

## Mieles monoflorales pampeanas de *Condalia microphylla* Cav. y *Centaurea solstitialis* L.: análisis melisopalinológicos relacionados con caracteres fisicoquímicos

María A. TAMAME<sup>1</sup> y Ofelia A. NAAB<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina. matamame@yahoo.com.ar.

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. CC 300, 6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina. naab@agro.unlpam.edu.ar.

**Abstract:** La Pampa unifloral honeys of *Condalia microphylla* Cav. and *Centaurea solstitialis* L.: melissopalynological and physicochemical relations. Physicochemical (colour, free acidity, pH, moisture, glucose contents, glucose/water ratio, electric conductivity and granulation) and melissopalynological properties (absolute and relative pollen frequency) of two honeys of different botanical origin were related. The unifloral honey samples of *Condalia microphylla* and *Centaurea solstitialis* come from 8 apiaries located in the Caldén District, Phytogeographical Espinal Province. All the analyzed variable, except moisture, allow to differ the patterns of both botanical origin honeys. The variables colour, electric conductivity and pH show a high relation and they are also related to elevated values of acidity present in the samples with high abundance of pollen. These results were correlated with the unifloral honeys of *Condalia microphylla*. The pollen analysis suggests that there is a sub-representation of pollen in *Centaurea solstitialis* honey and an overrepresentation in the *Condalia microphylla* honey. The cluster analyses, taking into account all the variables under study, permits the arrangement of the samples in two groups according to the botanical origin.

**Key words:** Melissopalynology, physicochemical properties, unifloral honey, *Condalia microphylla*, *Centaurea solstitialis*.

El origen botánico de una miel es determinado a través del análisis de su contenido polínico. Este estudio, junto con caracteres organolépticos y fisicoquímicos relacionados se requieren para la tipificación de las mieles (Thawley, 1968; Steinkraus *et al.*, 1972). Según un criterio clásico sostenido a partir de Zander (1935), y adoptado posteriormente por Lieux (1972) y Louveaux *et al.* (1978), las mieles se consideran monofloras cuando el tipo polínico más abundante supera el 45% y multifloras cuando están definidas por tipos polínicos secundarios que no alcanzan este porcentaje.

Tood & Vansell (1942) demostraron que no todas las plantas ofrecen iguales cantidades de polen y néctar, por lo tanto no existe una relación igualitaria entre ellos. Del mismo modo, Demianowicz (1964) consideró que el contenido relativo de polen no siempre refleja la principal fuente de néctar floral, pudiendo estar sub o sobrerrepresentado en relación al néctar. Entre las razones que explican estas diferencias se han citado la remoción de polen que la abeja realiza del néctar colectado durante el regreso a la colmena, la producción desigual de polen en relación al néctar en distintas especies vegetales y el ta-

maño de los granos de polen, dado que las abejas remueven más fácilmente los granos de polen grandes, que los pequeños.

La tipificación de las mieles requiere de estudios melisopalinológicos complementados con análisis fisicoquímicos que determinen su origen botánico, geográfico y su calidad. Estos estudios permiten otorgarle un mayor valor comercial a la miel.

En Argentina, no existen estudios integrados que posibiliten alcanzar una tipificación precisa de sus mieles. Sin embargo, existen numerosos estudios melisopalinológicos. Particularmente, en la Provincia fitogeogeográfica del Espinal, región de origen de las mieles que hemos analizado, se destacan los realizados por Costa de Bringas (1982), Costa *et al.* (1995), Valle *et al.* (1995), Andrada *et al.* (1998), Andrada & Gallez (2000), Andrada (2001), Naab *et al.* (2001) y Andrada & Tellería (2002). Estos trabajos permitieron caracterizar regionalmente a las mieles y detectar las principales fuentes nectaríferas utilizadas por las abejas.

Los estudios vinculados con las características fisicoquímicas de mieles argentinas son escasos pudiéndose mencionar los de Baldi *et al.* (1993), Naab & Torroba (1993), Marti *et al.* (1995), Gallez *et al.* (1999), Naab *et al.* (1999), Andrada *et*

