



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DEL NORDESTE

2017

## AUTENTICACIÓN DE MIELES DE ALGARROBO Y QUEBRACHO COLORADO: CONTENIDO POLÍNICO, PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

ALUMNO  
AGUIRRE ROLLET, MARCOS DARÍO

DIRECTORA  
DRA. SALGADO LAURENTI, CRISTINA RENEÉ



## ÍNDICE de Tablas, Figuras y Láminas

---

<b>Tabla 1.</b> Frecuencias de clases propuesta por Louveaux <i>et. al.</i> (1978)	8
<b>Tabla 2.</b> Grupos según grano de polen cada 10 g. de miel (Louveaux <i>et al.</i> , 1978)	9
<b>Tabla 3.</b> Escala de color de la miel según el Código Alimentario Argentino (CAA)	10
<b>Tabla 4.</b> Parámetros fisicoquímicos internacionales de la miel	12
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia de aparición de los distintos tipos polínicos en las mieles analizadas	15
<b>Tabla 6.</b> Resumen de los principales componentes polínicos presentes en las muestras analizadas	17
<b>Figura 1.</b> Frecuencias de aparición y clases de frecuencia de los tipos polínicos en las mieles	17
<b>Figura 2.</b> Resultados del análisis cuantitativo para las mieles de la cosecha de primavera.	18
<b>Figura 3.</b> Resultados del análisis cuantitativo para las mieles de la cosecha de verano.	19
<b>Tabla 7.</b> Valores medios de los resultados fisicoquímicos para los parámetros analizados.	19
<b>Figura 4.</b> Valores de color de las 20 muestras analizadas expresadas en mm Pfund.	20
<b>Figura 5.</b> Distribución de los valores de color en mm Pfund en las muestras analizadas.	21
<b>Figura 6.</b> Valores de humedad para las muestras analizadas.	21
<b>Figura 7.</b> Valores de acidez total en meq/Kg de las mieles de primavera (celeste) y de verano (verde).	22
<b>Figura 8.</b> Valores de conductividad eléctrica en mS/cm para las muestras analizadas.	23
Figura 9. Perfil sensorial de las mieles de primavera.	24
Figura 10. Perfil sensorial de las mieles de verano.	24
Tabla 8. Estadística descriptiva de los valores obtenidos para cada variable analizada.	25
Tabla 9. Análisis de correlación de Pearson para las variables fisicoquímicas.	25
Figura 11. Correlación entre acidez total y color para las muestras analizadas.	26
Figura 12. Relación entre el porcentaje de humedad y la acidez total.	27
Tabla 10. Coeficientes de Pearson para variables fisicoquímicas y origen botánico.	28
Tabla 11. Parámetros fisicoquímicos de las mieles de primavera.	28
Tabla 12. Parámetros fisicoquímicos de las mieles de verano.	28
Tabla 13. Correlación de Pearson para variables sensoriales.	29
Tabla 14. Cuadro comparativo de las propiedades distintivas de las mieles analizadas.	29
Figura 13. Dendrograma del análisis de agrupamiento según el espectro polínico.	30
Figura 14. Dispersión de las muestras según el análisis de componentes principales para los tipos polínicos	31

Figura 15. Distribucion de las muestras según el análisis de componentes principales para las variables fisicoquímicas 32

<b>LAMINA 1</b>	39
<b>LAMINA 2</b>	40
<b>LAMINA 3</b>	41
<b>LAMINA 4</b>	42

## **INDICE**

---

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	1
<b>RESUMEN</b>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	3
<b>OBJETIVOS</b>	6
<b>HIPÓTESIS DE TRABAJO</b>	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	7
Estudio palinológico	7
Estudios fisicoquímicos	9
Estudios sensoriales	13
Análisis estadístico	13
<b>RESULTADOS</b>	14
Estudios polínicos	14
Estudios fisicoquímicos	19
Estudios sensoriales	23
Análisis estadístico	25
<b>DISCUSIÓN</b>	33
Estudios polínicos	33
Estudios fisicoquímicos	34
Estudios sensoriales	36
<b>CONCLUSIONES</b>	37
<b>LAMINAS</b>	39
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	43

## RESUMEN

En el presente trabajo se estudiaron 29 muestras de miel madura y centrifugada, 17 corresponden a la cosecha de primavera y 12 a la cosecha de verano, procedentes de la temporada 2013-2014 de las localidades de Miraflores, J.J. Castelli y El Sauzalito, con la finalidad de caracterizar dos tipos de mieles monofloras de *Apis mellifera L.* producidas en la provincia del Chaco. Para ello se realizaron estudios polínicos cualitativos y cuantitativos, fisicoquímicos y sensoriales. Las muestras fueron procesadas según la metodología convencional para análisis polínicos, para las observaciones se utilizaron microscopios óptico y electrónico de barrido. Se evaluaron seis parámetros fisicoquímicos: color, humedad, conductividad eléctrica, pH, acidez total e hidroximetilulfural. Para los análisis sensoriales se utilizó un panel de siete evaluadores seleccionados y entrenados, quienes determinaron aspectos visuales, táctiles, olfativos, gustativos y trigeminales de la miel. Se aplicaron análisis estadísticos descriptivos y técnicas de análisis multivariado para evaluar los distintos estudios realizados y las interacciones entre ellos y cada una de las variables de manera de caracterizar a las mieles obtenidas en la cosecha de primavera y en la cosecha de verano. Se describieron 73 tipos polínicos, pertenecientes a 36 familias vegetales. El polen predominante en las muestras de primavera es el de *Prosopis spp.* (algarrobo) y como especies acompañantes: *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus vitis-idaea* y *Anisocapparis speciosa*. En las mieles de verano predomina el polen de *Schinopsis balansae* (quebracho) y como especies acompañantes: *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus vitis-idaea*, *Trithrinax campestris* y *Phyla canescens*. Respecto a la cantidad de granos de polen por cada 10 gramos de miel, la mayoría de las muestras pertenecen al Grupo II (20.000 a 100.000 granos). Los parámetros fisicoquímicos estadísticamente significativos para caracterizar las mieles de algarrobo y las de quebracho son: color, humedad y acidez total. Las **mieles de algarrobo** presentan entre 51,8% a 76,4% de polen de dicha especie, el color entre 37 a 65 mm Pfund, humedad desde 17,5 a 20,0% y acidez total desde 7,36 a 18,16 meq/kg, en cuanto al análisis sensorial se definen por presentar olor vegetal seco e intenso dulzor. Las **mieles de quebracho** presentan entre 32% hasta 94% de polen de dicha especie, el color entre 62 a 103 mm Pfund, la humedad se encuentra entre 19,0 a 21,2% y la acidez total entre 12,47 a 25,79 meq/kg, presentan un olor vegetal-frutal y un dulzor intenso, ambos de persistencia moderada. Las mieles de algarrobo se producen en primavera y las mieles de quebracho se producen en verano. El trabajo permitió sentar las bases para la definición de dos mieles monofloras de origen nativo producidas en la provincia del Chaco, basado en estudios polínicos, fisicoquímicos y sensoriales.

## INTRODUCCIÓN

La miel es un producto natural obtenido por las abejas melíferas a partir del néctar de las flores o de exudados de otros animales o de partes vivas de las plantas. Las mieles se clasifican según su origen en mieles de flores y mieles de mielada o melatos (C.A.A. CAA, Art. 782). La materia prima más común de las mieles, el néctar, es un compuesto principalmente de azúcares, proteínas, aceites esenciales y agua, cuya secreción responde a factores intrínsecos de la planta así como también a factores ambientales (Dafni, 1992).

La determinación y cuantificación de los tipos polínicos presentes en las mieles es objeto de estudio de la Melisopalinología. La justificación radica en que en el momento en que la abeja pecorea la flor, se lleva en el néctar granos de polen en solución que luego quedan incluidos en la miel almacenada en la colmena. De esta manera es posible la determinación del origen botánico de la miel. A su vez, y dependiendo del porcentaje relativo al total de polen contenido en la muestra de miel es posible clasificarla en monofloras y polifloras (Louveaux *et al.*, 1978).

Por otro lado, no siempre es posible la determinación con exactitud del origen botánico dado la presencia de determinados tipos polínicos en la miel, ya que la forma en que la abeja recoge el néctar, la morfología de la flor y la producción de polen influyen notablemente (Louveaux *et al.*, 1978). Es por ello, que conviene acompañar los estudios palinológicos, con estudios físicos, químicos y sensoriales.

La caracterización de mieles monofloras es bien conocida en el Hemisferio Norte, existe una extensa bibliografía sobre estudios realizados en mieles de distintos países. En Europa existen varias mieles monofloras y son muy diferentes unas respecto de otras. A manera de ejemplo, se cita el trabajo de Sanz Cervera (1995) que describe para *España*, mieles monofloras de *Erica* sp. (brezo), miel de *Echium* sp. (viborera), miel de *Rubus* sp. (zarza), de *Thymus* sp. (tomillo) y *Rosmarinus officinalis* (romero). Persano Oddo y Bogdanov (2004) presentan una detallada lista de mieles monofloras en distintos países de Europa. Seijo *et al.* (2003) comparan mieles monofloras de *Eucalyptus* producidas en Portugal y España, con las obtenidas a partir de la misma especie en Australia.

En África, los trabajos de esta índole son más recientes, según Terrab *et al.* (2003) se producen mieles de *Helianthus annuus*, *Diplotaxis* sp., *Ceratonia siliqua*, *Loeflingia* sp., *Erica* sp. *Mentha* sp., *Teucrium scorodonia*. Para *Argelia*, se describen mieles de *Myrtus communis*, *Rubus* sp., *Capparis* sp., *Hedysarum coronarium*, *Erica arborea* y *Eucalyptus* sp. (Ouchemoukh *et al.*, 2007).

En Argentina, los estudios melisopalinológicos se han incrementado en los últimos 30 años en todas las regiones productoras de miel del país. La mayoría de los trabajos se refieren exclusivamente al origen botánico de las mieles (Andrade y Tellería, 2002; Basilio y Noetinger, 2000; Cabrera, 2006; Caccavari y Fagúndez, 2010; Fagúndez y Caccavari, 2007; Forcone, 2008; Salgado y Pire, 1998, 1999; Sánchez y Lupo, 2011; Tellería, 1988).

