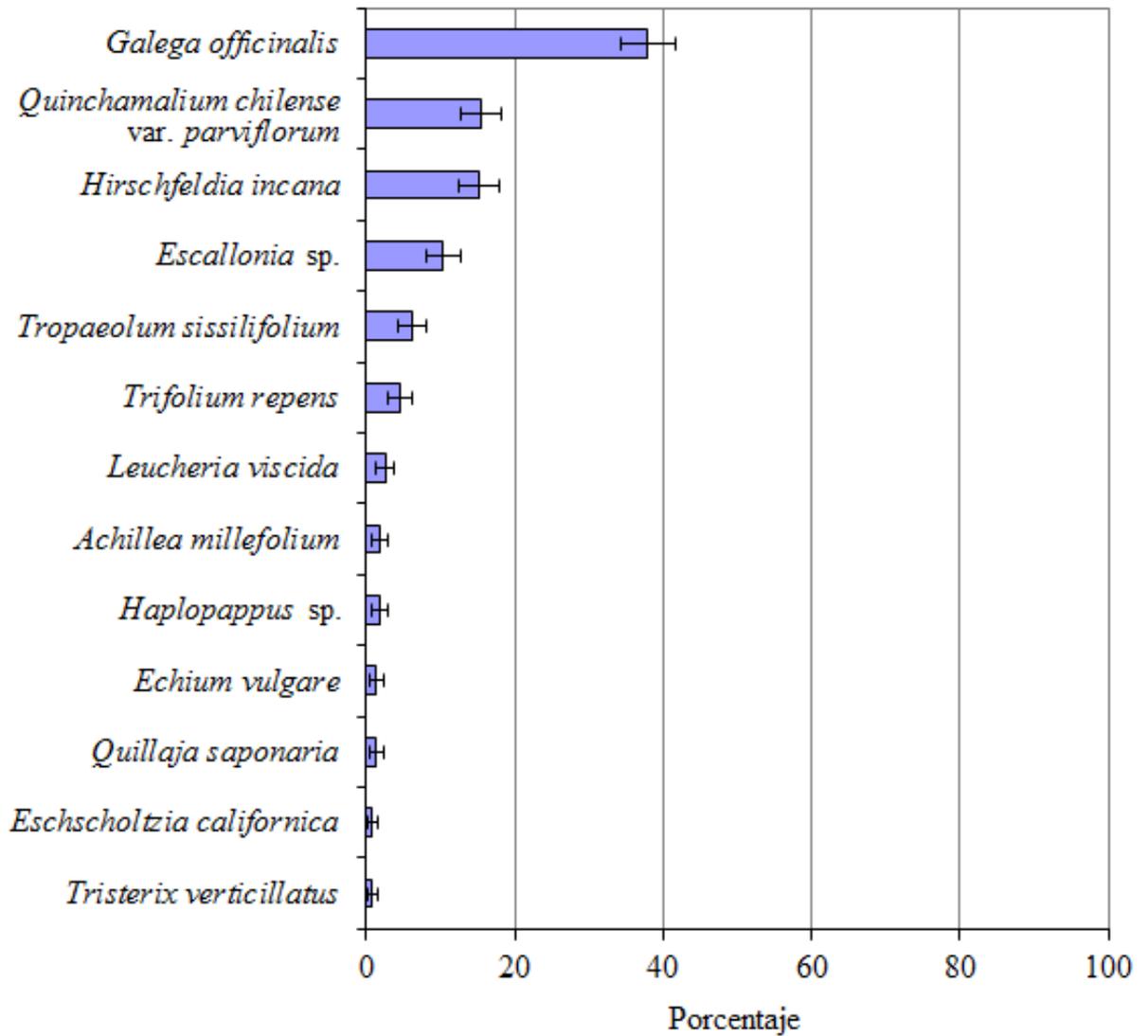


Figura 5: Porcentaje de especies con importancia melífera en la miel F3 cosechada en la pradera alto-andina de Farellones. Las barras en cada columna representan el intervalo de 95% de confianza.

Analizar en conjunto los resultados de las mieles estudiadas entrega una idea del comportamiento de las abejas en el sector. Para las tres mieles analizadas las especies determinadas fueron prácticamente las mismas, al igual que las más dominantes. Lo mismo ocurrió con el número de especies en cada una (15, 17 y 13). A pesar de esto, existen variaciones en la intensidad de uso de las abejas por éstas, lo que puede depender de las condiciones climáticas, el período de floración y la fecha de cosecha.

Las dos especies más abundantes encontradas en las tres muestras de mieles fueron *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* y *Galega officinalis*. Sin embargo, sólo la última estuvo disponible todo el período de estudio, lo que explicaría su aumento en el porcentaje de utilización a más del doble en la última cosecha con respecto a la primera. En las especies de floración larga, la intensidad de la misma puede ser oscilante, respondiendo a condiciones del ambiente, siendo utilizadas por las abejas durante algunos momentos, excepto en especie muy atractivas o de muy alta intensidad de uso, como es el caso de *Galega officinalis*, en que son visitadas siempre que están disponibles (Montenegro *et al.* 2010). Además, esta especie produce una gran cantidad de flores y néctar, logrando cubrir en el último tiempo de estudio la demanda de las abejas al verse notoriamente disminuida la demás flora. Se debe tener en cuenta también 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 en una muestra (Andrada *et al.*, 1998).