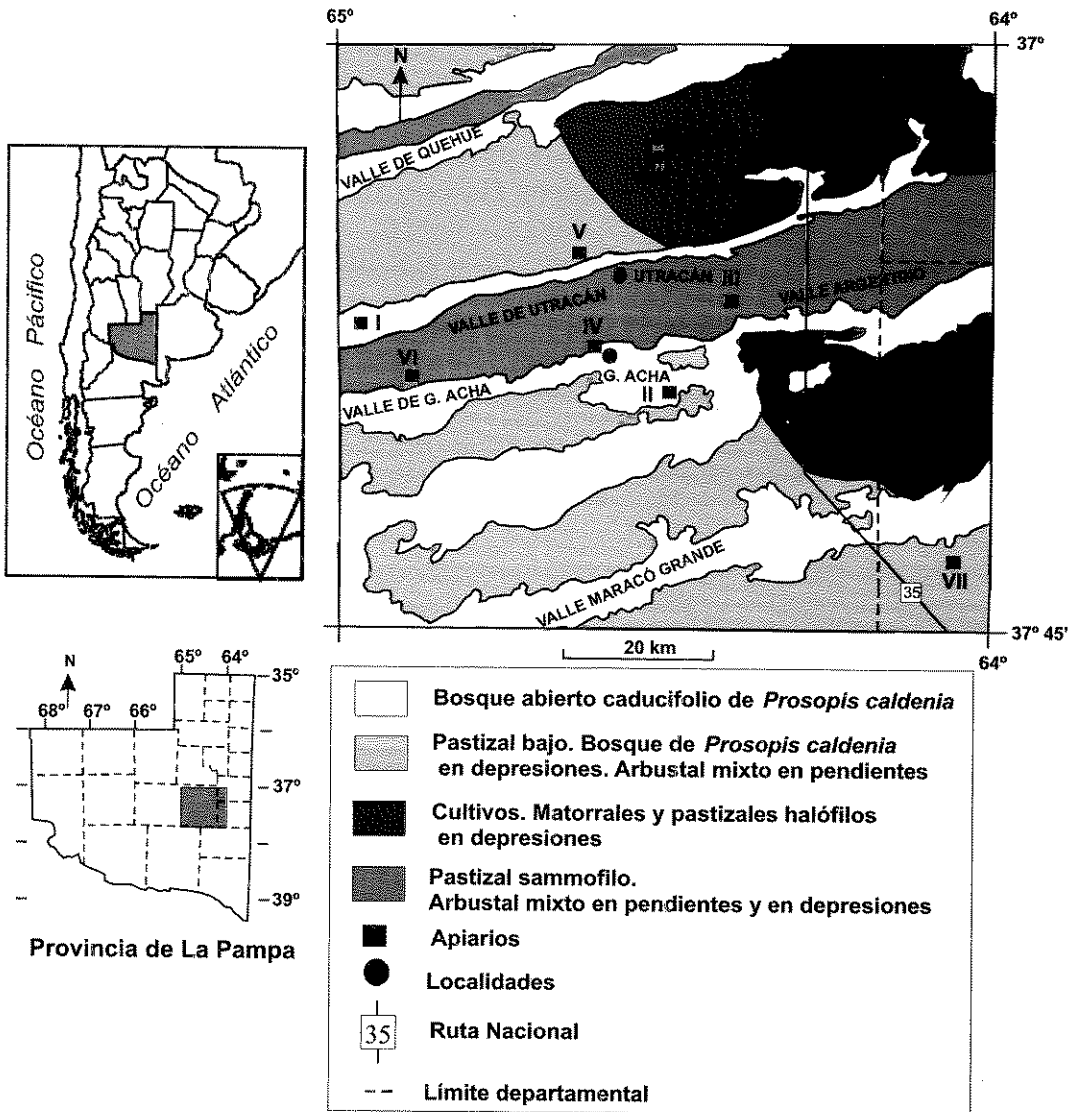


Fig. 1. Área de estudio. Ubicación de los apiarios y comunidades vegetales representadas.

al. (2000a, 2000b), Chifa *et al.* (2000), Subovsky *et al.* (2000), y Andrada (2001).

Andrada *et al.* (2000a), Andrada (2001) y Andrada & Tellería (2002) analizaron particularmente mieles de *Condalia microphylla* Cav., uno de los objetos de estudio de este trabajo, tanto en sus caracteres palinológicos como fisicoquímicos.

Con el fin de aportar a la tipificación de mieles, se relacionaron caracteres fisicoquímicos con los melisopalinológicos en mieles monofloras de *Condalia microphylla* y *Centaurea solstitialis* L. Con este objetivo fueron seleccionadas mieles monofloras de estas dos especies melíferas importantes en la provincia de La Pampa, presentes en

la Provincia fitogeográfica del Espinal, Distrito del Caldén. Entre las características fisicoquímicas a analizar fueron seleccionadas el pH, la conductividad eléctrica, la acidez libre, el color, el contenido de glucosa, la relación glucosa/agua y la granulación, por ser variables que presentan alta relación con el origen botánico.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de miel analizadas provienen de 8 apiarios localizados en los departamentos de Utracán y Guatraché de la provincia de La Pampa, Argentina (Fig. 1).

El área de influencia de los apiarios está incluida dentro de la región fisiográfica Oriental (subregión de las mesetas y valles) (Cano, 1980) y en el sistema de valles transversales (Calmels, 1996). Las mesetas, suavemente onduladas, están separadas por valles transversales los cuales tienen rumbo NE-SO. En el interior de los valles se presentan cordones medianos con lagunas y salitrales en rosario (Cano, 1980).

La vegetación más representativa del área corresponde a la Provincia fitogeográfica del Espinal, Distrito del Caldén (Cabrera, 1994). En los valles, además del bosque abierto de *Prosopis caldenia* Burk., predominan pastizales sammófilos de gramíneas como *Elyonurus muticus* (Spreng.) O. Kuntze y Compositae como *Hyalis argentea* Don. En las pendientes existen arbustales mixtos de *Larrea divaricata* Cav., *Condalia microphylla*, *Chusqueira erinacea* Don. y *Prosopis flexuosa* DC. var *depressa*. En las lagunas permanentes aparecen comunidades palustres y en las áreas intermedias matorrales y pastizales halófilos. En las mesetas domina el pastizal bajo con arbustos y gramíneas intermedias, donde *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel y *Stipa tenuis* Philippi son las especies dominantes del estrato herbáceo. Las áreas deprimidas del terreno presentan bosque de *Prosopis caldenia* Burk. (Cano, 1980).

Las áreas que han sido desmontadas se destinan a cultivos de pasturas que son invadidas por diferentes malezas entre las que se destaca *Centaurea solstitialis*, presente con mayor frecuencia en suelos arenosos.

Los análisis melisopalinológicos se realizaron en muestras acetolizadas (Erdtman, 1960) en las que previamente se agregó un número conocido de tabletas de esporas de *Lycopodium* sp. para la determinación de la abundancia polínica en 10 gr de miel (Stockmarr, 1971). Para la determinación de las clases de frecuencia se siguió el criterio de Louveaux *et al.* (1978).

Los valores de contenido absoluto de polen y de porcentaje mínimo del tipo polínico dominante para considerar a las mieles como monofloras fueron ajustados según la metodología propuesta por Moar (1985). Estos ajustes se realizan en relación a una miel de *Trifolium repens* L. (con un 45% del polen dominante y con 23.116 granos de polen en 10 gr de miel, por lo que corresponde al Grupo II) considerada estándar por ese autor.

El contenido de polen absoluto ajustado (APC) se obtuvo mediante la fórmula: APC ajustado =  $(a \times 45\%) / b$ . Siendo: a, contenido de polen absoluto promedio de las muestras; b, porcentaje de polen dominante promedio.

El porcentaje mínimo ajustado (PM) se obtuvo mediante la fórmula: PM ajustado: [APC ajustado/

tado/(APC ajustado + constante)] x 100. Siendo la constante 23.116 (APC promedio de la miel de *Trifolium repens*).

Entre los análisis fisicoquímicos fueron determinados el pH, la humedad, la conductividad eléctrica, la acidez libre, el color, el contenido de glucosa y la relación glucosa/agua.

Los estudios palinológicos y fisicoquímicos se realizaron en 17 muestras de miel con 45-83% de polen de *Centaurea solstitialis* ("abrepuño amarillo") y en 12 muestras con 47-97% de polen de *Condalia microphylla* ("piquillín"), colectadas entre diciembre de 1996 y febrero de 1999. Las mismas fueron extraídas por escurrimiento directo de los panales aún no operculados con la precaución de no incluir celdas de polen. Debido a las tonalidades oscuras que presentan las mieles de "piquillín", habitualmente los apicultores las mezclan con mieles de otros orígenes botánicos a los fines de su comercialización. Por esta razón, se optó por la extracción de las muestras directamente de los panales.

El pH fue medido con un potenciómetro digital Hatch EC 10 a partir de una solución de 10 gr de miel y 75 ml de agua bidestilada, libre de CO<sub>2</sub> (A.O.A.C., 1999). La humedad fue determinada indirectamente con un refractómetro de Abbe. Los porcentajes de humedad fueron obtenidos a partir de los índices de refracción utilizando una tabla de conversión (A.O.A.C., 1999). La conductividad eléctrica fue medida con un conductímetro digital Hanna HI 8733, utilizándose la técnica de Bianchi (1992). Los valores de conductividad fueron convertidos a porcentajes de cenizas. La acidez libre (expresada en miliequivalentes de ácido por Kg de miel) fue determinada por titulación de una solución de 10 gr de miel en 75 ml de agua bidestilada con hidróxido de sodio 0,1 N, utilizando fenolftaleína como indicador (Bianchi, 1990).