Existe un creciente interés en analizar las mieles integrando los estudios polínicos y las características fisicoquímicas (Forcone y Muñoz, 2009; Malacalza *et al.*, 2005, 2007; Naab *et al.*, 2008; Tamame y Naab, 2003; Truchado *et al.*, 2010; Tamame, 2011) y polínicos asociados a características sensoriales (Fagúndez y Caccavari, 2003). En este sentido existen numerosos estudios melisopalinológicos y se destacan especialmente, aquellos destinados a detectar mieles monofloras de producción regional. Para la provincia fitogeográfica de **Las Yungas** se describen mieles de espina corona (*Gleditsia amorphoides*), *Scutia–Condalia* y *Eucalyptus* sp. (Sánchez y Lupo, 2011). Para la provincia del **Monte**, donde las principales fuentes de néctar son coincidentes con la región del **Espinal** se determinaron mieles monofloras de girasol (*Helianthus annuus*), chilca (*Baccharis* sp.), abrepuño (*Centaurea sostitialis*), alfalfa (*Medicago sativa*), tréboles (*Melilotus* sp., *Lotus* sp., *Trifolium* sp.), cardos (*Carduus* sp.), flor amarilla (*Diplotaxis tenuifolia*), visnaga (*Ammi visnaga*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), coronillo (*Scutia buxifolia*), piquillín (*Condalia microphylla*), catay (*Polygonum hydropiperoides*), algarrobo (*Prosopis* sp.), tamarisco (*Tamarix* sp.) y de jarilla (*Larrea* sp.) (Andrade *et al.*, 2004; Fagúndez y Caccavari, 2003; Forcone, 2003, 2008; Forcone y Tellería, 1998; Forcone *et al.*, 2003; Naab y Tamame, 2007; Tellería y Forcone, 2000; Valle *et al.*, 2007). La provincia **Pampeana**, constituye la región inicialmente más estudiada de nuestro país y la bibliografía es abundante (Andrade y Tellería, 2002; Basualdo *et al.*, 2006; Irurueta *et al.*, 1998; Naab y Ribas, 2005; Tellería, 1988, 1992, 1993, 1995a-b, 1996a-b y 2000). Para la provincia **Patagónica**, Forcone *et al.* (2009) han descripto mieles de *Mulinum spinosum* y *Melilotus* sp.

En la provincia fitogeográfica **Chaqueña** los estudios del polen contenido en las mieles son escasos; se producen mieles polifloras con predominancia de especies nativas y monofloras de *Acacia praecox*, *Geoffroea decorticans*, *Schinus* sp., *Copernicia alba*, *Bulnesia sarmientoi*, *Helianthus annuus*, *Schinopsis balansae* y *S. lorenzii*, *Baccharis* sp. y *Sagittaria montevidensis* (Salgado, 2006) *Prosopis alba* y *Ziziphus mistol* (Cabrera, 2006; Salgado, 2006), *Prosopis ruscifolia*, *Melilotus albus* (Basilio y Noetinger, 2000; Salgado, 2006), *Tessaria integrifolia* y *Eugenia* sp. (Cabrera, 2006; Salgado y Pire, 1998, 1999, 2000), *Astronium balansae* (Salgado y Pire, 1998, 1999).

La caracterización de mieles monoflorales se sustenta sobre tres tipos de análisis integrados: polínico, fisicoquímico y sensorial. Estos últimos, son indispensables para certificar el origen botánico de las mieles son bien conocidos para definir mieles monofloras en el Hemisferio Norte (Ciappini, 2008). En este sentido se han estudiado, las mieles monofloras de plantas nativas como *Condalia microphylla* (Tamame y Naab, 2003) y *Prosopis* sp. (Naab y Ribas, 2005); de especies exóticas cultivadas: *Eucalyptus* sp., *Lotus* sp. y *Helianthus annuus* (Malacalza *et al.*, 2005) y adventicias: *Centaurea solstitialis* (Tamame y Naab, 2003) y *Diplotaxis* sp. (Truchado *et al.*, 2010). Sin embargo, los estudios sensoriales en nuestro país son incipientes respecto de su participación en la caracterización de mieles (Ciappini *et al.* 2007, 2009).

En la provincia del Chaco se han realizado estudios palinológicos de muestras de miel (Chifa *et al.*, 2000; Salgado, 2006), fisicoquímicos (Salgado y Maidana, 2014) y no existen referencias sobre análisis sensoriales. Cabe destacar que es posible la producción de mieles monofloras con características definidas (Salgado *et al.*, 2014). La bibliografía existente enfoca solo uno de los aspectos que contempla la caracterización y son escasos los trabajos que integran al menos dos tipos de análisis: polínico y fisicoquímico (Salgado *et al.*, 2017). Por este motivo es necesario considerar la importancia de la implementación de técnicas de análisis físicos, químicos así como también sensoriales que acompañen al análisis polínico de las mieles en la determinación del origen botánico. El enfoque integrado de los estudios para la definición de mieles monoflorales permitirá dar valor agregado al producto final.

Argentina es un importante productor y exportador de miel, el 97% de la producción se exporta, mayoritariamente a granel, solo una pequeña parte se exporta con denominación de origen orgánico (10%) y la miel fraccionada ocupa aún un modesto lugar. Sin embargo esta es una situación reversible y ha mostrado un creciente interés en el sector productivo. Las motivaciones tienen que ver con el valor agregado de los productos diferenciados y el grado de aceptación de los mercados internacionales respecto de la miel argentina por su reconocida calidad.

## HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. Se pueden obtener mieles monofloras de “algarrobo” y “quebracho colorado” en la provincia del Chaco.
2. Las mieles denominadas monofloras por su componente polínica, que indica su origen botánico, poseen características fisicoquímicas y sensoriales definidas.
3. Las propiedades físicas, químicas y sensoriales de las mieles de *Apis mellifera* están relacionadas con el origen botánico.

## OBJETIVOS

### ***General***

- Caracterizar dos tipos de mieles monofloras de abeja procedentes de la provincia del Chaco mediante estudios polínicos, fisicoquímicos y sensoriales.

### ***Particulares***

1. Clasificar las mieles mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales.
2. Relacionar el origen botánico de las mieles monofloras con las características sensoriales.
3. Analizar estadísticamente la información procedente de los estudios palinológicos y fisicoquímicos para verificar si existe una correlación entre estas variables.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Estudio palinológico*

Las muestras de miel, de unos 500 cc fueron obtenidas por centrifugación en las Salas de Extracción habilitadas y provistas por apicultores o asociaciones apícolas de las localidades de Miraflores, J.J Castelli y El Sauzalito de la provincia de Chaco (Lam. 1, Fig. A, B y C). Las mismas fueron procesadas de acuerdo a las técnicas convencionales utilizadas en Melisopalinología (Louveaux *et al.* 1978). Con el sedimento polínico obtenido, se realizaron dos tipos de preparados: 1- permanentes y 2- temporarios. En las preparaciones permanentes (Lam. 1, Fig. D), se montaron granos de polen para análisis cualitativo y para cuantitativo se agregaron dos (2) tabletas de esporas de *Lycopodium*, ambos tipos de preparaciones el polen fueron incluidos en gelatina glicerina y sellados con parafina para su observación con microscopio óptico (MO). Todas las observaciones, descripciones y análisis se realizaron con microscopio óptico Leica CME (Lam. 1, Fig. E). Para realizar las descripciones de los granos de polen se utilizó la terminología sugerida por Punt *et al.* (2007). En las preparaciones temporarias de cada muestra los granos de polen se montaron en láminas de aluminio y fueron cubiertas con un fino baño de oro. Posteriormente, fueron observadas con microscopio electrónico de barrido (MEB) y para ello se utilizó el equipo Jeol LV5800 de la SGCyT de la UNNE. Se tomaron fotografías de los granos de polen contenidos en las muestras de mieles. Este estudio comprende dos tipos de análisis:

1. **Análisis Cualitativo.** Indica la diversidad polínica que posee la muestra o espectro polínico (Maurizio y Louveaux, 1965; Louveaux, 1968; Louveaux *et al.* 1978). La identificación taxonómica de los tipos polínicos se realizó por comparación con preparados de referencia de la flora melífera del Chaco presentes en la Palinoteca de la UNNE (PAL-CTES) y con ilustraciones de Atlas Palinológicos (Markgraf y D'Antoni, 1978; Pire *et al.*, 1992, 1994, 1998, 2001, 2013). Las determinaciones se realizaron a nivel de especie, género o familia. Se contaron entre 300 y 700 granos de polen, los resultados fueron cargados a una planilla de Excel para calcular los porcentajes relativos de cada tipo polínico dentro de la muestra. En general, se considera que una miel monoflora es aquella en que el porcentaje de polen de una especie supera el 45% del polen total, aunque existen muchas excepciones; mientras en una miel poliflora ninguno de los tipos polínicos alcanzan 45% del polen total. Posteriormente se determinaron las clases de frecuencia (Tabla 1) según Louveaux *et al.* (1978).

**Tabla 1.** Frecuencias de clases propuesta por Louveaux *et. al.* (1978).

Clasificación	Rango	Abreviatura
Polen dominante	Más del 45%	D
Polen secundario	15 al 45%	S
Polen de menor importancia	3 al 15%	M
Polen en traza	Menos del 3%	T

**2. Análisis Cuantitativo.** Este tipo de análisis indica el número absoluto de polen por unidad de peso de miel, en este caso se utilizaran 10 g. Para realizar este análisis se utilizó el método de Stockmarr (1971) que consiste en agregar a cada muestra tabletas con un número conocido de esporas de *Lycopodium*. Posteriormente se realizaron las preparaciones y contando los granos de polen y las esporas. Para calcular el contenido de polen absoluto se aplicó la siguiente fórmula:

$$P_1 = p_c * \frac{E_t}{e_c}$$

Donde:

P1 = polen total en 10 g de miel

Pc = polen contado de la muestra

Et = número de esporas introducidas

Ec = número de esporas contadas en la muestra

Luego de la aplicación de la formula se procedió a la clasificación de las muestras según los grupos que figuran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Grupos según grano de polen cada 10 g. de miel (Louveaux *et al.*, 1978).

Grupo	Granos de polen cada 10 g de miel
I	Menos de 20.000
II	20.000 a 100.000
III	100.000 a 500.000
IV	500.000 a 1.000.000
V	Más de 1.000.000

### ***Estudios fisicoquímicos***

La metodología de trabajo se realizó según lo establecido según la AOAC (1995). Los estudios se realizaron en el laboratorio de la Facultad Regional Rosario de la Universidad Tecnológica Nacional. Las variables analizadas fueron las siguientes:

#### **Color**

El color de la miel varía desde los tonos blancos hasta el ámbar oscuro, existiendo mieles rojizas, amarillentas y verdosas, de acuerdo al origen floral, geográfico y estacional en el que las mieles son producidas y recolectadas. En el mercado internacional, el color es el criterio que influye directamente sobre el precio de las mieles, de acuerdo a la demanda de las empresas intermediarias que clasifican, mezclan y procesan grandes volúmenes de miel, para satisfacer diferentes mercados. Es un parámetro muy útil en su clasificación y generalmente las mieles claras alcanzan mejores precios en el mercado que las oscuras (Bogdanov *et al.*, 2004). Cuando se trata de mieles tipificadas, es sustancial que el color corresponda al rango propio del origen botánico o geográfico indicado. Determinadas mieles monofloras tiene márgenes de color definidos, por lo que esta medida interviene en su clasificación. Sin embargo el color de un mismo origen floral se encuentra comprendido en un rango variable, debido a la influencia de la flora acompañante.