Entre las 11 especies nativas encontradas en las mieles, destacan, en orden decreciente, *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum*, *Tropaeolum sissilifolium* y *Escallonia* sp. Entre las nueve especies introducidas las más importantes fueron *Galega officinalis*, *Hirschfeldia incana* y *Trifolium repens*. A pesar de que las abejas visitaron más especies nativas, utilizaron en mayor porcentaje especies introducidas.

De las 13 familias botánicas presentes en la miel, la más importante fue *Fabaceae*, tanto en número de especies como en porcentaje de utilización por parte de las abejas. Esto difiere de los resultados obtenidos en el análisis florístico, donde la familia más representada fue *Asteraceae*. Si bien hay autores que describen diversos géneros de la familia *Asteraceae* como fuentes de néctar importantes para la actividad apícola, esta última se vio mayormente representada en el sector de estudio, tanto en número de especies como en abundancia, por el género *Senecio*, el que se caracteriza por poseer una gran variedad de alcaloides, entre ellos senecionina, que actúa como defensor químico en la planta (Yaber *et al.* 2009), disuadiendo a las abejas de no extraer su néctar y polen. Por otra parte, tres de las cuatro especies de la familia *Fabaceae* encontradas en la miel de Farellones (*Adesmia* sp., *Galega officinalis* y *Trifolium repens*) coinciden con estudios realizados por Montenegro *et al.* (2010), donde las clasifican como especies vegetales con potencial melífero presentes en la zona central, teniendo *Trifolium repens* el mayor potencial para producir miel monofloral con un manejo adecuado. *Galega officinalis*, sin embargo, fue utilizada como fuente de néctar en porcentajes de importancia secundaria (16-45%).

De las 20 especies de pólenes determinadas en las mieles, 14 se encontraban entre las especies recolectadas en el sector (ver Apéndice III). Sin embargo, otras seis no fueron

recolectadas (*Escallonia* sp., *Quillaja saponaria*, *Rubia* sp., *Schinus montanus*, *Trifolium polymorphum* y *Tristerix verticillatus*). La aparición de estas especies se pudo deber a diversas causas, como por ejemplo que algunas son más abundantes, con flores más llamativas, ricas en néctar y de fácil acceso para la abeja. Por otro lado, pudo deberse a que las abejas hayan descendido hasta aproximadamente los 1.800 m.s.n.m. en busca de especies más nectaríferas, ya que algunas de estas no son características de la pradera altoandina, como es el caso de *Quillaja saponaria*, *Rubia* sp. y *Schinus montanus*. Otra razón pudo ser que las colmenas al momento del traslado no estaban del todo limpias y contenían algo de miel elaborada en el lugar donde se encontraban anteriormente (valle central). Aunque quizás la razón más simple sea que algunas especies se pasaron por alto y no se recolectaron, como lo son *Escallonia* sp., *Trifolium polymorphum* y *Tristerix verticillatus*, ya que por literatura se encuentran registradas para el sector de estudio.

Según Montenegro *et al.* (2010), las plantas con néctares más concentrados, producidos por flores abiertas y de colores más suaves (blanco, amarillo, anaranjado claro, celeste, morado claro), son generalmente visitadas y polinizadas por insectos como abejas, mariposas y dípteros (moscas). Por otro lado, aquellas con nectarios menos concentrados, producidos por flores tubulares y de colores más fuertes (rojo, azul, violeta fuerte), son generalmente visitadas y polinizadas por aves. Esto respalda el hecho de haber encontrado una mayor presencia de polen proveniente de las flores de *Galega officinalis* (morado claro) y de *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* (amarillo o anaranjado claro) (Figura 6).



*Quinchamalium chilense*  
var. *parviflorum*



*Galega officinalis*

Figura 6: Fotografías de especies vegetales con mayor interés apícola. Fuente: Chile Flora (2005).

Para todo lo anterior, hay que considerar que *Apis mellifera* se caracteriza por ser altamente selectiva, utilizando como fuente de néctar y polen sólo algunas especies en flor, de manera que hay especies que son utilizadas significativamente más que otras. 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). De allí que no todas las especies ampliamente difundidas en una región aparezcan como tipos morfológicos dominantes en las mieles. La presencia, frecuencia y ausencia de algunos taxones, no representa la verdadera naturaleza de su ocurrencia en la flora de la región. Además, cabe destacar, que el aporte de polen de una especie puede diferir del porcentaje de contribución de néctar de esa especie a la miel (Andrada, 1998). Hay que recordar, que no sólo hay que centralizar la atención en las especies nectaríferas, la abeja también precisa fuentes de polen y propóleos, que no necesariamente coinciden con las cosechas de néctar que estarían reflejadas en este estudio.