Para la determinación del color se leyó la absorbancia de una solución de 10 gr de miel en agua destilada, hasta completar un volumen de 20 ml, en un espectrofotómetro Coleman a 635 nm (Bianchi, 1986).

El contenido de glucosa fue determinado con un método enzimático utilizando un *kit* de glicemia enzimática del Wiener Lab. Fueron realizadas las correspondientes diluciones de las mieles para adaptarlas al estándar de glucosa del método. La absorbancia fue leída en un espectrofotómetro Metrolab 1700 a 505 nm. Los valores obtenidos se expresaron en porcentaje. Esta técnica empleada es equivalente a la propuesta en la Norma Mexicana de Miel (2001).

A partir de los valores de glucosa y humedad se calculó la relación glucosa/agua (G/A), para cada una de las muestras. Esta relación es uno de los

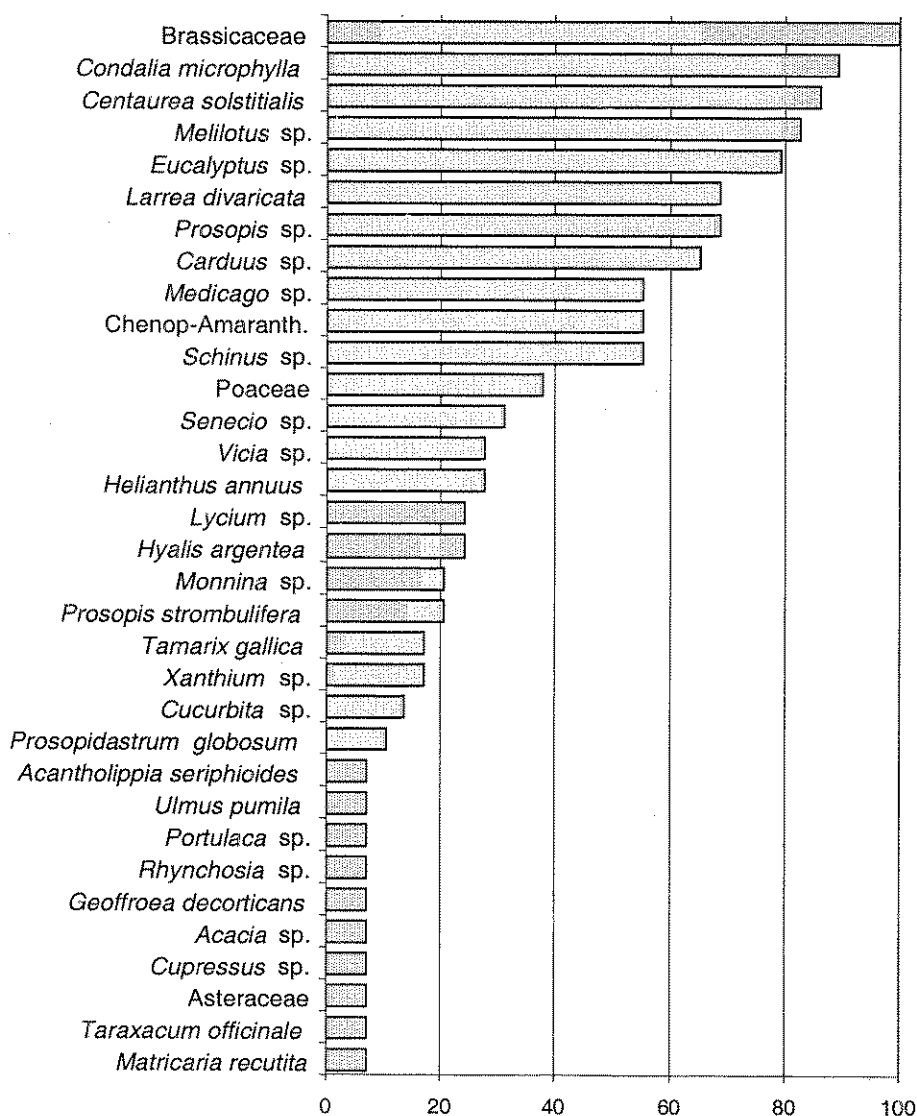


Fig. 2. Frecuencia de aparición de los tipos polínicos en las muestras.

índices utilizados para predecir la tendencia a la granulación de una miel.

Los datos de cada variable fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) realizándose las comparaciones de media con el test de mínimas diferencias significativas (MDS) con un nivel de confianza del 95%. En los casos en que no se cumplían los supuestos de normalidad y homocedasticidad fueron realizadas las correspondientes transformaciones de los datos.

Finalmente fue realizado un análisis de conglomerados para las variables y las muestras utilizando la raíz cuadrada de la distancia euclídea y el método de agrupamiento promedio.

## RESULTADOS

### Análisis melispalinológicos

Las muestras estudiadas fueron seleccionadas en un análisis preliminar, de tal modo que correspondieran, según el criterio de Louveaux *et al.* (1978), a mieles monofloras de *Centaurea solstitialis* o de *Condalia microphylla*. Las primeras presentaron un promedio del 67,9% de su tipo polínico dominante y las segundas un 80,8%.

Los tipos polínicos determinados en las muestras de miel y sus correspondientes clases de frecuencias de acuerdo con Louveaux *et al.* (1978) se presentan en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Clases de frecuencia de los tipos polínicos determinados en las muestras de miel monofloras de *Centaurea solstitialis*.