Este parámetro se determinó por el método colorimétrico, es indirecto y el equipamiento básico utilizado fue un colorímetro HANNA (Norma IRAM 15941-2, 2007) (Lam. 2, Fig. A). La unidad de referencia es la escala Pfund. Los colores se determinaron según la escala que se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Escala de color de la miel según el Código Alimentario Argentino (CAA).

ESCALA DE COLOR COMERCIAL	EQUIVALENCIA EN ESCALA PFUND
BLANCO AGUA	1-8 mm
EXTRA BLANCO	9-17 mm
BLANCO	18-34 mm
AMBAR EXTRA CLARO	35-50 mm
AMBAR CLARO	50-85 mm
AMBAR	85-114 mm
AMBAR OSCURO	>114 mm

### **Humedad**

El contenido de agua de una miel está relacionado a varios factores: el clima, la humedad ambiental, la flora, la zona geográfica, la proximidad y abundancia de la fuente de néctar y el manejo de la miel por parte del apicultor. Constituye un indicador de la capacidad de la miel de permanecer estable y resistir la acción de las levaduras (Bogdanov, 2002). La fermentación de la miel es causada por la acción de levaduras tolerantes al azúcar, que provocan la formación de alcohol etílico y dióxido de carbono a partir de la fructosa y la glucosa. El alcohol en presencia de oxígeno puede derivar en ácido acético y agua, otorgándole gusto ácido a la miel cuando fermenta. La levadura responsable de la fermentación se encuentra de forma natural en la miel, siendo el contenido de agua el principal responsable de la aparición de este fenómeno, sin embargo, la actividad de agua es la que realmente gobierna el crecimiento microbiano (Baldi, 2010).

Se calculó por refractometría, el método es indirecto y se empleó un refractómetro de mesa. Las determinaciones se realizaron de acuerdo a AOAC Official Meth. 969.38 - (1995), utilizando un refractómetro Atago FG-106c, debidamente calibrado con aceite dióptrico de referencia. Se homogeneizó perfectamente la muestra por acción mecánica, a partir de su envase original. Ante la presencia de cristales, la muestra se fundió en un baño de agua a 56°C, hasta fusión completa. Se colocó una pequeña porción de muestra sobre el prisma del refractómetro para realizar la lectura. Se informó el promedio de dos mediciones, expresado como porcentaje de humedad a 20°C, de acuerdo a la Tabla de relación de índice de refracción y contenido de agua de Chataway, desarrollado por Wedmore (1955).

### **Acidez libre**

La acidez en la miel se debe a la presencia de ácidos orgánicos libres tales como láctico, butírico, gluónico acético, fórmico, málico, succínico, piro glutámico, maleico, cítrico y oxálico.

Para su determinación se han propuesto dos métodos: titulación con indicador o valoración hasta un punto final de pH. Se utilizó el método de titulación acido-base, determinando el punto final con fenolftaleína, de acuerdo a AOAC Official Meth. 962.19 (1995), sobre soluciones de 10 g de miel, disueltas en 75 mL de agua destilada. Para mieles oscuras se pesó menos cantidad o bien se tituló hasta pH 8,3.

### **pH**

Todas las mieles son acidas, con valores de pH entre 3,5 y 5,5, debido a la presencia de ácidos orgánicos, aunque se han detectado mieles árabes con pH superior a 5,7 (Kaakeh y Gadelhak, 2005) y otras originarias de Brasil, con pH mayor a 6,6 (Carvalho *et al.*, 2009). Esta determinación se realizó utilizando un pHmetro Mettler Toledo Delta 320 y una solución al 20 % (P/V) de miel a 20°C.

### **Conductividad eléctrica**

La miel puede considerarse un conductor eléctrico secundario, ya que contiene sales minerales, ácidos orgánicos, aminoácidos, que le confieren esta propiedad. Sus valores se correlacionan con el contenido de minerales y su medición reemplazaría a la determinación de cenizas por calcinación. El rango de variación es muy amplio, comprende valores entre 100 y 1000 dS/m. En la actualidad es uno de los parámetros de calidad más útiles, que puede determinarse con un instrumental de bajo costo y permite diferenciar mieles de néctar de mieles de mielada (Persano Oddo y Piro, 2004). La determinación de la conductividad eléctrica se basa en la medición de la resistencia eléctrica, siendo la conductividad el valor reciproco de la resistividad (IRAM 15945 DIN 10753: 1999).

Se midió la conductividad eléctrica de una solución de miel utilizando una celda de conductividad eléctrica con electrodo de inmersión de platino, correspondiente a un conductímetro Horiba Modelo D24E (Lam. 2, Fig. D). Para el análisis se utilizó una muestra de miel homogeneizada y fundida, libre de impurezas, preparando con ella una solución de 20 g de miel anhidra en 100 mL de agua bidestilada. Sumergiendo el electrodo en 40 mL de esta solución a 20°C se leyó la conductividad en mS.

## **HMF o 5-Hidroximetil-2-furfural**

El HMF es un aldehído cíclico que se forma por la deshidratación de los azúcares. A temperatura ambiente (20°C) la reacción de deshidratación de los azúcares para llegar a producir HMF es muy lenta.

El tenor de HMF es fundamentalmente un indicador de calidad. Las mieles frescas tienen apenas trazas, que se elevan a 10 mg/Kg poco después de ser extraídas. Las condiciones adversas de conservación prolongada y el sobrecalentamiento pueden hacer que su concentración se eleve y exceda los 40 mg/Kg, que es el valor límite permitido.

La determinación de HMF se realizó en una solución acuosa de miel utilizando cromatografía líquida de fase inversa, con detección ultravioleta a 285 nm (AOAC Official Meth. 980.23, 1995). La señal se comparó con las de niveles de concentración conocida, obtenidos mediante una curva de calibración realizada a partir de concentraciones de 1, 2, 5 y 10 mg HMF/Kg. El cromatógrafo utilizado fue un Varian Pro Star con detector ultravioleta y software para integración de resultados, provisto de una columna con material de fase invertida C18, empleando como fase móvil: agua: metanol (90:10 en volumen) y caudal 1 mL min<sup>-1</sup>. Se informaron los valores promedios de dos inyecciones (Lam. 2, Fig. B y C).

Una vez obtenidos todos los resultados de los análisis físico-químicos, estos fueron comparados con los parámetros físico-químicos internacionales que se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Parámetros fisicoquímicos internacionales de la miel.

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Comisión Codex Alimentarius FAO – WHO Alinorm 01/25 (2001)</b>	
		<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Color</b>	mm Pfund	0	>114
<b>Humedad</b>	%	-	20
<b>Acidez libre</b>	meq kg <sup>-1</sup>	-	40
<b>pH</b>	-	-	-
<b>Conductividad eléctrica</b>	dS m <sup>-1</sup>	0,8 (mielada)	0,8 (miel de flor)
<b>HMF</b>	mg kg <sup>-1</sup>	-	40

### ***Estudios sensoriales***

La miel es apreciada por los consumidores por su variedad de sabores, aromas, colores y texturas, los que se modifican de acuerdo a las plantas visitadas por las abejas para obtener el néctar y por las condiciones climáticas y ambientales en las que se produce (González Lorente *et al.*, 2008). Estas características impactan en las estrategias para la comercialización de la miel, en su precio y brindan información acerca de su calidad y genuinidad (Ciappini *et al.*, 2013).

Para la descripción sensorial, se empleó un panel sensorial compuesto por siete evaluadores, cuya selección se realizó según lo indicado en IRAM 20005-1: y 2 (1996). En el análisis se contemplaron cinco fases sucesivas: visual, olfativa, gustativa, trigeminal y táctil, siguiendo la técnica de análisis descriptivo cuantitativo. Se utilizó el vocabulario desarrollado en trabajos precedentes (Ciappini, 2012) (Lam. 3, Fig. A y B). Mediante la aplicación de métodos estadísticos uni y multivariados, se obtuvieron los perfiles sensoriales de las distintas muestras, determinando la significación de las diferencias encontradas y la correlación de los distintos descriptores con parámetros fisicoquímicos, estableciendo, al mismo tiempo, los de mayor peso para la caracterización de las diferentes mieles.

### ***Análisis estadístico***

Los resultados obtenidos a partir de los estudios polínicos, fisicoquímicos y sensoriales fueron sometidos a análisis descriptivos para obtener los valores: rango (Min.-Max.), media (M), desvío estándar (DS) y coeficiente de variación (CV). Posteriormente se aplicó análisis de correlación de Pearson. Estos estudios se realizaron con el programa Infostat 3.0 (Di Rienzo *et al.*, 1998).

Luego se aplicaron análisis estadísticos multivariados. En primer lugar se realizó un análisis de agrupamiento empleando distancia Euclídea y se construyó el dendrograma mediante el método de Ward. Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales (ACP) a fin de separar las muestras analizadas de acuerdo a los resultados del y análisis polínico cualitativo fisicoquímico. Para ello se utilizó el software PAST 3.15 (Hammer *et al.*, 2001).

## RESULTADOS

### *Estudios polínicos*

#### *Análisis cualitativo*

Los análisis polínicos de las mieles mostraron una amplia diversidad de Angiospermas, representadas por 36 familias vegetales. Se registraron 73 tipos polínicos, de los cuales 59% fueron determinados a nivel de especies (43), 21% a nivel de género (15), 3% a nivel familia (2), 16% por tipo polínico (12) y un 1% de granos de polen indeterminados (Tabla 5).

Las mieles se analizaron y clasificaron según la época de cosecha, en mieles de primavera y de verano. En las mieles de primavera se describió un máximo de 32 tipos polínicos por muestra y un mínimo de 13 tipos polínicos. Por otro lado, en las mieles de la cosecha de verano se identificó un máximo de 23 tipos polínicos y un mínimo de 12.

A su vez, se observó que las especies predominantes fueron en un 96% de la flora nativa, mientras que la flora exótica estuvo representada tan solo por un 4%. Entre estas últimas se destacan dos cultivos importantes en la zona: *Helianthus annuus* y *Glycine max*; así como también una especie naturalizada: *Ammi majus* L.

Del total de familias identificadas, las mejores representadas fueron las Fabaceae y Asteraceae, para las primeras se registraron 18 tipos polínicos y para las segundas se describieron 10 tipos polínicos.

Las 17 mieles de primavera (Muestras: nº1 a la nº17) presentaron un predominio de polen de especies de algarrobo, siendo *Prosopis alba* (Lam. 4, Fig. A y C) la mejor representada en todos los casos y como polen acompañante se destacaron principalmente las especies de *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus vitis-idaea*, *Anisocapparis speciosa*. Por otro lado, para las 12 mieles de verano (Muestras: nº18 a la nº29) se encontró predominancia de polen de *Schinopsis balansae* (Lam. 4, Fig. B y D) y como polen acompañante se destacaron principalmente las especies de *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus* sp., *Trithrinax campestris*, *Phyla canescens*, entre otras (Tabla 6, Figura 1).