La certificación del origen botánico y geográfico de las mieles de Farellones, reveló que dos de las tres cosechas analizadas (F2 y F3) fueron mieles poliflorales, mixta para F2 e introducida para F3, lo que no tiene mucha relevancia en la búsqueda de mieles con características únicas. La que sí destaca es la miel F1, cosechada el 13 de febrero, por ser bifloral mixta, debiendo la mayor presencia de polen a la especie nativa *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum*. Esta miel se puede comercializar como miel bifloral de pradera alto-andina de Farellones, lo que aumentaría su precio en el mercado. Sin embargo, el porcentaje aportado por esta especie en dicha miel, lleva a pensar que puede ser una especie con potencial para producir miel monofloral, el que se puede fortalecer con una mejor ubicación y manejo productivo de los apiarios y de la época de cosecha de la miel. Por lo tanto, la pradera alto-andina de Farellones tiene un gran potencial para ser considerada un centro de producción de mieles nativas con características únicas en el país, atribuibles a su origen botánico y geográfico. A través de esto, se puede establecer una denominación de origen y darle valor agregado a la producción, mejorando la competitividad al diferenciarla, 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. En términos comerciales quiere decir que se puede aumentar hasta tres veces el precio internacional al comercializar la producción como miel bifloral o monofloral de pradera alto-andina de Farellones, cumpliendo con las exigencias de certificación y calidad de los distintos mercados. Por otro lado, con esto se beneficia la protección y valoración de las especies en el sector, al constituir la materia prima que las abejas prefieren para extraer el néctar.

**Análisis sensorial de la miel.** Como una forma de confirmar y complementar el análisis melisopalínológico cualitativo realizado a las mieles de Farellones, se evaluaron sus características organolépticas en conjunto con mieles comerciales disponibles en el mercado (Cuadro 6). Los resultados del análisis de varianza (ANDEVA) mostraron diferencias significativas para la mayoría de los atributos entre las distintas mieles ( $p \leq 0,05$ ).

Cuadro 6. Comparación de distintos tipos de miel en función de características organolépticas identificadas por panel no entrenado de 12 evaluadores en escala de 0 a 15 cm.

Mieles	Color	Aroma	Sabor	Acidez <sup>ns</sup>	Dulzor <sup>ns</sup>	Viscosidad	Cristalización
F1	5,98 a	9,73 b	9,65 bc	4,72	10,74	11,07 b	4,41 ab
F2	9,33 b	11,23 b	9,31 bc	4,30	11,61	10,69 b	3,84 ab
F3	9,82 b	11,40 b	11,13 c	4,15	11,68	10,19 b	5,38 b
Quillay	9,79 b	9,93 b	7,95 ab	5,03	12,03	10,63 b	12,63 c
Ulmo	4,41 a	11,49 b	6,22 a	5,38	11,80	11,08 b	10,37 c
Polifloral	9,56 b	5,84 a	11,73 c	4,92	10,66	6,35 a	1,79 a

F1: 1ª cosecha Farellones 13 de febrero; F2: 2ª cosecha 13 de marzo; F3: 3ª cosecha 16 abril. Letras distintas en sentido vertical representan diferencias significativas de acuerdo al test de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup>: no significativo.

Respecto a los atributos sensoriales, los correspondientes a acidez y dulzor fueron poco útiles para describir la variabilidad de las mieles, ya que no mostraron diferencias significativas. Por otra parte, los atributos relacionados con el sabor y la cristalización fueron los más útiles.

La cristalización se encuentra influenciada por la actividad del agua y el contenido de humedad en la miel. La inducen también factores externos, y la composición y naturaleza de la miel según sea su origen floral (Salamanca y Serra, 2002). El atributo de acidez, obedece, igualmente, al origen botánico del néctar. Valores promedios bajos están asociados a una adecuada madurez de la miel, disminuyendo el riesgo de fermentación. También influye sobre otros factores, como la formación de color (Díaz, 2003).

En cuanto al aroma, es interesante destacar, que tanto las mieles monoflorales como las de Farellones, fueron capaces de otorgar características aromáticas más intensas, al contrario de la miel polifloral comercial, donde el aroma fue evaluado como el más débil.

La diferencia entre monoflorales y Farellones recae en el sabor, donde las segundas presentaron valores más altos, siendo así más agradables para los evaluadores. Entre los comentarios adicionales, algunos evaluadores destacaron el sabor y aroma intenso, pero a la vez agradable, de la miel de Farellones.

En general, se puede decir que la miel polifloral comercial presentó perfiles diversos y sin expresiones de atributos particulares, esto debido seguramente a la amplia variedad floral que la compone y a los diversos procesos que se somete para su comercialización. En

cuanto a las mieles monoflorales, el análisis sensorial arrojó una mayor similitud entre los atributos.

La falta de diferencias significativas entre las mieles de Farellones parece ser obvia, ya que fueron cosechadas del mismo apiario. A pesar de esto, F1 mostró un color más claro y F3 un sabor más intenso. La diferencia en el color se debe, entre otros factores, a la naturaleza del flujo de néctar en el momento de la cosecha (Salamanca y Serra, 2002) y a sus materias colorantes (pigmentos de las plantas), que varían con la fuente floral. Además, todo esto influye en el sabor (Avallone *et al.*, 1999), donde la miel más pigmentada (más oscura), estaría asociada a un sabor más intenso. También, el color es determinante del valor comercial de la miel. Todo esto se puede deber al hecho de que F3 sea miel monofloral, tomando características que difieren de las otras dos cosechas.