|   | <i>Condalia microphylla</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|   | 1                           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Anacardiaceae- <i>Schinus</i> sp.             | T                           | M | M | T | T | T |   |   |   | T  |    |    |
| Asteraceae- <i>Carduus</i> sp.                |                             | T |   |   | T |   | T |   | T | T  | T  |    |
| <i>Centaurea solstitialis</i>                 | T                           | T | T | T | T |   | T |   |   | T  | T  |    |
| <i>Chuiraga erinacea</i>                      |                             | T |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <i>Gaillardia</i> sp.                         |                             | T |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <i>Helianthus annuus</i>                      | T                           | T |   |   |   |   |   |   |   |    |    | T  |
| <i>Hyalis argentea</i>                        |                             | T |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <i>Matricaria recutita</i>                    |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | T  |
| <i>Senecio</i> sp.                            |                             | T |   | T |   | T |   |   |   | T  |    |    |
| Brassicaceae                                  | M                           | S | T | T | T | M | T | T | M | T  | T  | T  |
| Chenop - Amaranth.                            |                             | T |   | T |   |   |   |   |   |    |    | T  |
| Cupressaceae- <i>Cupressus</i> sp.            |                             |   |   |   |   |   |   |   |   | T  |    |    |
| Cyperaceae                                    |                             |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Ephedraceae- <i>Ephedra triandra</i>          |                             |   |   |   |   |   |   |   |   | T  |    |    |
| Euphorbiaceae- <i>Euphorbia</i> sp.           |                             |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Fabaceae- <i>Geoffroea decorticans</i>        |                             |   |   |   |   |   |   | T | T |    |    |    |
| <i>Medicago</i> sp.                           |                             |   |   |   | T | T | T |   |   |    |    |    |
| <i>Melilotus</i> sp.                          | T                           | T |   | T | T | T |   |   |   | T  | T  |    |
| <i>Prosopidastrum globosum</i>                |                             |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | T  |
| <i>Prosopis</i> sp.                           | T                           | T | T | T | T | T | T |   |   | M  | S  | T  |
| <i>Prosopis strombulifera</i>                 |                             |   |   | T | T | T |   |   |   |    |    |    |
| <i>Rhynchosia</i> sp.                         |                             |   |   |   |   |   |   |   | T |    | T  |    |
| <i>Vicia</i> sp.                              |                             |   |   |   |   |   |   | S | S | T  | T  | T  |
| Malvaceae- <i>Sphaeralcea</i> sp.             |                             |   |   |   |   |   | T |   |   |    |    |    |
| Myrtaceae- <i>Eucalyptus</i> sp.              | T                           | S | S | T |   | M | T |   |   | T  |    |    |
| Portulacaceae- <i>Portulaca</i> sp.           |                             |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Polygalaceae- <i>Monnina</i> sp.              |                             | T | T | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Poaceae                                       | T                           | T |   |   |   |   |   | T |   | T  | T  |    |
| Rhamnaceae- <i>Condalia microphylla</i>       | D                           | D | D | D | D | D | D | D | D | D  | D  | D  |
| Solanaceae- <i>Lycium</i> sp.                 |                             |   |   |   |   |   | T |   | T | T  |    |    |
| Tamaricaceae- <i>Tamarix gallica</i>          |                             |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Typhaceae- <i>Typha</i> sp.                   | T                           |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Verbenaceae- <i>Acantholippia seriphoides</i> | T                           |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Zygophyllaceae- <i>Larrea divaricata</i>      | M                           | T | M | T | T | T | S | T | T | T  | M  | T  |
| Indeterminados                                |                             |   |   |   |   | T |   |   | T |    | T  |    |

Teniendo en cuenta las frecuencias de aparición de cada tipo polínico en la globalidad de las muestras se observa que tanto *C. microphylla* como *Centaurea solstitialis* presentan una alta frecuencia (mayor al 60%), junto con Brassicaceae, *Melilotus* sp. (Fabaceae), *Eucalyptus* sp. (Myrtaceae), *Larrea divaricata* (Zygophyllaceae), *Prosopis* sp. (Fabaceae) y *Carduus* sp. (Asteraceae) (Fig. 2).

Las mieles de *Centaurea solstitialis* se caracterizan, según el contenido de polen en 10 gr de miel, por ser de Grupo I y, en menor medida de Grupo II. Por el contrario, las de *Condalia microphylla* presentan un mayor contenido

polínico pudiendo ser de Grupo II a V (Fig. 3).

El cálculo ajustado del porcentaje mínimo requerido para que una miel sea monoflora sugerido por Moar (1985), otorgó para las mieles de *Centaurea solstitialis* un valor mínimo del 25,2% con un contenido polínico absoluto de 7.755 granos de polen/10 gr de miel. Para las mieles de *Condalia microphylla* los valores ajustados fueron 90,2% y 213.163 granos de polen/10 gr de miel.

#### Análisis fisicoquímicos

En el Cuadro 3 se presentan los promedios y desvíos estándar obtenidos para cada variable en las mieles de ambos orígenes. Estos valores se

Cuadro 2. Clases de frecuencia de los tipos polínicos determinados en las muestras de mieles monofloras de *Condalia microphylla*.

|   | <i>Centaurea solstitialis</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
|   | 1                             | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Anacardiaceae-Schinus sp.               |                               | T |   |   | T |   | T |   | T | T  |    |    | T  | T  |    | T  |    |
| Asteraceae                              |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | T  |    |    | T  |
| <i>Carduus</i> sp.                      | T                             |   | T | T | T | T | T | T | T | T  | T  | T  |    | T  |    |    | T  |
| <i>Centaurea solstitialis</i>           | D                             | D | D | D | D | D | D | D | D | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  |
| <i>Gamochaeta</i> sp.                   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | T  |
| <i>Helianthus annuus</i>                | S                             |   |   |   |   |   |   |   | T | T  |    |    |    | T  |    |    | T  |
| <i>Hyalis argentea</i>                  |                               |   |   |   |   |   |   |   | T |    |    | T  | T  |    | T  | T  | T  |
| <i>Matricaria recutita</i>              |                               |   |   |   | T |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Senecio</i> sp.                      | T                             | T |   |   |   |   | T | T | T |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Taraxacum officinale</i>             |                               |   |   |   | T |   |   | T |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Verbesina</i> sp.                    |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | T  |
| <i>Xanthium</i> sp.                     |                               |   |   |   | T |   | T | T | T |    | T  |    |    |    |    |    |    |
| Brassicaceae                            | S                             | S | M | T | M | M | M | S | S | M  | S  | S  | M  | S  | M  | M  | S  |
| Caryophyllaceae- <i>Stellaria</i> sp.   |                               |   |   |   |   |   |   | T |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Chenop - Amaranth.                      | T                             | T | T |   | M | T | T | T | T |    | T  | T  | T  | T  | T  |    |    |
| Cucurbitaceae- <i>Cucurbita</i> sp.     | T                             |   |   |   |   |   | T |   |   |    |    |    | T  |    |    |    | T  |
| Cupressaceae- <i>Cupressus</i> sp.      | T                             |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Fabaceae- <i>Acacia</i> sp.             |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | T  |    | T  |    |    |
| <i>Lathyrus</i> sp.                     |                               |   |   |   |   |   |   |   | T |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Medicago</i> sp.                     | T                             | T | T | T | T | T | T | T | T | T  | T  | T  |    |    |    |    | T  |
| <i>Melilotus</i> sp.                    | T                             | M | T | M | T | T | T | T | T | T  | M  | T  | M  | T  | M  | T  | T  |
| <i>Prosopidastrum globosum</i>          |                               |   | T |   |   |   |   |   |   |    | T  |    |    |    |    |    |    |
| <i>Prosopis</i> sp.                     | T                             | T | T |   | T | T | T |   | T |    |    |    |    | M  |    | M  | T  |
| <i>Prosopis strombulifera</i>           |                               |   |   |   |   | T |   |   |   |    |    | T  |    |    |    |    |    |
| <i>Trifolium</i> sp.                    |                               |   |   | T |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| <i>Vicia</i> sp.                        |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    | T  |
| Myrtaceae- <i>Eucalyptus</i> sp.        | T                             | M | T | T | T | T | T | T | M | S  | T  |    | M  | M  | M  | S  | M  |
| Poaceae                                 |                               |   | T |   | T | T |   | T | T |    |    | T  |    |    |    |    |    |
| Polygalaceae- <i>Monnina</i> sp.        | T                             |   |   |   |   | T |   | T |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Portulacaceae- <i>Portulaca</i> sp.     |                               |   |   |   | T |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Rhamnaceae- <i>Condalia microphylla</i> | M                             | M | M | M | M | M | T | T | S | T  | T  | T  | M  |    | M  |    |    |
| Solanaceae- <i>Lycium</i> sp.           | T                             |   |   |   |   |   |   | T |   |    |    |    | T  |    | T  |    |    |
| Tamaricaceae- <i>Tamarix</i> sp.        |                               |   |   |   |   |   |   |   |   | T  |    |    |    | T  | T  |    | T  |
| Ulmaceae- <i>Ulmus pumila</i>           |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | T  |    | T  |    |    |
| Verbenaceae                             |                               |   |   |   |   |   | T |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Zygophyllaceae- <i>Larrea</i> sp.       | T                             |   | T |   | T | T | T |   | T |    | T  | T  |    |    |    |    |    |
| <i>Tribulus terrestris</i>              |                               |   | T |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Indeterminados                          | T                             | T |   |   | T | T | T | T |   | T  |    | T  | T  |    | T  |    | T  |