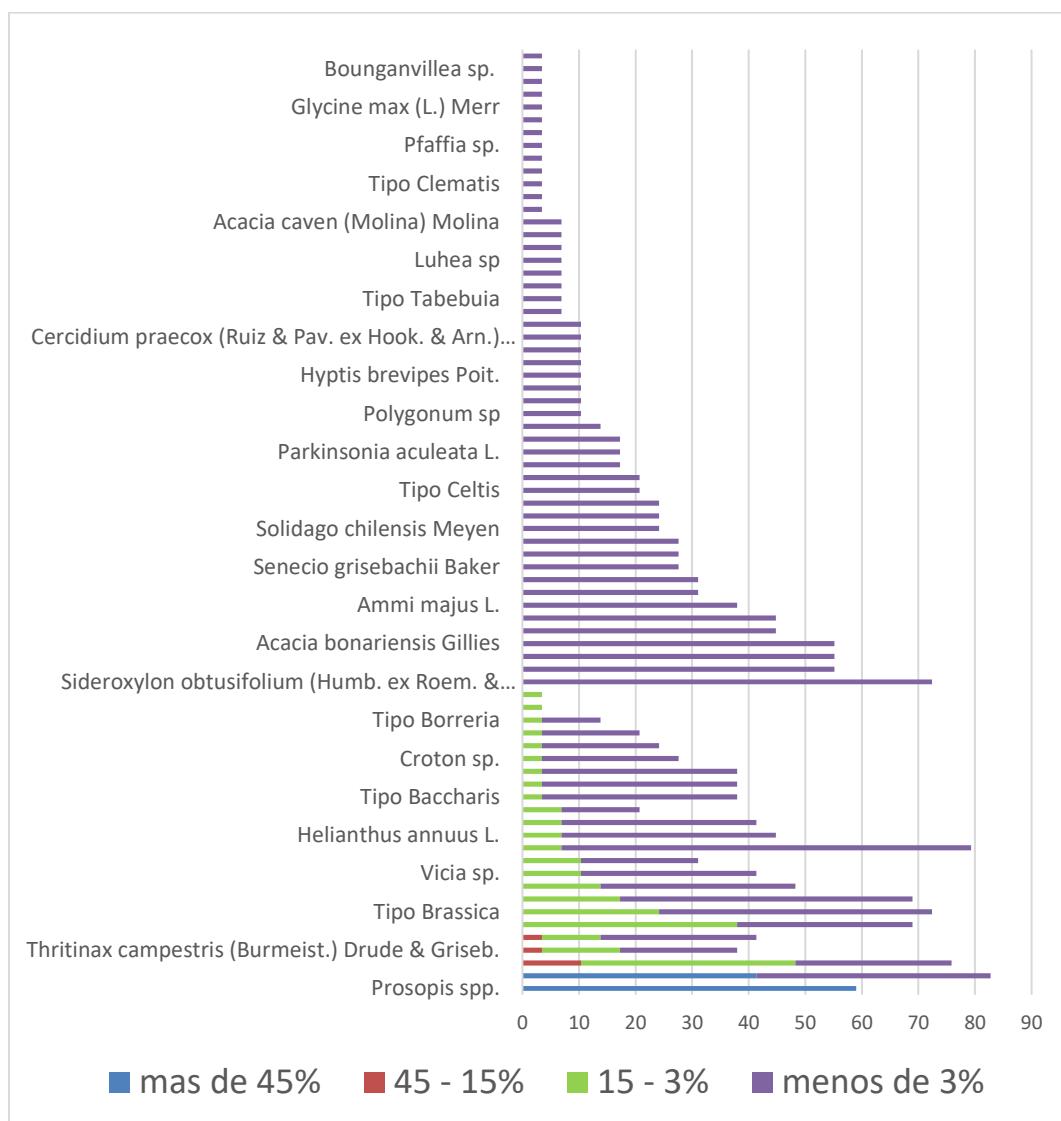
**Tabla 5.** Frecuencia de aparición de los distintos tipos polínicos en las mieles analizadas. Referencias: Polen dominante (D) Polen secundario (S), Polen de Menor importancia (M), Polen en Traza (T). Las especies exóticas se señalan con un \* (asterisco).

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	FRECUENCIA (%)			
		D	S	M	T
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i> var. <i>birconutus</i> (Schinz & Autran) Botta				9
Alismataceae	<i>Sagittaria montevidensis</i> Cham. & Schltdl.				7
Amaranthaceae	<i>Alternanthera</i> sp.				3
	<i>Amaranthus</i> sp.				4
	<i>Pfaffia</i> sp.				1
Anacardiaceae	<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	12			12
Apiaceae	<i>Ammi majus</i> L. (*)				11
	<i>Eryngium</i> sp.			1	5
Arecaceae	<i>Trithrinax campestris</i> (Burmeist.) Drude & Griseb.	1	4	6	
Asteraceae	<i>Cichorium</i> sp.				1
	<i>Eupatorium inulifolium</i> Kunth			-	3
	<i>Helianthus annuus</i> L. (*)			2	11
	<i>Holocheilus hieracioides</i> (D.Don) Cabrera				6
	<i>Mutisia</i> sp.				1
	<i>Senecio grisebachii</i> Baker				8
	<i>Solidago chilensis</i> Meyen				7
	<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.				1
	Tipo Baccharis	1		10	
	<i>Vernonia chamaedrys</i> Less.				1
Bignoniaceae	Tipo Tabebuia				4
Brassicaceae	Tipo Brassica		7	14	
Cactaceae	<i>Cereus</i> sp.				8
Cannabaceae	Tipo <i>Celtis</i>				6
Capparaceae	<i>Anisocapparis speciosa</i> (Griseb.) Cornejo & Iltis	3	6		
	<i>Cynophalla retusa</i> (Griseb.) Cornejo & Iltis	1	10		
	<i>Capparis salicifolia</i> Griseb.				2
Celastraceae	<i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb.	11	9		
Euphorbiaceae	<i>Sapium haematospermum</i> Müll. Arg.				16
	<i>Croton</i> sp.	1	7		
	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.S. Mill				1
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	2	21		
	<i>Acacia bonariensis</i> Gillies				16
	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina			2	
	<i>Acacia praecox</i> Griseb.				16
	<i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby & J.W. Grimes				1
	<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav. Ex Hook. & Arn.) Harms				3
	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.)			1	

	<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb) Taub				3
	<i>Glycine max</i> (L.) Merr (*)				1
	<i>Medicago lupulina</i> L.			4	10
	<i>Melilotus albus</i> Medik.			2	4
	<i>Mimosa</i> sp.				3
	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.				5
	<i>Prosopis</i> spp.	17			
	Tipo <i>Adesmia</i>				1
	Tipo <i>Bauhinia</i>	1	3		8
	Tipo <i>Vicia</i>			1	6
	<i>Vicia</i> sp.			3	9
Lamiaceae	<i>Hyptis brevipes</i> Poit.				3
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i> Enlace y Otto				5
Malpighiaceae	<i>Mascagnia divaricata</i> (Kunth) Nied.				3
Malvaceae	<i>Cienfuegoscia</i> sp.				2
	<i>Sphaeralcea bonariensis</i> (Cav.) Griseb.				13
Menyanthaceae	<i>Nymphoides indica</i> (L.) Kuntze				1
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.				1
Nyctaginaceae	<i>Bouganvillea</i> sp.				1
	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.				13
Onagraceae	Tipo <i>Oenothera</i>				1
Poaceae	Poaceae				8
Polygonaceae	<i>Polygonum</i> sp.				3
Portulacaceae	Tipo <i>Portulaca</i>				5
Ranunculaceae	Tipo <i>Clematis</i>				1
Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus mistol</i> (Griseb.) Hauenshild	3	11		8
Rosaceae	Rosaceae				2
Rubiaceae	Tipo <i>Borreria</i>			1	3
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. Ex Roem. & Schult.) T.D. Penn.				21
Simaroubaceae	<i>Castela coccinea</i> Griseb.				9
Solanaceae	Tipo <i>Solanum</i>				2
Tiliaceae	<i>Luehea</i> sp.				2
Verbenaceae	<i>Phyla canescens</i> (Kunth) Greene	1	10		
Zygophyllaceae	<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.			2	10
	<i>Larrea divaricata</i> Cav.				7
	Indeterminado			5	15

**Tabla 6.** Resumen de los principales componentes polínicos presentes en las muestras analizadas.

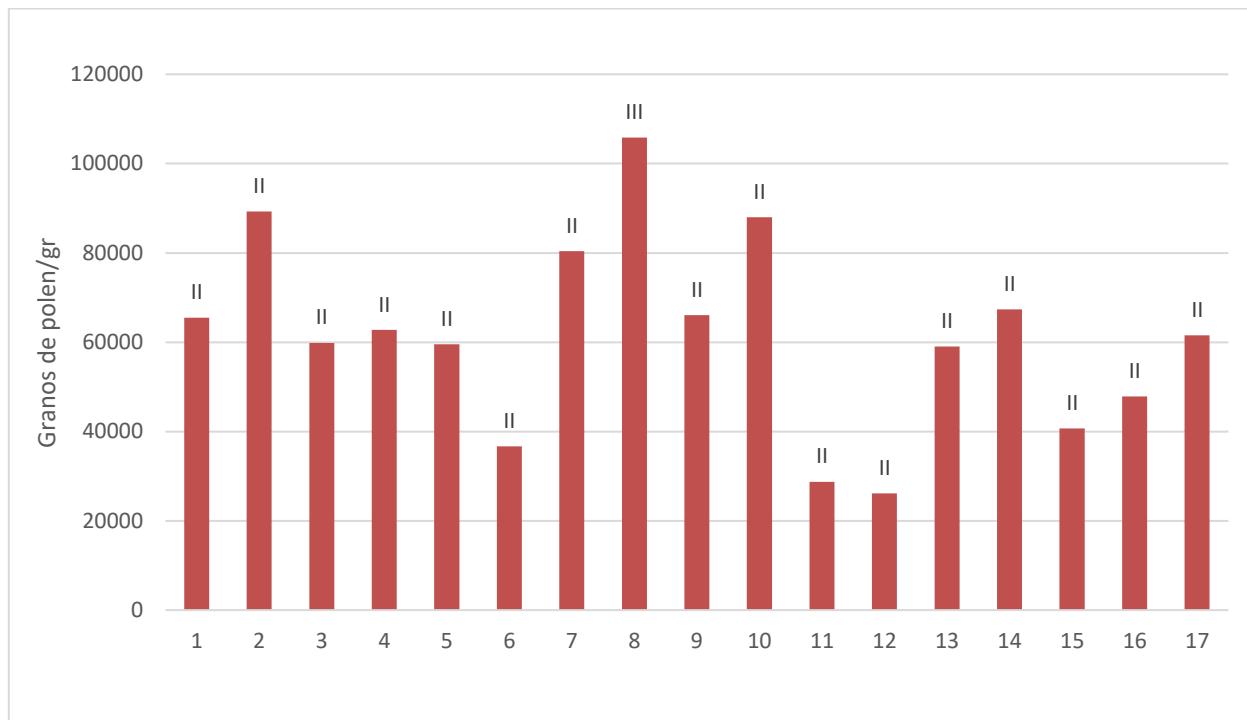
Número de muestra	Polen			
	Dominante (> 45%)	Secundario (15 – 45%)	Menor Importancia (3 – 15%)	Traza (< 3%)
1 a la 17 (cosecha de primavera)	<i>Prosopis</i> spp. ( <i>P. alba</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. kuntzei</i> , <i>P. ruscifolia</i> ) (Lam. 4, Fig. Izq.)	<i>Sarcomphalus mistol</i> Capparaceae	<i>Sarcomphalus mistol</i> <i>Maytenus vitis-idaea</i> Capparaceae	Tipo Brassica <i>Pisonia zapallo</i>
18 a la 29 (cosecha de verano)	<i>Schinopsis balansae</i> (Lam. 4, Fig. Der.)	<i>Trithrinax campestris</i> <i>Prosopis</i> spp.	<i>Prosopis</i> spp. Tipo Baccharis	<i>Trithrinax campestris</i> <i>Pisonia zapallo</i>