Para futuras investigaciones, sería importante también considerar homogenizar las mieles y estandarizar el estado físico de su presentación previo a cada sesión. Esto se logra licuando a baño María las mieles y conservándolas en envases de vidrio (Montenegro *et al.*, 2008a).

Con respecto a los resultados obtenidos, se puede decir que la metodología y el proceso de evaluación por parte del panel, fueron satisfactorios para las mieles de Farellones. A pesar de esto, se necesita recurrir a un análisis sensorial descriptivo para establecer un léxico preciso para describir los atributos de una miel. Se deben realizar sesiones de entrenamiento a los evaluadores, para desarrollar habilidades de discriminación entre las distintas muestras, utilizando diferentes descriptores para los atributos, y para reconocer diferencias en intensidades para cada atributo (Montenegro *et al.*, 2008a). También se sugiere un mayor entrenamiento en el uso de las pautas, ya que algunas de las diferencias encontradas entre los atributos se pudieron deber posiblemente a que los evaluadores utilizaron diferentes sectores de la escala de evaluación.

Los datos presentados en este análisis deben considerarse como datos preliminares, que deben ser confirmados con estudios que incluyan análisis físico-químicos de las mieles, para respaldar y dar validez a los resultados. Sin embargo, pueden ser empleados como base para impulsar la comercialización de mieles con un origen botánico y geográfico conocido, que además resultan agradables a los consumidores.

## CONCLUSIONES

La pradera alto-andina de Farellones, Región Metropolitana, presenta flora que permite producir miel con características únicas desde enero a abril de 2011, convirtiéndola en un producto particular diferenciado, que permite establecer una denominación de origen y darle valor agregado a la producción, mejorando la competitividad.

De las 20 especies de pólenes determinadas en las mieles, 11 son nativas y 9 introducidas, destacando por su mayor frecuencia *Quinchamalium chilense* var. *parviflorum* y *Galega officinalis* para las tres fechas de cosecha (F1, F2 y F3). De las 13 familias presentes en la miel, la más importante es *Fabaceae*, tanto en número de especies como en porcentaje de utilización por parte de las abejas.

La certificación del origen botánico y geográfico de las tres mieles de Farellones clasifica la primera cosecha, realizada en febrero (F1), como miel bifloral mixta, la segunda cosecha, realizada en marzo (F2), como miel polifloral mixta y la última cosecha, realizada en abril (F3), como miel polifloral introducida.

Es posible realizar apicultura de trashumancia en la pradera alto-andina de Farellones para las condiciones climáticas registradas desde enero a abril de 2011, cerrando la temporada apícola con una producción total cercana a los 70 kg por colmena, sumando las cosechas del valle y las de Farellones.

La miel de Farellones destaca entre sus características sensoriales el sabor y aroma intenso, pero agradable, a diferencia de mieles comerciales.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Ahumada, M. y L. Faúndez. 2001. Guía descriptiva de las praderas naturales de Chile. Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Depto. de Protección de los Recursos Naturales Renovables 14: 1-99.
- Andrada, A., A. Valle, E. Aramayo, S. Lamberto y M. Cantamutto. 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.
- Araya, E. 2007. Evaluación sensorial de los alimentos: Guía de laboratorio. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 69p.
- Arroyo, M., J. Armesto and C. Villagran. 1981. Plant phenological patterns in the high Andean Cordillera of central Chile. Journal of Ecology 69: 205-223.
- Arroyo, M., J. Armesto y C. Villagran. 1983. Tendencias altitudinales y latitudinales en mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. Revista Chilena de Historia Natural 56: 159-180.
- Avallone, C.; S. Montenegro y C. Chifa. 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 [en línea]. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/exactas/e-023.pdf> [Leído 2 de junio de 2012].
- Castillo, S. 2002. Efecto de la distancia de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) a los árboles de palto (*Persea americana* Mill) y efecto de un segundo ingreso de colmenas de abejas al huerto de paltos, sobre el número de abejas encontradas en las flores de palto. Tesis para título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 81p.
- Cavieres, L., A. Peñaloza and M. Arroyo. 2000. Altitudinal vegetation belts in the high-Andes of central Chile (33°S). Revista Chilena de Historia Natural 73: 331-344.
- Chile flora. 2005 [en línea]. Disponible en: <http://www.chileflora.com/Shome.htm> [Leído 9 de mayo de 2011].
- Cornejo, L. 1993. Apicultura práctica en América Latina. Boletín de Servicios Agrícolas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, Italia. 167p.

Díaz C. 2003. Determinación del origen floral y caracterización física y química de mieles de abeja (*Apis mellífera* L.), etiquetadas como “miel de ulmo” (*Eucryphia cordifolia* Cav.). Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 53p.

Flora chilena. 2006. Enciclopedia de la flora chilena [en línea]. Disponible en: <http://www.florachilena.cl> [Leído 9 de mayo de 2011].

González-Viñas, M., A. Moya and M. Cabezudo. 2002. Description of the sensory characteristics of spanish unifloral honeys by free choice profiling. *Journal of Sensory Studies* 18: 103-113.

González, M., C. de Lorenzo and R. Pérez. 2007. Sensory attributes and antioxidant capacity of spanish honeys. *Journal of Sensory Studies* 23: 293-302.

Heusser, C. 1971. Pollen and Spores of Chile: Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, United States. 167p.