encuadran dentro de los exigidos por el Código Alimentario Argentino (1994) y por las normas internacionales (FAO/OMS, 1990).

Las mieles de "abrepuño amarillo" presentan un pH más bajo que las de "piquillín". Sin embargo, la acidez libre, debida principalmente al contenido de ácido gluconico y otros ácidos orgánicos, es más elevada en las mieles de esta última especie.

La conductividad eléctrica, variable altamente correlacionada con el contenido de cenizas (Bianchi, 1992) es mayor en las muestras de *Condalia microphylla*. Consecuentemente éstas presentan un alto contenido de cenizas (0,46%) mientras que en las de *Centaurea solstitialis* este porcentaje es más bajo (0,08%).

Las muestras 8, 9 y 11 de *Condalia microphylla* fueron extraídas del análisis estadístico de la va-

Cuadro 3. Promedios y desvíos estándares de cada variable para ambas especies. Se muestran los valores originales y los transformados (letras distintas en la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas).

| ESPECIE         | <i>Centaurea solstitialis</i> |    | <i>Condalia microphylla</i> |    | Transf            | <i>Centaurea solstitialis</i> | <i>Condalia microphylla</i> |
|-----------------|-------------------------------|----|-----------------------------|----|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                 | X ± DE                        | n  | X ± DE                      | n  |                   | X ± DE                        | X ± DE                      |
| Acidez libre    | 17,96 ± 4,1                   | 17 | 24,89 ± 4,14                | 12 | Log <sub>10</sub> | 1,24 ± 0,09 a                 | 1,39 ± 0,06 b               |
| Absorbancia     | 0,13 ± 0,05                   | 17 | 0,43 ± 0,16                 | 12 | Log <sub>10</sub> | -0,92 ± 0,16 a                | -0,40 ± 0,16 b              |
| Conductividad   | 1,91 ± 0,48                   | 17 | 8,48 ± 2,27                 | 8  | Log <sub>10</sub> | 0,27 ± 0,10 a                 | 0,91 ± 0,14 b               |
| Glucosa         | 31,89 ± 2,80                  | 17 | 23,36 ± 3,91                | 12 | -                 | 31,89 ± 2,80a                 | 23,36 ± 3,91 b              |
| Glucosa/Agua    | 2,06 ± 0,16                   | 17 | 1,47 ± 0,21                 | 12 | -                 | 2,06 ± 0,16 a                 | 1,47 ± 0,21 b               |
| Humedad         | 15,49 ± 0,72                  | 17 | 15,86 ± 1,13                | 12 | -                 | 15,49 ± 0,72 a                | 15,86 ± 1,13 a              |
| pH              | 3,78 ± 0,19                   | 17 | 4,48 ± 0,33                 | 12 | 1/pH              | 0,26 ± 0,01 a                 | 0,22 ± 0,02 b               |
| Polen/10 g miel | 11701 ± 13752                 | 17 | 382746 ± 585172             | 12 | Log <sub>10</sub> | 3,85 ± 0,44 a                 | 5,24 ± 0,53 b               |

riable conductividad debido a que se comportaron como datos *outliers*. En los espectros polínicos de estas mieles los granos de polen de *Prosopis* sp. y *Vicia* sp. alcanzan la categoría de polen secundario. Asimismo, éstas presentaron los valores más bajos de absorbancia dentro de las mieles de *C. microphylla* correspondiendo al color ámbar claro.

Con respecto al color las mieles de *Centaurea solstitialis*, presentaron en promedio color blanco. Sin embargo en su mayoría fueron blanco agua y muy pocas de color ámbar extra claro. Las de *C. microphylla* fueron en promedio oscuras, si bien presentaron un rango entre el ámbar claro y el oscuro.

Los porcentajes de humedad no superaron los límites permitidos para la comercialización de la miel, a pesar de que las muestras fueron extraídas de panales sin opercular.

El contenido de glucosa en las mieles de *Centaurea solstitialis* fue similar al que se presenta en una miel tipo (Belitz & Grosch, 1988; Bogdanov *et al.*, 1999) mientras que para las mieles de *Condalia microphylla* ese porcentaje fue menor.

La relación glucosa/agua fue de 1,47 para las mieles de *C. microphylla* y de 2,06 para las de *C. solstitialis*. De acuerdo con White *et al.* (1962) una relación menor a 1,7 se presenta en las mieles que tienen una muy baja tendencia a la granulación. Coincidentemente, las mieles de *C. microphylla* no han cristalizado desde el momento de su extracción (aproximadamente entre 2 y 4 años atrás).

Los análisis de varianza, realizados para cada variable indicaron diferencias altamente significativas entre las mieles de ambos orígenes botánicos excepto para la variable humedad (Cuadro 3).

Las figuras 4.A y 4.B representan los dendrogramas de las variables y de las observaciones (muestras) estandarizadas. En el primer *cluster* las variables se relacionan entre sí formando dos grupos: por un lado glucosa, glucosa/agua y humedad y por el otro las restantes variables. En este segundo grupo la conductividad, el color y el pH son más afines y se vinculan a su vez con la acidez libre y el polen absoluto.

En el dendrograma de las muestras se constituyen dos grupos bien diferenciados de acuerdo al origen botánico.