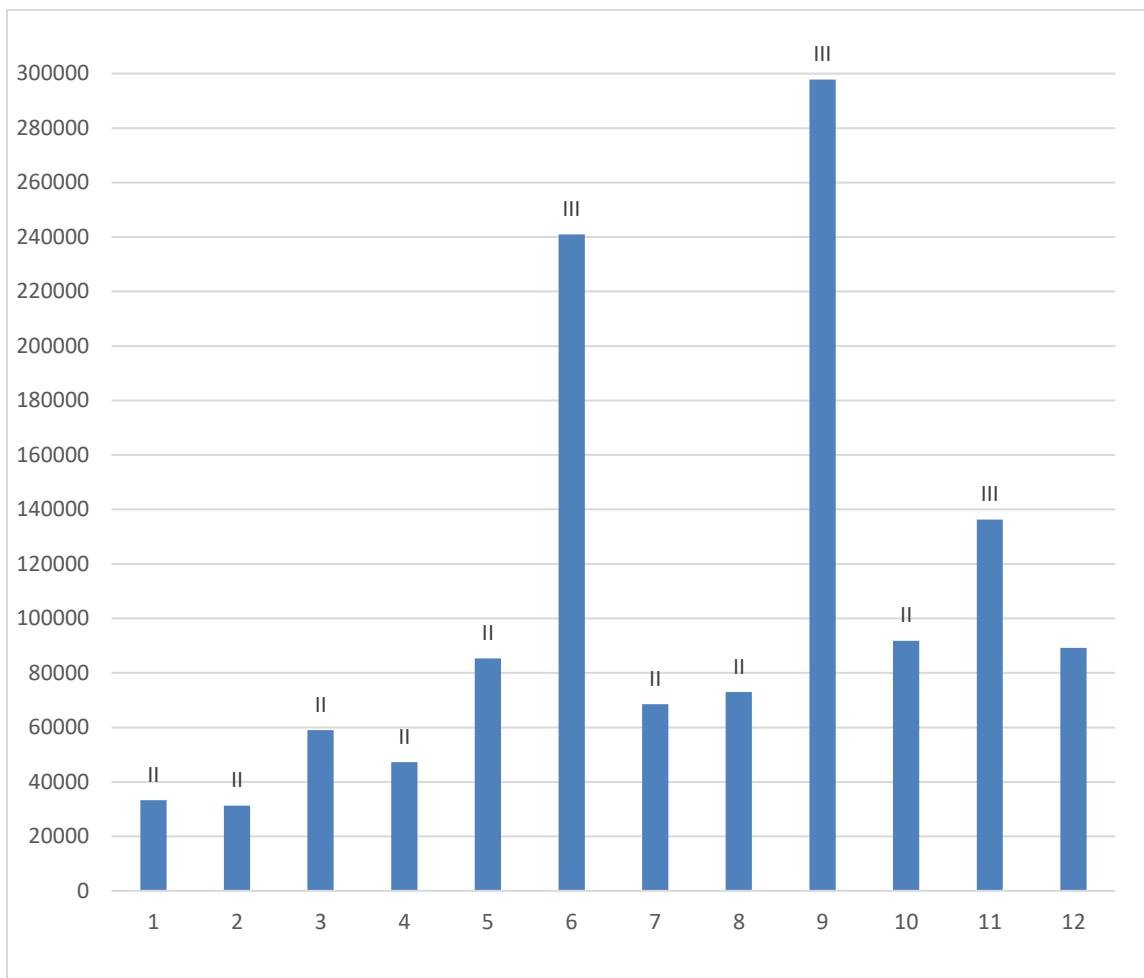
**Figura 1.** Frecuencias de aparición y clases de frecuencia de los tipos polínicos en las mieles.

### **Análisis cuantitativo**

Las mieles de primavera en términos generales poseen una riqueza polínica media como se puede observar en la Figura 2. Por otro lado, las mieles de verano en las muestras 6, 9 y 11 presentaron una riqueza polínica superior, mientras que el resto continuaron con lo descripto para las mieles de primavera (Figuras 2 y 3).



**Figura 2.** Resultados del análisis cuantitativo para las mieles de la cosecha de primavera.



**Figura 3.** Resultados del análisis cuantitativo para las mieles de la cosecha de verano.

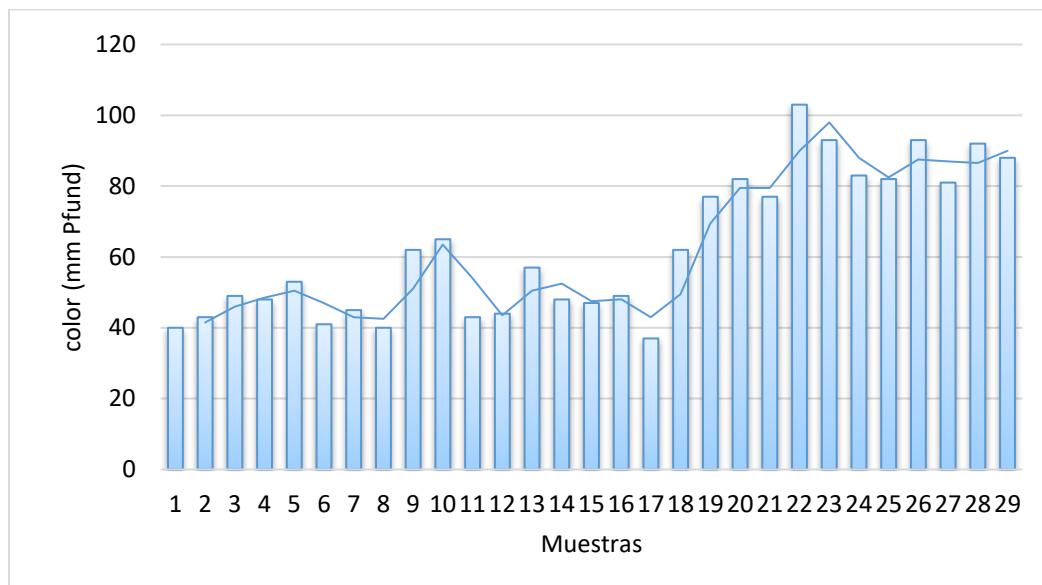
### **Estudios fisicoquímicos**

Los valores obtenidos para todas las variables analizadas son normales y se encuentran dentro de los parámetros nacionales e internacionales para su comercialización. Los valores medios obtenidos para cada parámetro fisicoquímico se resumen en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Valores medios de los resultados fisicoquímicos para los parámetros analizados.

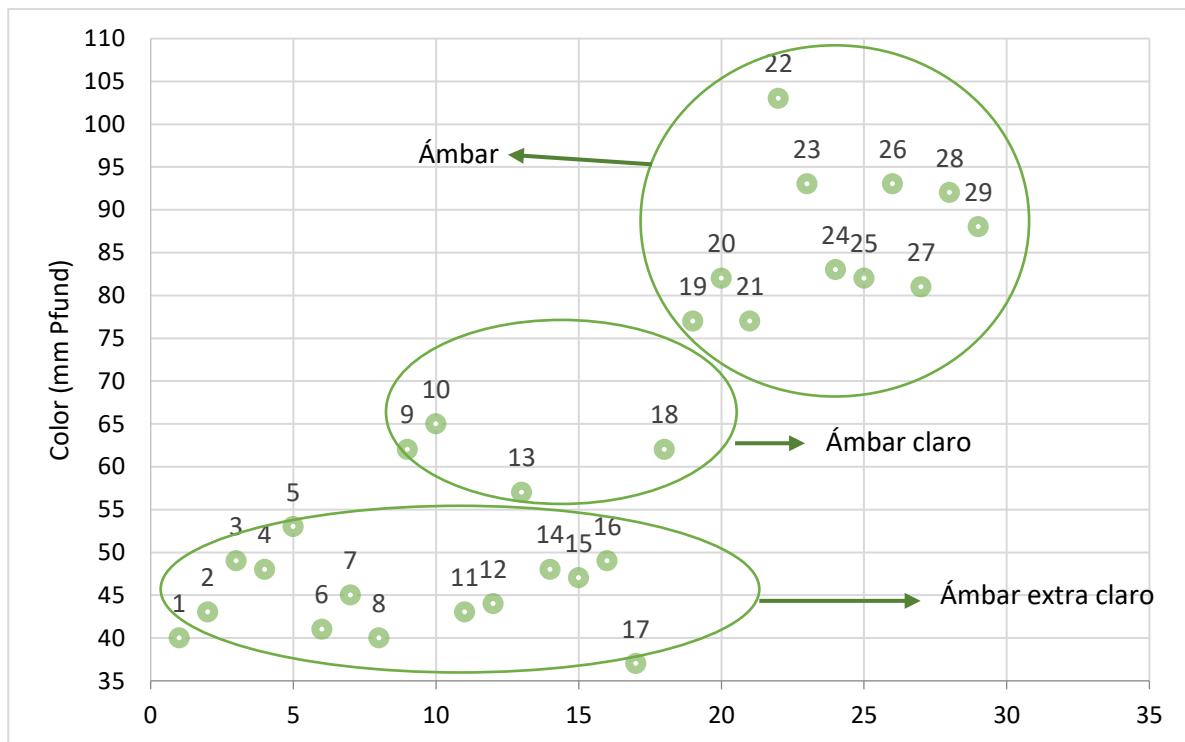
PARAMETRO	Color (mm Pfund)	Humedad (%)	Acidez total (meq kg <sup>-1</sup> )	pH	Conductividad (dS cm <sup>-1</sup> )
<b>MEDIA</b>	62	19,2	14,39	4,76	677

El color de la miel se debe a pigmentos tales como carotenos y xantofilas, a su vez las mieles contienen polifenoles del tipo de los flavones. Según la legislación melífera, el color es la única propiedad que está sujeta a una codificación precisa. Para el color se obtuvieron valores comprendidos entre 37 y 103 mm Pfund (Figura 4).