Hoffmann, A., M. K. Arroyo, F. Liberona, M. Muñoz y J. Watson. 1998. Plantas altoandinas en la flora silvestre de Chile. Edic. Claudio Gay. Santiago. 281 p.

Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). 2006. Qualitas Agroconsultores. Documento de síntesis del Diagnóstico y Agenda Estratégica de La Cadena Apícola en Chile. Centro Nacional de Desarrollo Apícola, Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Santiago, Chile. 48p.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2008. Producción apícola, informe anual [en línea]. Disponible en: [http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario\\_de\\_publicaciones/pdf/30\\_11\\_09/completa\\_apicola.pdf](http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/30_11_09/completa_apicola.pdf) [Leído 20 de mayo de 2011].

Jean-Prost, P., P. Médori e Y. Le Conte. 2007. Apicultura: conocimiento de la abeja. Manejo de la colmena. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 791p.

Louveaux, J., A. Maurizio, and G. Vorwohl. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee world* 59(4): 139-157.

Mead, R., R. Curnow and A. Hasted. 1993. *Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology*. Segunda edición. Editorial Chapman y Hall. London. U.K. 415 p.

Ministerio de Agricultura. 2006. Miel de abejas - Denominación de Origen Botánico Mediante Ensayo Melisopalínológico. NCh2981.Of2005 (2005). Declarada Norma Chilena Oficial de la República el 14 de diciembre de 2005. Decreto Exento N° 765, Ministerio de Agricultura. Diario Oficial N° 38.358 del 9 de enero de 2006. Santiago, Chile.

- 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 Biobío, Facultad de Recursos Naturales. Chillan, Chile. 88 - 115 p.
- Montenegro, G., M. Gómez y G. Ávila. 1992. Importancia relativa de especies cuyo polen es utilizado por *Apis mellifera* en el área de la Reserva Nacional los Ruiles, VII región de Chile. Acta Botánica Malacitana 17: 167-174.
- Montenegro, G., M. Gómez, R. Pizarro, G. Casaubon y R. Peña. 2008a. Implementación de un panel sensorial para mieles chilenas. Cien. Inv. Agr. 35(1): 51-58.
- Montenegro, G., M. Gómez, J. Díaz-Forestier y R. Pizarro. 2008b. Aplicación de la Norma Chilena Oficial de denominación de origen botánico de la miel para la caracterización de la producción apícola. Cien. Inv. Agr. 35(2): 181-190.
- Montenegro, G., S. Rodríguez, S. Vío, M. Gómez, R. Pizarro, A. Mujica y X. Ortega. 2010. Investigación científica y tecnológica en productos apícolas. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Fundación COPEC – Universidad Católica. Santiago, Chile. 240p.
- Muñoz, M., A. Moreira, C. Villagrán y F. Luebert. 2000. Caracterización florística y pisos de vegetación en los Andes de Santiago, Chile Central. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural. Santiago, Chile 49: 9-5.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). 2012. Principales destinos de la miel chilena: evolución y coyuntura, julio de 2012 [en línea]. Disponible en: <http://www.odepa.cl//odepaweb/publicaciones/doc/6607.pdf;jsessionid=0F6D28FF93527CBF17DDABB204B2C653> [Leído 1 de agosto de 2012].
- Piana, M., L. Persano, A. Bentabol, E. Bruneau, S. Bogdanov and C. Guyot. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. Apidologie 35: 26-37.
- Ramírez, R. y G. Montenegro. 2004. Certificación del Origen Botánico de Miel y Polen Corbicular pertenecientes a la Comuna de Litueche, VI Región de Chile. Cien. Inv. Agr. 31(3): 197-211.
- Rozzi, R., J. Molina, y P. Miranda. 1989. Microclima y períodos de floración en laderas de exposición ecuatorial y polar en los Andes de Chile Central. Revista Chilena de Historia Natural 62: 75-84.
- Sáenz, C. 1978. Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico. H. Blume Ediciones. Madrid, España. 219p.

Salamanca, G. y B. Serra. 2002. Estudio analítico comparativo de las propiedades fisicoquímicas de mieles de *Apis mellifera* en algunas zonas apícolas de los Departamentos de Boyacá y Tolima, Colombia [en línea]. Disponible en: [http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/floraapicola/128\\_mieles\\_colombia.pdf](http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/floraapicola/128_mieles_colombia.pdf) [Leído 2 de junio de 2012].

Sayas, R. y L. Huamán. 2009. Determinación de la flora polinífera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. *Ecología Aplicada* 8(1): 53-59.

Villarroel, D., R. Rebolledo y A. Aguilera. 1998. Estudio comparativo de producción de miel con una y dos reinas por colmena en la zona de Nueva Imperial, IX Región, Chile [en línea]. Disponible en: [http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S030488021998000200012&script=sci\\_arttext](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S030488021998000200012&script=sci_arttext) [Leído 10 de agosto de 2012].

Yaber, M., M. Ciancia y S. Leicach. 2009. Variación en la producción de alcaloides en inflorescencias de *Senecio grisebachii* por deficiencia de nutrientes. *Ciencia del Suelo*. Buenos Aires, Argentina. 27(1): 31-39.