### DISCUSIÓN

Los aportes de néctar de *Prosopis* sp. y de *Vicia* sp., reconocidos por la presencia de polen secundario o de menor importancia de esos taxones

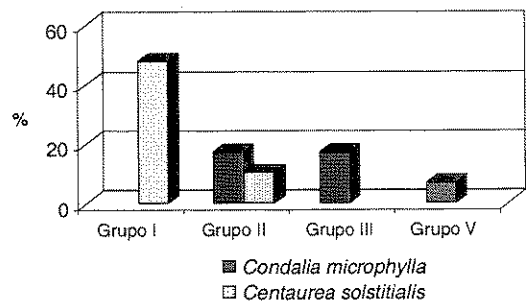


Fig. 3. Distribución de las clases de abundancia de polen para las muestras de *Condalia microphylla* y *Centaurea solstitialis* (Grupo I: <20.000, Grupo II: 20.000-100.000, Grupo III: 100.000-500.000; Grupo IV: 500.000-1.000.000, Grupo V: >1.000.000 granos).

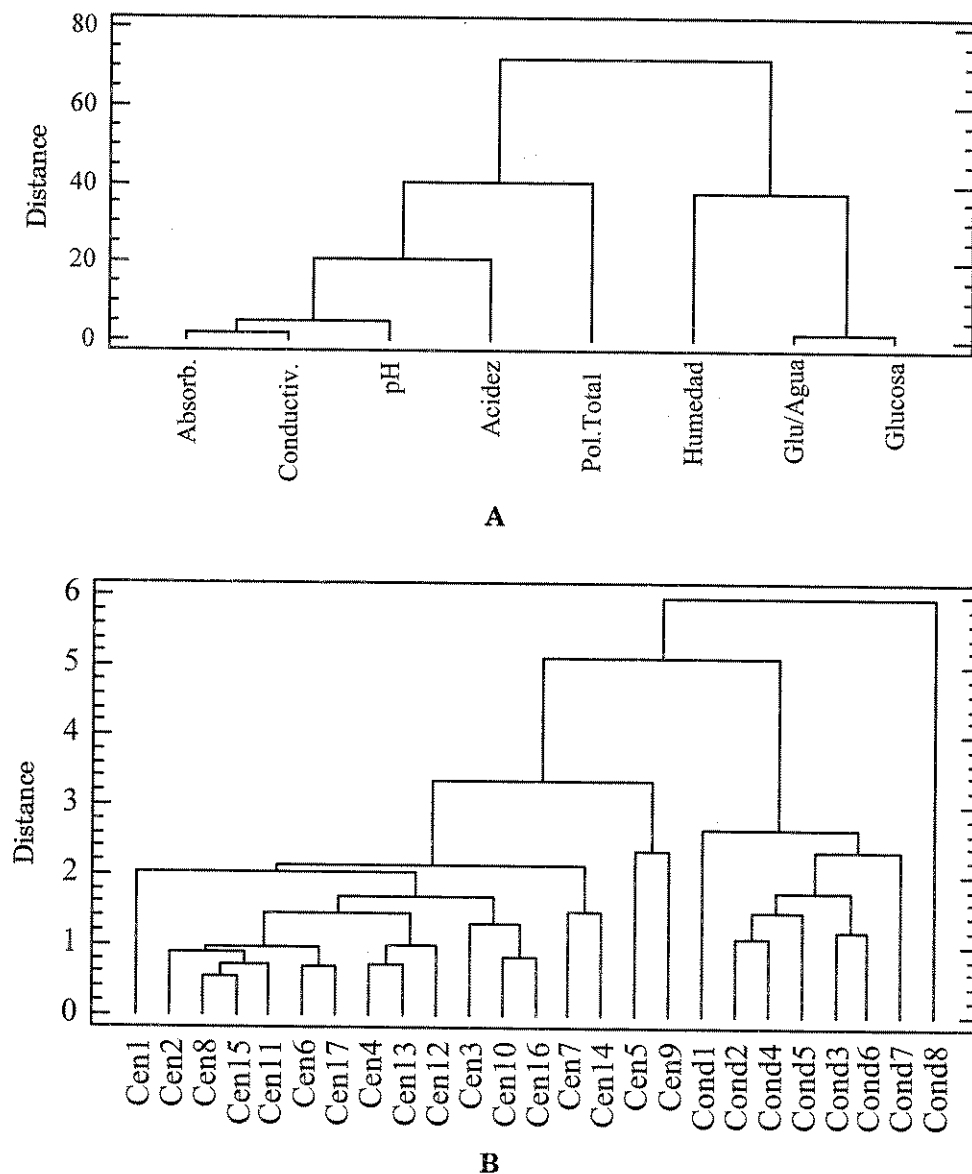


Figura 4. A, dendrograma de las variables analizadas en las mieles. B, dendrograma de las muestras de mieles de *Centaurea solstitialis* y de *Condalia microphylla*.

en muestras monoflorales de *Condalia microphylla*, produjeron modificaciones en las características típicas que presentan estas mieles. Esto se vio reflejado en 4 muestras (8 a 11), las que presentaron menores valores de absorbancia (0,26 a 0,3) y de conductividad eléctrica (0,1176 a 1,1856). Ambas variables manifiestan un descenso en sus valores puesto que la conductividad (porcentaje de cenizas), el color y el contenido en sustancias minerales están directamente relacionados (Bogdanov *et al.*, 1999). Con-

trariamente, la adquisición de tonalidades oscuras en mieles monofloras de *Prosopis* sp. o de *Larrea* sp., ha sido atribuida a la participación, en porcentajes bajos, de *Condalia microphylla* (Naab *et al.*, 1999). Las mieles de *C. microphylla* analizadas por Andrada (2001) presentan, en promedio, color ámbar claro debido a la presencia de polen secundario de *Prosopis* sp., lo que coincide con nuestros resultados.

Andrada (2001) obtuvo en mieles de *C. microphylla* valores de acidez libre más bajos



( $16 \pm 0,66$ ). La presencia de polen secundario de *Prosopis* sp. en las mieles estudiadas por esta autora, justifican esa menor acidez alcanzada, dado que las mieles monofloras de este género, presentan bajos valores de acidez libre ( $12,5 \pm 1,2$ ).

En las mieles analizadas, la humedad no mostró relación con el origen botánico. Los porcentajes de humedad se encuadraron dentro de los exigidos por las normas para la comercialización de mieles, aún cuando fueron extraídas de panales sin opercular. Esto se fundamenta en la baja humedad relativa atmosférica que se registra en los climas semiáridos como es el caso de nuestra área de estudio, lo que constituye una ventaja para la actividad apícola (Gallez *et al.*, 1999).

La tendencia a la granulación depende principalmente de los contenidos de glucosa, fructosa y de la humedad de la miel. Esta tendencia estuvo determinada, en las mieles estudiadas, específicamente por el contenido de glucosa, debido a que no existieron diferencias de humedad entre ellas. Los resultados mostraron que el índice de glucosa/agua funcionó como un excelente índice de predicción de la cristalización en las mieles, tal como lo sostiene Manikis & Tharasivoulou (2001). Ello, unido a las mínimas tareas analíticas que requiere, le otorga ventajas a este índice en comparación con otros sugeridos por White *et al.* (1962), Chandler *et al.* (1974) y Sanz *et al.* (1994).