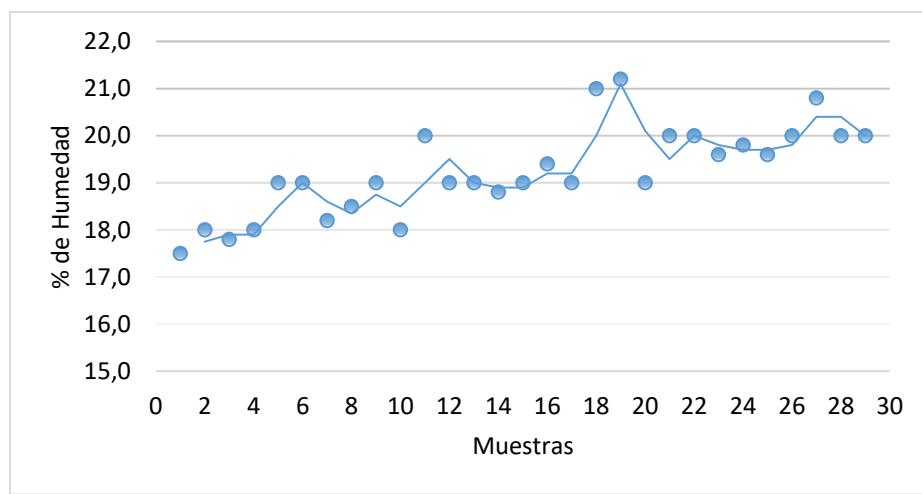
**Figura 4.** Valores de color de las 29 muestras analizadas expresados en mm Pfund.

Ambos grupos de mieles presentaron marcadas diferencias respecto al color. Las mieles de cosecha primaveral se corresponden con valores bajos de mm Pfund (37 a 65 mm Pfund) que se corresponden al color: ámbar extra claro y ámbar claro en la escala de color comercial. Por otro lado, valores mayores de 62 mm Pfund, con una media de 82 mm Pfund, que se corresponde al color: ámbar en la escala de color comercial, para las mieles cosechadas en verano (Figura 5).



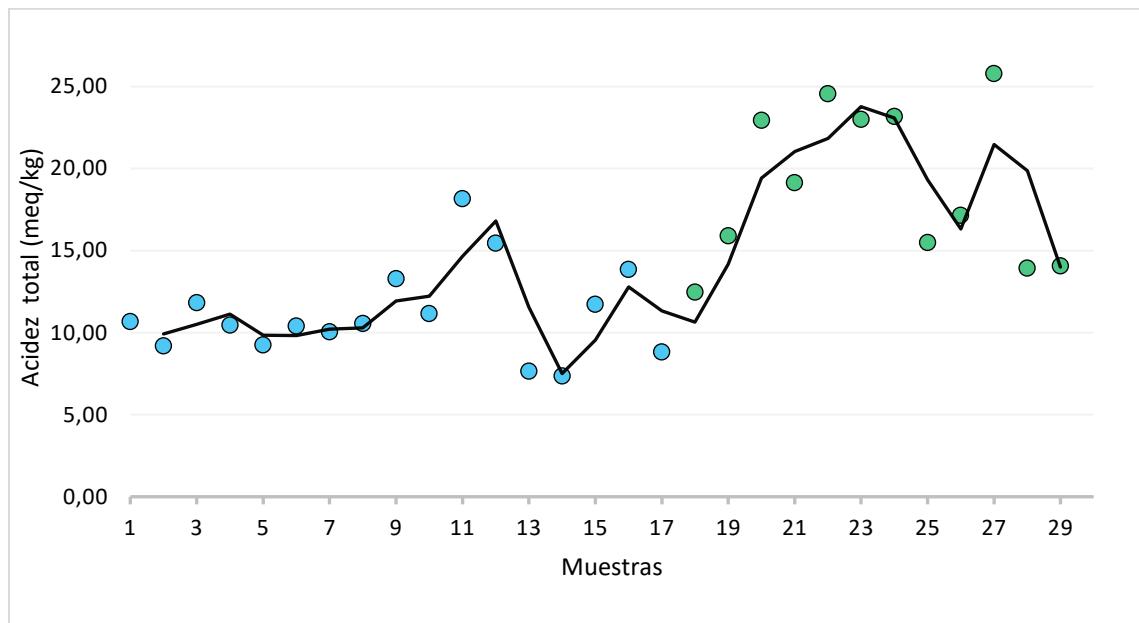
**Figura 5.** Distribución de los valores de color en mm Pfund en las muestras analizadas.

En cuanto a la determinación del contenido de humedad, las muestras se encontraron entre valores de 17,5 y 21,2%, con una media de 19,2% (Figura 6).



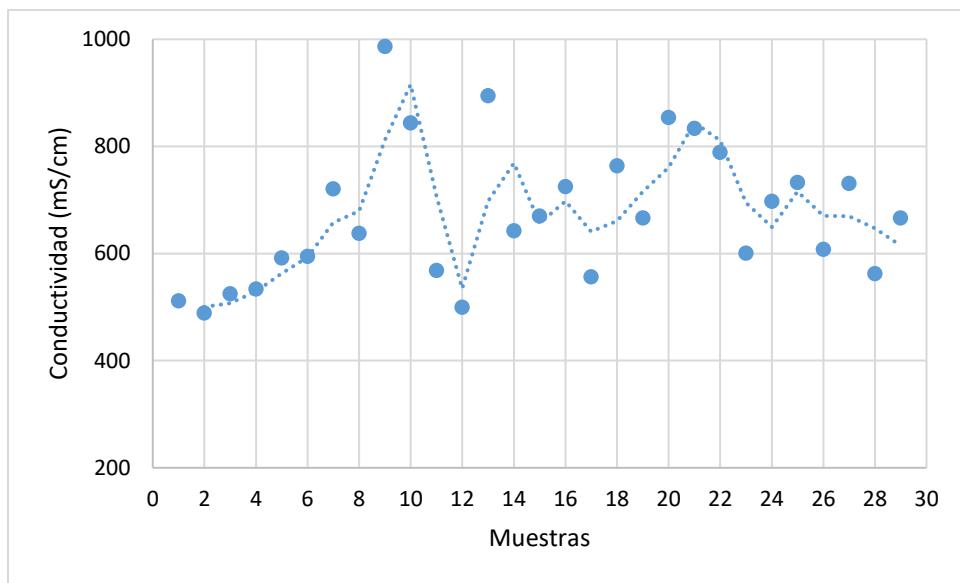
**Figura 6.** Valores de humedad para las muestras analizadas.

Para la acidez total, se obtuvieron valores comprendidos entre 7,36 y 25,79 meq/Kg. A su vez, las mieles de primavera presentaron menores valores de acidez total que las de cosecha de verano, con una media de 11,17 meq/Kg mientras que las mieles de verano presentaron una media de 18,96 meq/Kg. Esta diferencia se puede observar en la Figura 7.



**Figura 7.** Valores de acidez total en meq/Kg de las mieles de primavera (celeste) y de verano (verde).

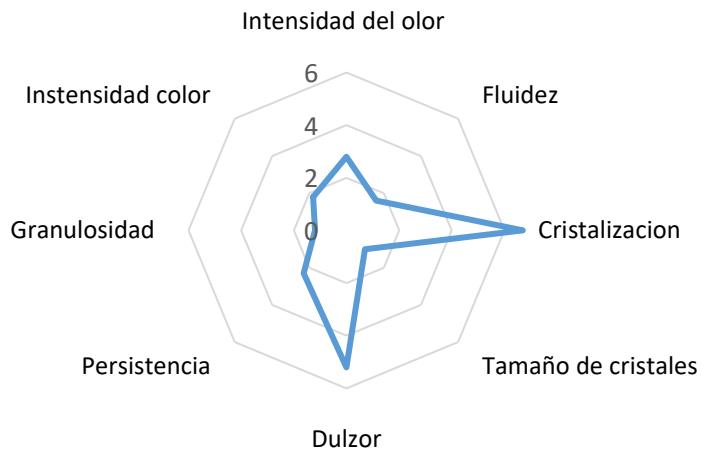
Al analizar la conductividad eléctrica se obtuvieron valores comprendidos entre 489 y 987 mS/cm. Para las mieles de primavera se encontró que el rango de variación era mayor, ya que presentaron valores mínimos de 489 y 987 mS/cm, los cuales se corresponden con la amplitud total de las muestras, registrando una media de 646 mS/cm. Por otro lado, las mieles de verano se mostraron más estables en cuanto a la variación, con un rango de 563 a 854 mS/cm, y un valor promedio de 709 mS/cm (Figura 8).



**Figura 8.** Valores de conductividad eléctrica en mS/cm para las muestras analizadas.

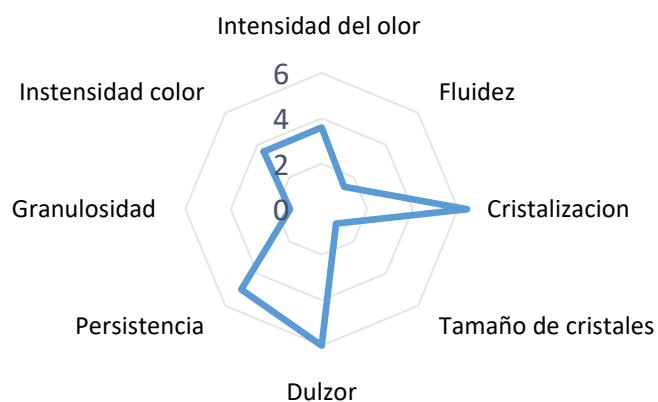
### **Estudios sensoriales**

Para la descripción de los resultados de los estudios sensoriales es conveniente separar las muestras de mieles provenientes de la cosecha de primavera y por otro lado las muestras que representan la cosecha estival. Para el caso de las 17 muestras con predominancia de polen de *Prosopis* spp. estas se caracterizan por cristalizar formando cristales muy pequeños aun así perceptibles en boca. La intensidad del color fue clara, sin notas particulares. El olor presentó una intensidad moderada, caracterizándose como vegetal seco, con notas a madera; varias de las muestras presentaron una nota aromática, balsámica (alcanforada), que podría estar relacionada con la presencia *Sarcomphalus mistol*. El dulzor fue intenso y el aroma, también de características vegetales, es mostró persistencia moderada (Figura 9).



**Figura 9.** Perfil sensorial de las mieles de primavera.

Las mieles de verano se caracterizan por cristalizar formando cristales muy pequeños aun así perceptibles en boca. La intensidad del color fue media, ambarino, y en algunas muestras se detectaron notas verdosas. El olor presentó una intensidad moderada, caracterizado como vegetal, con notas a madera; frutal; pocas muestras presentaron una nota aromática, y una muestra, excepcionalmente, presentó una nota cálida, a fruta tostada, que se correspondió con la muestra de mayor porcentaje de polen de *Schinopsis balansae*. El dulzor se caracterizó como intenso y el aroma, también de características vegetales, es de persistencia moderada (Figura 10).