## APÉNDICES

### Apéndice I

#### Método para trabajar en polen<sup>1</sup>

##### Solución de Calberla original

5ml glicerina

10ml alcohol 95%

15 gotas de H<sub>2</sub>O destilada

4 gotas de solución acuosa saturada (llamada también fucsina de diamante)

##### Gelatina glicerinada

1 parte de gelatina

6 partes de H<sub>2</sub>O destilada

7 partes de glicerina

2 a 3 granitos de Timol (cristales de timol)

<sup>1</sup> Fuente: Laboratorio de Anatomía Vegetal del Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 2012 (comunicación personal).

## Apéndice II

EVALUACIÓN DE CALIDAD  
(Pauta no estructurada)

NOMBRE \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_  
N° MUESTRA \_\_\_\_\_

Indique con una línea vertical la intensidad de su sensación para cada uno de los parámetros de calidad.

Color  
|-----|  
Muy claro |-----| Muy oscuro

Aroma  
|-----|  
Muy débil |-----| Muy intenso

Sabor  
|-----|  
Muy desagradable |-----| Muy agradable

Acidez  
|-----|  
Muy baja |-----| Muy alta

Dulzor  
|-----|  
Muy bajo |-----| Muy alto

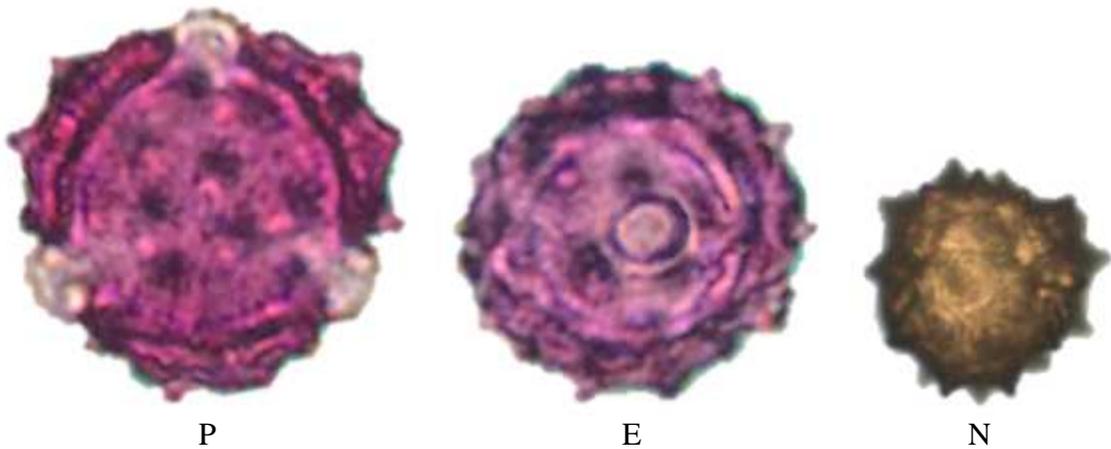
Viscosidad  
|-----|  
Muy baja |-----| Muy alta

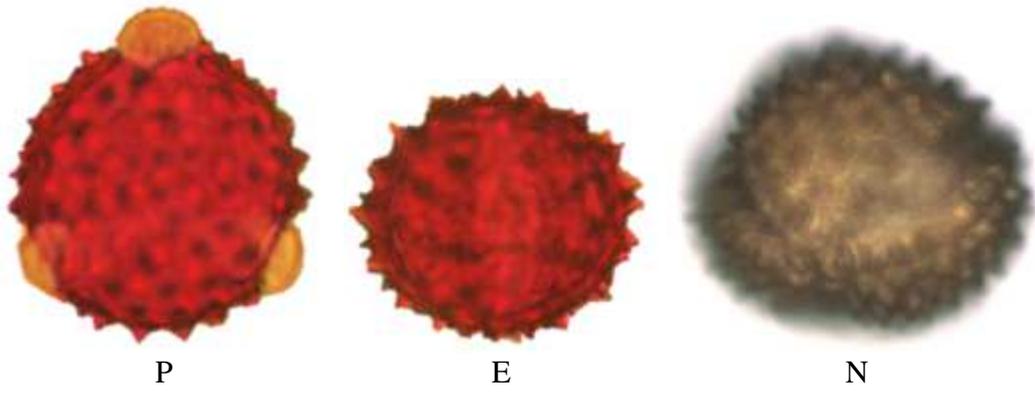
Cristalización  
|-----|  
Muy baja |-----| Muy alta

Comentarios:

## Apéndice III

Fotografías digitales de la estructura de los granos de polen de las especies con importancia melífera, tomadas a preparaciones teñidas y al natural (N) con microscopio óptico con un aumento de 400x. Se muestran dos vistas del grano, P para vista polar y E para vista ecuatorial.