La baja tendencia a la cristalización, presente en las mieles monofloras de *Condalia microphylla*, se relaciona con valores de pH y contenidos de ceniza altos. Estas relaciones también fueron encontradas en mieles de *Robinia pseudoacacia* L. y *Euphorbia* sp. por Sethi & Singh (1996).

El porcentaje mínimo ajustado para considerar a una miel como monoflora, calculado según Moar (1985), mostró para las mieles de *Condalia microphylla* una sobrerrepresentación del polen de esta especie, condición que ha sido sostenida por Andrada (2001) y Andrada & Tellería (2002). En el caso de las mieles de *Centaurea solstitialis*, existió subrepresentación del polen.

Las especies dominantes en los espectros presentaron granos de polen disímiles tanto en su tamaño como en su abundancia. Los de *Condalia microphylla* son pequeños ( $15-20 \mu\text{m}$  de diámetro) y están sobrerrepresentados y los de *Centaurea solstitialis* son medianos (DE,  $26-33 \mu\text{m}$  y DP,  $30-36 \mu\text{m}$ ) y están subrepresentados. Esta relación inversa entre el tamaño de los granos de polen y su abundancia en las mieles fue sostenida por Demianowicz (1964). Las mieles de *Condalia microphylla* se comportan, en cuanto a la relación inversa entre estas características, como las de *Castanea sativa* Miller, *Myosotis* sp. y *Mimosa*

*pubida* L. (Louveau *et al.*, 1978; Bryant & Jones, 2001) mientras que las de *Centaurea solstitialis*, tienen un comportamiento similar a las de *Citrus* sp., *Robinia* sp. y *Salvia* sp. (Louveau *et al.*, 1978; D'Albore, 1998).

En las mieles analizadas el color se relaciona directamente con el contenido polínico absoluto, condición que fue señalada, para mieles de *Condalia microphylla* y de *Prosopis* sp., por Andrada (2001) y, para mieles de *Eucalyptus* sp. y *Melilotus* sp., por Naab & Torroba (1993).

## CONCLUSIONES

Las variables fisicoquímicas seleccionadas, excepto la humedad, demostraron estar relacionadas con el origen botánico de las mieles.

Los caracteres fisicoquímicos y melisopalínológicos permitieron aproximar una tipificación de las mieles de ambos orígenes botánicos.

Las mieles monofloras de *Centaurea solstitialis* se caracterizan por presentar color blanco; pH relativamente bajo dentro de los límites admitidos para mieles; bajo contenido en acidez libre; contenido de glucosa característico de una miel tipo; relación glucosa/agua mayor a 2 por lo que tiende a una granulación rápida y conductividad eléctrica muy baja, lo que indica un porcentaje de cenizas también muy bajo.

Las mieles monofloras de *Condalia microphylla* se caracterizan por presentar color oscuro; pH relativamente alto dentro de los límites admitidos para mieles florales; alto contenido en acidez libre; bajo contenido de glucosa; relación glucosa/agua menor a 1,7 por lo que tienden a una lenta o nula cristalización y conductividad eléctrica alta, lo que indica un alto porcentaje de cenizas.

El porcentaje mínimo ajustado para que estas mieles sean consideradas monofloras fue, en el caso de *Centaurea solstitialis* menor al 45% y, en *Condalia microphylla*, mayor a ese valor. Esto indica que en el primer caso el polen de la especie dominante está subrepresentado, mientras que en el segundo está sobrerrepresentado. La abundancia de polen promedio en las mieles monofloras de *Centaurea solstitialis* corresponde al Grupo I y la de las mieles monofloras de *Condalia microphylla* al Grupo III.

Los aportes de néctar de otras especies melíferas logran, en algunos casos, modificar las características típicas de estas mieles monofloras.

Los resultados alcanzados, justifican la continuidad de estos estudios para lograr una tipificación más precisa, especialmente en las mieles de *Centaurea solstitialis*. Los estudios melisopalínológicos indican que estas mieles serían monofloras con un porcentaje de polen domi-

nante superior al 25%. Sin embargo, aún no se han realizado análisis fisicoquímicos en muestras con porcentajes de polen de esta especie menores al 45%. Esto permitiría corroborar si se mantienen los caracteres fisicoquímicos asociados a los polínicos.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue llevado a cabo mediante un subsidio otorgado por Ciencia y Técnica de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa al Proyecto n°2/00. Se agradece a la Lic. Olga Jonas, a la Lic. Silvia Stachiotti su asesoramiento en los análisis fisicoquímicos y a Martín Umazano su colaboración en la confección de las figuras. A los árbitros María Cristina Tellería y Ana Andrada por sus valiosas sugerencias.

#### BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. 1999. *Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International*. Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition, 5<sup>a</sup> Rev. Vol. II, Chapter 44. Sugar and sugar products. 43 pp.
- Andrada, A.C. 2001. *Estudio de la flora melífera y polinífera en la zona sur del Distrito del Caldén, Provincia del Espinal*. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. Inédito.
- Andrada, A. & L. Gallez. 2000. Flora apícola del caldenal. 4<sup>o</sup> Jornadas Bienales de Apicultura (Fortín Mercedes, Pedro Luro) Resúmenes :37-40.
- Andrada, A. & M.C. Tellería. 2002. Botanical origin of Money from south of Caldén district (Argentina). *Grana* 41: 58-62.
- Andrada, A., A. Valle, E. Aramayo, S. Lamberto & M. Cantamutto. 1998. Análisis polínico de las mieles de las Sierras Australes de la provincia de Buenos Aires. Argentina. *Invest. Agr., Prod. Prot. Veg.* 13:265-275.
- Andrada, A., A. Valle & L. Gallez. 2000a. Contribución a la tipificación de mieles bonaerenses mediante estudios polínicos y fisicoquímicos. Primera parte. Análisis polínicos. *Revista Gestión Apícola* 17:43-46.
- 2000b. Contribución a la tipificación de mieles bonaerenses mediante estudios polínicos y fisicoquímicos. Segunda parte. Análisis fisicoquímicos. *Revista Gestión Apícola* 18:32-36.
- Baldi, B., A. Dall'Oglio, S. Lezcano & B. Gómez. 1993. Caracterización fisicoquímica de las mieles de la provincia de Entre Ríos. *La alimentación Latinoamericana* 199:39-44.
- Belitz, H.D. & W. Grosch. 1988. *Química de los alimentos*. S.A. Acribia (ed.), Zaragoza, España. 813 pp.
- Bianchi, E.M. 1986. *Determinación del color de la miel*. CEDIA. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero. 10 pp.
- 1990. Control de calidad de la miel y la cera. ONU para la Agricultura y la Alimentación. *Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO* 68/3, 69 pp.
- 1992. Determining the mineral content (ash %) in honey by conductimetric analysis. *Apiacta* 27:19-24.
- Bogdanov, S., C. Lüllman, P. Martin, W. von der Ohe, H. Russmann, G. Vorwohl, L. Persano Oddo, A.G. Sabatini, G.L. Marcazzan, R. Piro, C. Flamini, M. Morlot, J. Lhéritier, R. Borneck, P. Marioleas, A. Tsigouri, J. Kerkvliet, A. Ortiz, T. Ivanov, B. D'Arcy, B. Mossel & P. Vit. 1999. Honey quality, methods of analysis and international regulary standars: review of the worth of the international honey commission. *Mitt Lebensm. Hyg.* 90:103-125.
- Bryant, V.M. & G.D. Jones. 2001. The R-Values of honey: Pollen coefficients. *Palynology* 25:11-28.
- Cabrera, A.L. 1994. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fasc. 1. Acme, Buenos Aires, 85 pp.
- Calmels, A.P. 1996. *Bosquejo geomorfológico de la provincia de La Pampa*. Departamento de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNLPam. Santa Rosa, La Pampa. 110 pp.
- Cano, E. 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa*. I.N.T.A. Provincia de La Pampa. UNLPam. Buenos Aires. 493 pp.
- Chandler, B.V., D. Fenwick, T. Orlova & T. Reynolds. 1974. Composition of Australian Honeys. *CSIRO Aust. Div. Fd. Res. Tech. Pap.* 38:1-39.
- Chifa, C., S.B. Montenegro, C.M. Avallone & S.M. Pire. 2000. Calidad polínica de las mieles producidas en el depto. Güemes de la prov. del Chaco (Argentina). *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000, Univ. Nac. del Nordeste* 4 pp.
- Código Alimentario Argentino (Res. GMS 15/94). 1994. *Reglamento técnico Mercosur de Identidad y calidad de miel*. Dirección de Industria Alimentaria. S.A.G.P. y A.
- Costa de Bringas, C. 1982. Contribución al conocimiento de la flora melífera de la provincia de Córdoba. I. Departamento Río Segundo. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 21:247-258.
- Costa, M.C., N. Decolatti & F. Godoy. 1995. Análisis polínico en mieles del norte de la provincia de San Luis (Argentina). *Kurtziana* 24:133-144.
- D'Albore, G.R. 1998. *Mediterranean Melissopalynology*. Universia Degli Studi di Perugia, Instituto di Entomologia agraria Publication, Perugia, Italy. 466 pp.
- Demianowicz, Z. 1964. Charakteristik der Einarthenhonige. *Annales de l' Abeille* 7:273-288.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method, a revised description. *Sven. Bot. Tidskr.* 54:561-564.
- FAO/OMS. 1990. *Comisión del Codex Alimentarius, Norma Mundial del Codex para la Miel*. Codex Stan 12-1981, Rev. 1987, Roma, 1990-CAC/ Vol. III, Supl. 2.
- Gallez, L., A. Valle & A. Andrada. 1999. Contribución al estudio polínico y fisicoquímico de las mieles argentinas. *Encuentro de investigadores en temas relacionados a la apicultura. Expomiel Azul'99. Area temática: Flora*. 4 pp.
- Lieux, M.H. 1972. A melissopalynological study of 54 Louisiana (U.S.A.) honeys. *Review of Palaeobotany and Palynology* 13:95-124.

- Louveaux, J., Maurizio, A. & G. Vorwohl. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59:139-157.
- Manikis, I. & A. Tharasivoulou. 2001. The relation of physicochemical characteristics of honey and the crystallization sensitive parameters. *Apiacta* 36:106-112.
- Marti, L.H., A.M. González & E. Rey. 1995. Mieles. Su tipificación química para la Provincia de Mendoza. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, U.N. Cuyo, Mendoza* 27:65-69.
- Moar, N.T. 1985. Pollen analysis of New Zealand honey. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28:39-70.
- Naab, O.A., M.A. Caccavari, H. Troiani & A. Ponce. 2001. Melisopalinología y su relación con la vegetación en el departamento de Utracán, La Pampa, Argentina. *Polen* 11:99-113.
- Naab, O.A. & M.C. Torroba. 1993. Análisis de algunas propiedades de las mieles y su relación con el origen botánico. 5<sup>o</sup> Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales (Santa Rosa), *Actas* 1:113-118.
- Naab, O., M.C. Torroba & H. Troiani. 1999. Mieles de la provincia de La Pampa. Origen botánico y relación con el color. *Encuentro de Investigadores en temas relacionados a la Apicultura. Expomiel Azul '99. Area Temática: Flora Apícola*. 3 p.
- NOM-145-SCFI-2001. *Norma Oficial Mexicana de Miel* (23/02/01). Secretaría de Economía. México.
- Sanz, S., C. Pérez, A. Herrera, M. Sanz & T. Juan. 1994. Composición de las mieles de La Rioja. *Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment.* 34:540-552.
- Sethi, P.S. & B. Singh. 1996. La cristalización de la miel. Eliminación y prevención del fenómeno. *Apiacta* 31: 27-32.
- Steinkraus, K.H., R.A. Morse, H. van Minh, B.V. Mendoza & F.M. Laigo. 1972. Chemical analysis of honey: a brief summary 1900-1971. *Bee World* 53:122-128.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13:615-621.
- Subovsky, M.J., A.A. Sosa López, A.E. Castillo, C.E. Verdun & E.R. Oggero. 2000. Determinación de los parámetros físicoquímicos en miel de abejas de la provincia de Corrientes. *Comunicaciones científicas y tecnológicas, Fac. Cs. Agrarias, UNNE. Corrientes. Arg.* 3 pp.
- Thawley, A.R. 1968. The components of honey and their effects on its properties: a review. *Bee World* 49:51-60.
- Tood, F.E. & G.H. Vansell. 1942. Pollen grains in nectar and honey. *The journal of Economic Entomology* 35:728-731.
- Valle, A.F., A.C. Andrada, E.M. Aramayo & S.A. Lamberto. 1995. Análisis polínico de las mieles del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Invest. Agr., Prod. Prot. Veg.* 10:375-383.
- White, J.W., M.L. Riethof, M.H. Subers & I. Kushnir. 1962. Composition of American honeys. *Tech. Bul. U. S. Dep. Agric.* 1261:1-124.
- Zander, E. 1935. Beiträge zur Herkunftsbestimmung bei Honig. *Pollengestaltung u. Herkunftsbestimmung bei Blütenhonig*. Reichsfachgruppe Imker, Berlin. 343 pp.

Recibido: 02-VII-2003  
Aceptado: 04-XII-2003