**Figura 10.** Perfil sensorial de las mieles de verano.

## Análisis estadístico

Los datos obtenidos a partir del análisis de los parámetros fisicoquímicos fueron sometidos a técnicas estadísticas descriptivas, los resultados se resumen en la Tabla 8. Posteriormente, estos datos fueron tratados en forma conjunta con los resultados polínicos mediante métodos multivariados.

**Tabla 8.** Estadística descriptiva de los valores obtenidos para cada variable analizada. Referencias:

N: Número de muestras, Min.: Valor minino; Max.: Valor máximo; DS: Desvió estándar; CV:

Coeficiente de varianza.

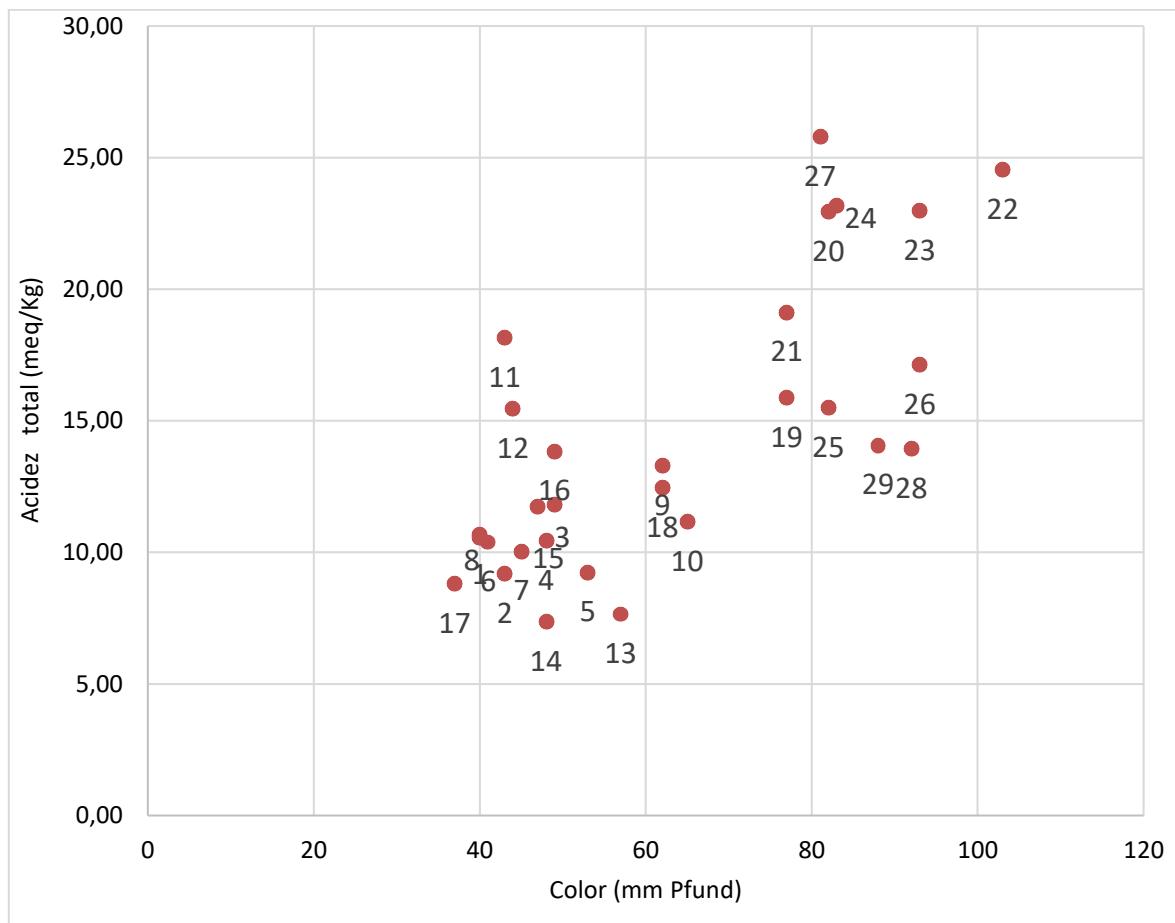
Variable	N	Media	Rango		DS	CV
			Min.	Max.		
Color (mm Pfund)	29	62	37	103	20,39	0,33
Humedad (%)	29	19,2	17,5	21,2	0,95	0,05
Acidez total (meq kg <sup>-1</sup> )	29	14,39	7,36	25,79	5,33	0,37
pH	29	4,76	2,82	7,20	0,87	0,18
Conductividad Eléctrica (mS/cm)	29	647	489	987	146	0,23
HMF (mg/kg)	29	11	7	16	3	0,26

Si tenemos en cuenta dos parámetros como acidez y color, se puede apreciar una correlación positiva entre ambos ( $R^2 = 0,73$ ), las muestras de miel más oscuras son más acidas respecto de las mieles claras.

**Tabla 9.** Análisis de correlación de Pearson para variables fisicoquímicas.

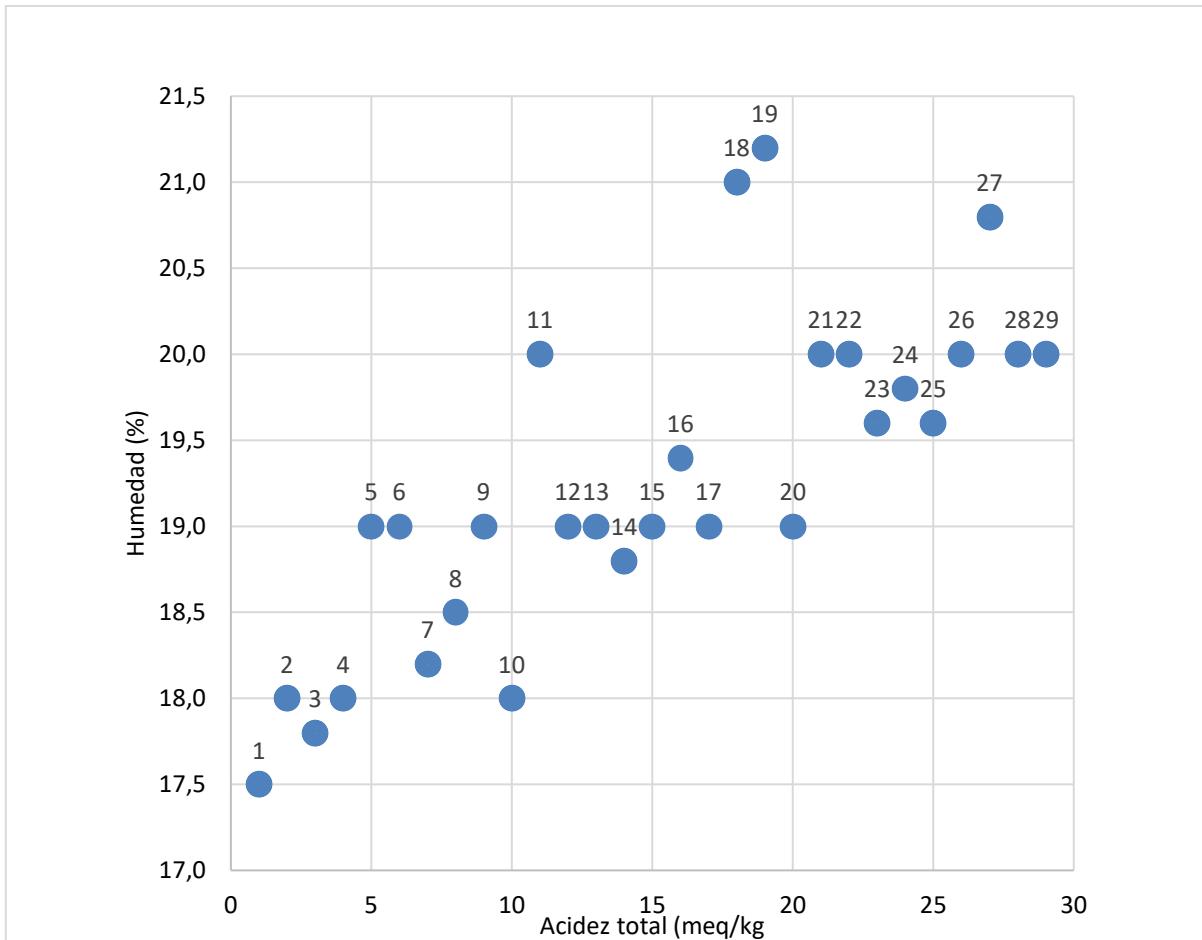
	Índice de Refracción (°Brix)	Humedad (%)	Color (mm Pfund)	Acidez (meq/kg)	pH	CE (mS/cm)	HMF (mg/kg)
Índice de Refracción (°Brix)	1						
Humedad (%)	-1	1					
Color (mm Pfund)	-0,6117546	0,61175458	1				
Acidez (meq/kg)	-0,5704221	0,57042208	0,72662566	1			
pH	0,39083794	-0,3908379	-0,5019513	-0,5187707	1		
Conductividad (mS/cm)	-0,2503833	0,25038334	0,35792895	0,23556734	-0,6492073	1	
HMF (mg/kg)	-0,1430028	0,14300284	0,24257671	0,25093924	-0,2651469	0,27789589	1

En la Figura 11 se ilustra la correlación entre las variables: acidez y color, las mieles de primavera poseen valores de acidez menores a  $15,5 \text{ meq kg}^{-1}$ , mientras que las de verano muestran valores más altos de acidez promedio alrededor de  $20 \text{ meq kg}^{-1}$ .



**Figura 11.** Correlación entre acidez total y color para las muestras analizadas.

A su vez se observa una correlación positiva ( $R^2 = 0,57$ ) para acidez y humedad. En la Figura 12 se puede apreciar la influencia de los valores de la acidez en los valores obtenidos de humedad. Es esperable que la hidrólisis de los azúcares contenidos en la miel tienda a aumentar la acidez de la muestra.



**Figura 12.** Relación entre el porcentaje de humedad y la acidez total.

La relación entre acidez y humedad también muestra diferencias entre las mieles de primavera y las mieles de verano, obteniendo estas últimas valores de humedad comprendidos entre 19 y 20% con niveles de acidez entre 12 y 23 meq/kg. Por otro lado, las mieles con predominancia de *Prosopis* spp. alcanzaron un promedio de 18,6 % de contenido de humedad, con un valor medio de acidez de 11,17 meq/kg.

A su vez, se realizó un análisis de correlación de las variables fisicoquímicas con el origen botánico. Los resultados se ilustran en la Tabla 10 donde se puede observar alta correlación entre acidez total y color con el origen botánico ( $R^2=0,73$  y  $R^2=0,9$ ).

**Tabla 10.** Coeficientes de Pearson para variables fisicoquímicas y origen botánico.

	Origen Botánico	Color	Acidez total	Conductividad
Origen Botánico	1	2,30E-11	5,90E-06	0,2
Color	0,9	1	8,10E-06	0,06
Acidez	0,73	0,73	1	0,22
Conductividad	0,24	0,36	0,24	1

En las Tablas 11 y 12 se muestran los resultados de la estadística descriptiva aplicada de manera discriminada para mieles de la cosecha de primavera y mieles de la cosecha de verano. De esta manera se puede evidenciar la diferenciación existente entre las mieles con predominancia de polen de *Prosopis* spp. y las mieles con mayor presencia polínica de *Schinopsis balansae*.