*Apiaceae**Asteriscium aemocarpon**Asteraceae**Achillea millefolium*10  $\mu$ m

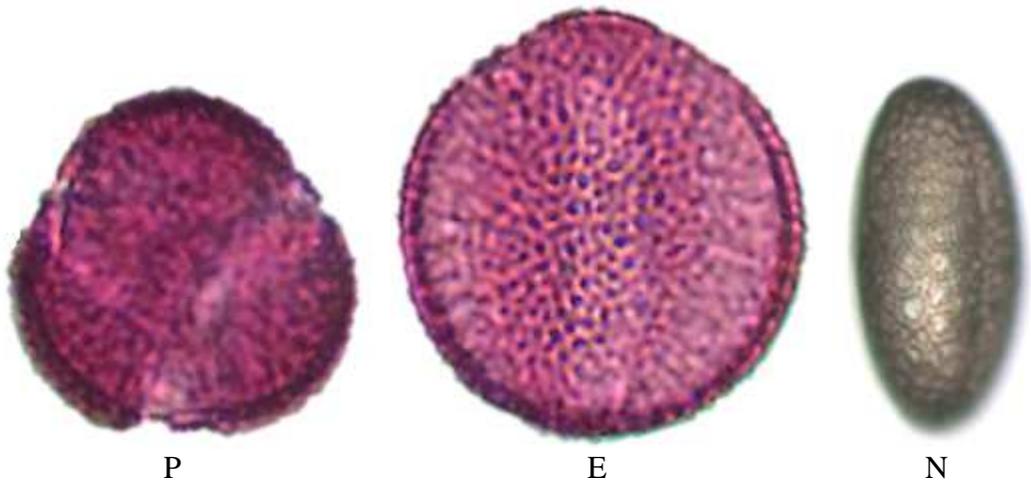


*Haplopappus* sp.



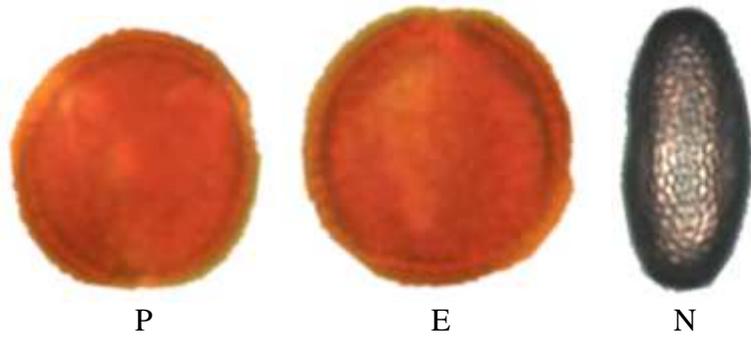
*Leucheria viscida*

*Brassicaceae*



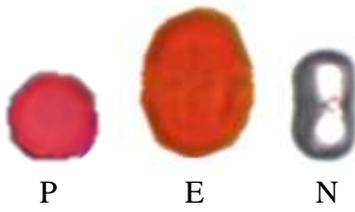
*Hirschfeldia incana*

10  $\mu$ m

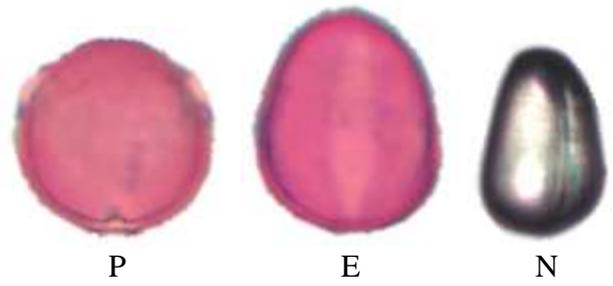


*Sisymbrium orientale*

*Boraginaceae*

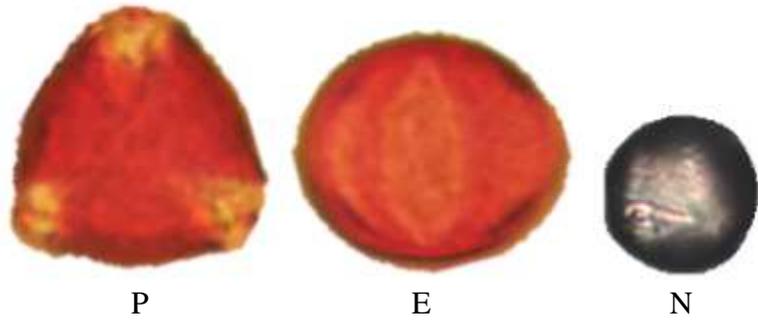


*Cynoglossum creticum*



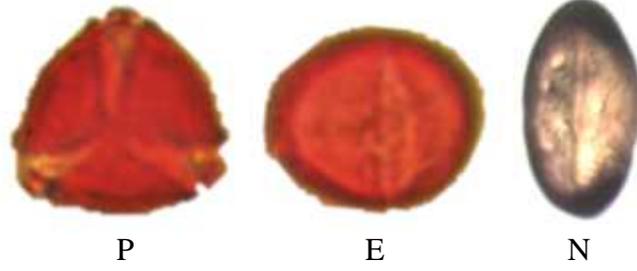
*Echium vulgare*

*Fabaceae*

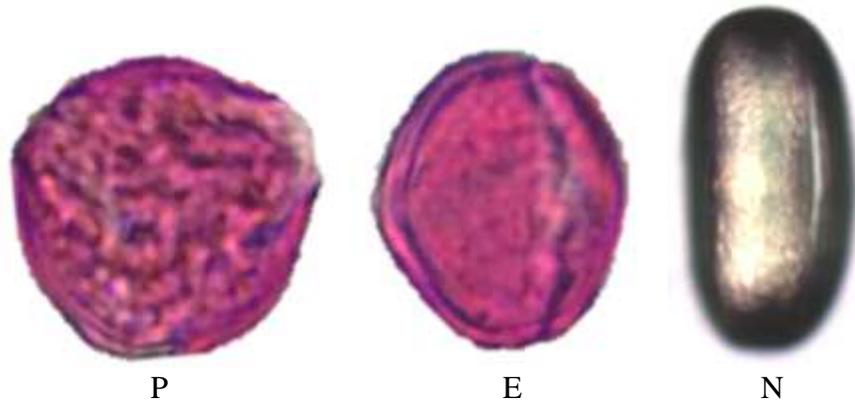


*Adesmia* sp.

10  $\mu$ m

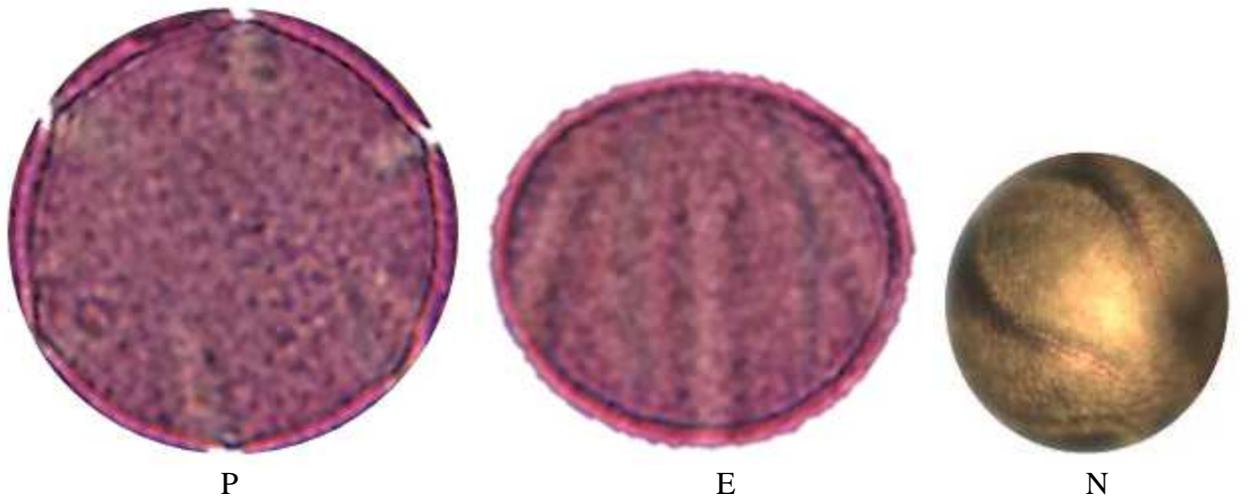


*Galega officinalis*



*Trifolium repens*

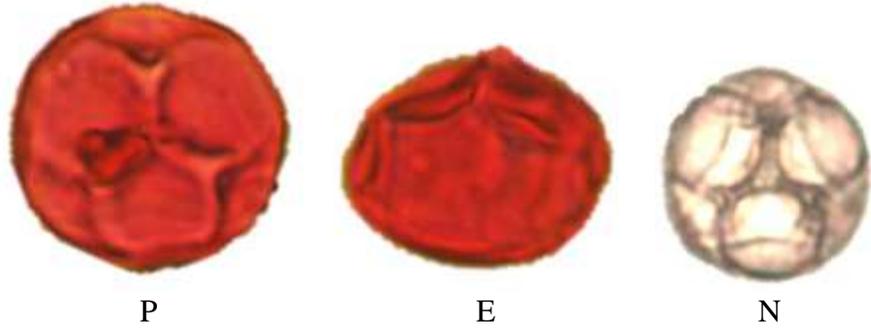
*Papaveraceae*



*Eschscholtzia californica*

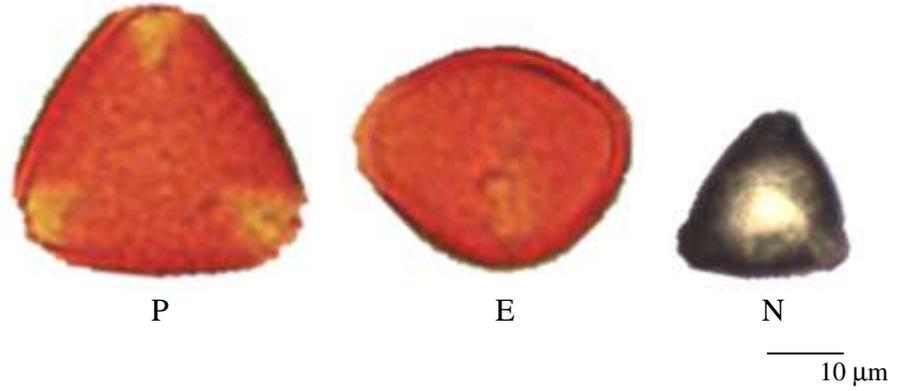
10 μm

*Santalaceae*



*Quinchamalium chilense* var. *parviflorum*

*Tropaeolaceae*



*Tropaeolum sessilifolium*