**Tabla 11.** Parámetros fisicoquímicos de las mieles de primavera.

Variable	N	Media	Rango		DS	CV
			Min.	Max.		
Color (mm Pfund)	17	48	37	65	8	0,16
Conductividad (mS/cm)	17	654	489	987	148	0,23
Humedad (%)	17	18,7	17,5	20,0	0,6	0,03
Acidez total (meq/kg)	17	11,17	7,36	18,16	2,77	0,25
pH	17	5,01	3,9	7,2	0,94	0,19

**Tabla 12.** Parámetros fisicoquímicos de las mieles de verano

Variable	N	Media	Rango		DS	CV
			Min.	Max.		
Color (mm Pfund)	12	84	62	103	10	0,87
Conductividad (mS/cm)	12	709	563	854	92	7,7
Humedad (%)	12	20,1	19,0	21,2	0,6	0,05
Acidez (meq/kg)	12	18,96	12,47	25,79	4,71	0,39
pH	12	4,31	3,82	4,90	0,28	0,02

El análisis de correlación de Pearson aplicado a los resultados sensoriales mostró relaciones estrechas entre algunas variables (Tabla 13). En tanto que, el grado de cristalización, se

encuentra estrechamente relacionado con la granulosidad de las muestras, en conjunto con el tamaño de los cristales encontrados en las mismas.

**Tabla 13.** Correlación de Pearson para las variables sensoriales.

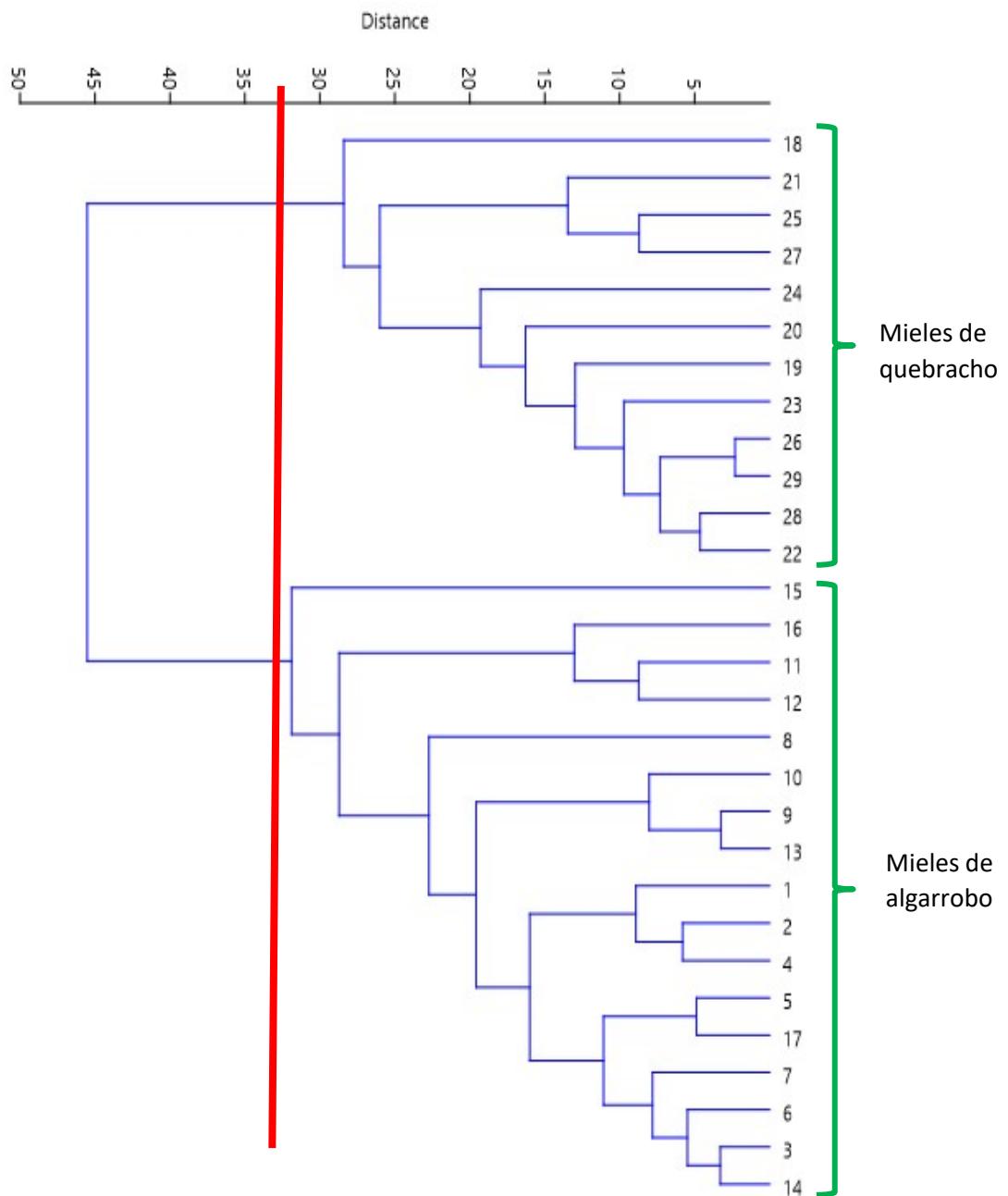
	Intensidad olor	Intensidad color	Fluidez	Cristalización	Tamaño cristal	Dulzor	Persistencia	Granulosidad
Intensidad olor	1	0,13	0,24	0,25	2,50E-04	0,11	0,68	0,02
Intensidad color	0,29	1	0,07	0,05	0,15	0,64	0,21	0,13
Fluidez	0,22	0,34	1	0	4,10E-04	0,44	0,1	7,70E-10
Cristalización	-0,22	-0,36	-0,96	1	1,70E-04	0,5	0,24	7,20E-12
Tamaño cristal	-0,63	-0,28	-0,61	0,64	1	0,31	0,7	7,70E-10
Dulzor	0,3	0,09	0,15	-0,13	-0,19	1	8,10E-04	0,51
Persistencia	0,08	0,24	-0,31	0,23	0,07	0,59	1	0,16
Granulosidad	-0,44	-0,29	-0,87	0,91	0,87	-0,13	0,26	1

En la Tabla 14 se resumen los resultados de los diferentes estudios realizados polínicos, fisicoquímicos y sensoriales. De esta manera, se pueden visualizar las características que permitirían caracterizar las mieles analizadas teniendo en cuenta el periodo de cosecha, su composición polínica, propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

**Tabla 14.** Cuadro comparativo de las propiedades distintivas de las mieles analizadas.

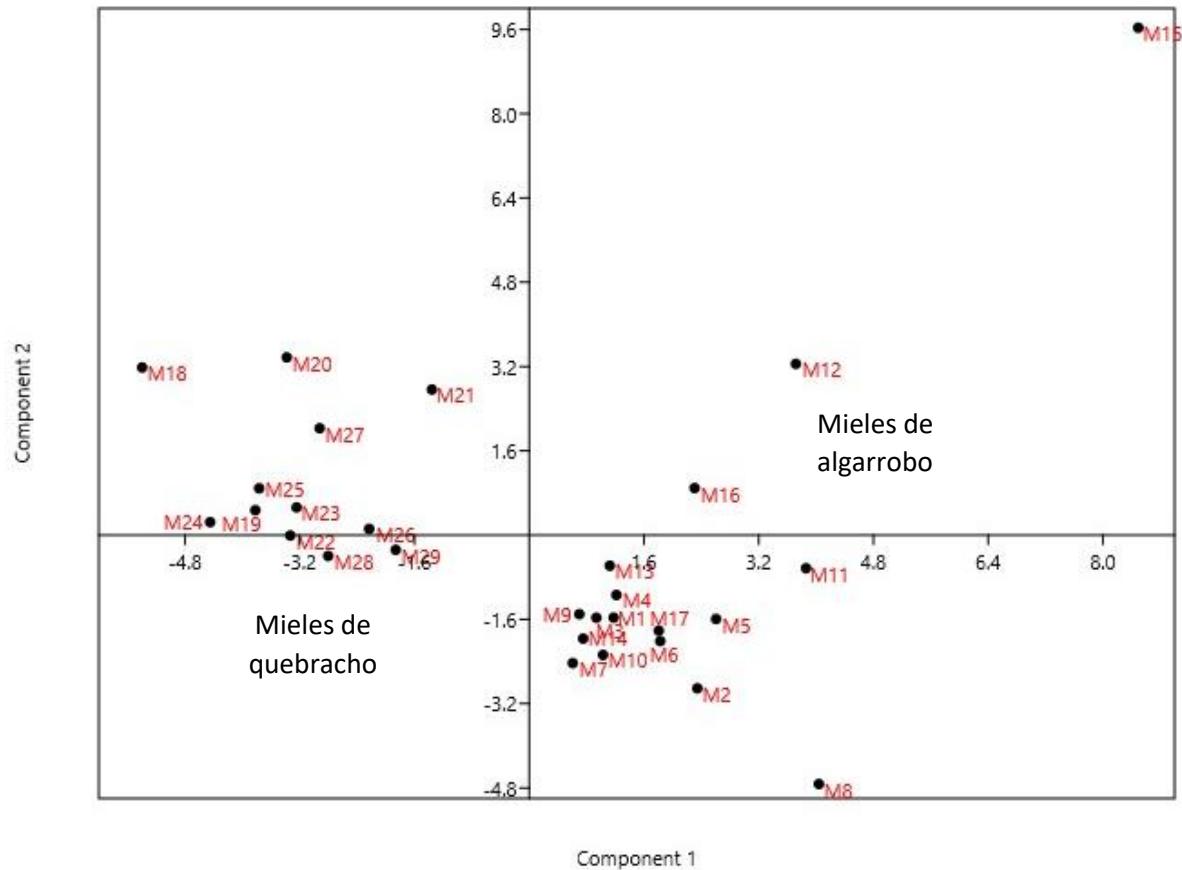
Ánálisis	Polínico	Fisicoquímico (rangos)			Sensorial (aspectos sobresalientes)		
Muestras	Origen floral	Color mm Pfund	Acidez Total meq/Kg	Humedad %	Tamaño de Cristales	Granulosidad	Cristalización
1 a la 17	<i>Prosopis</i> sp.	37-65	7,4-18,2	17,5-20,0	Pequeños	Baja	Alta
18 a la 29	<i>Schinopsis balansae</i>	62-103	12,5-25,8	19,0-21,2	Pequeños	Baja	Alta
Valores de Correlación		0,73			0,87		
	0,9		0,57			0,91	

En cuanto al análisis multivariado del espectro polínico, se puede ver en el dendrograma de la Figura 13 la formación de dos grupos bien definidos. Estos grupos coinciden con las mieles de primavera (muestras 1 a 17) y mieles de verano (muestras 18 a 29).



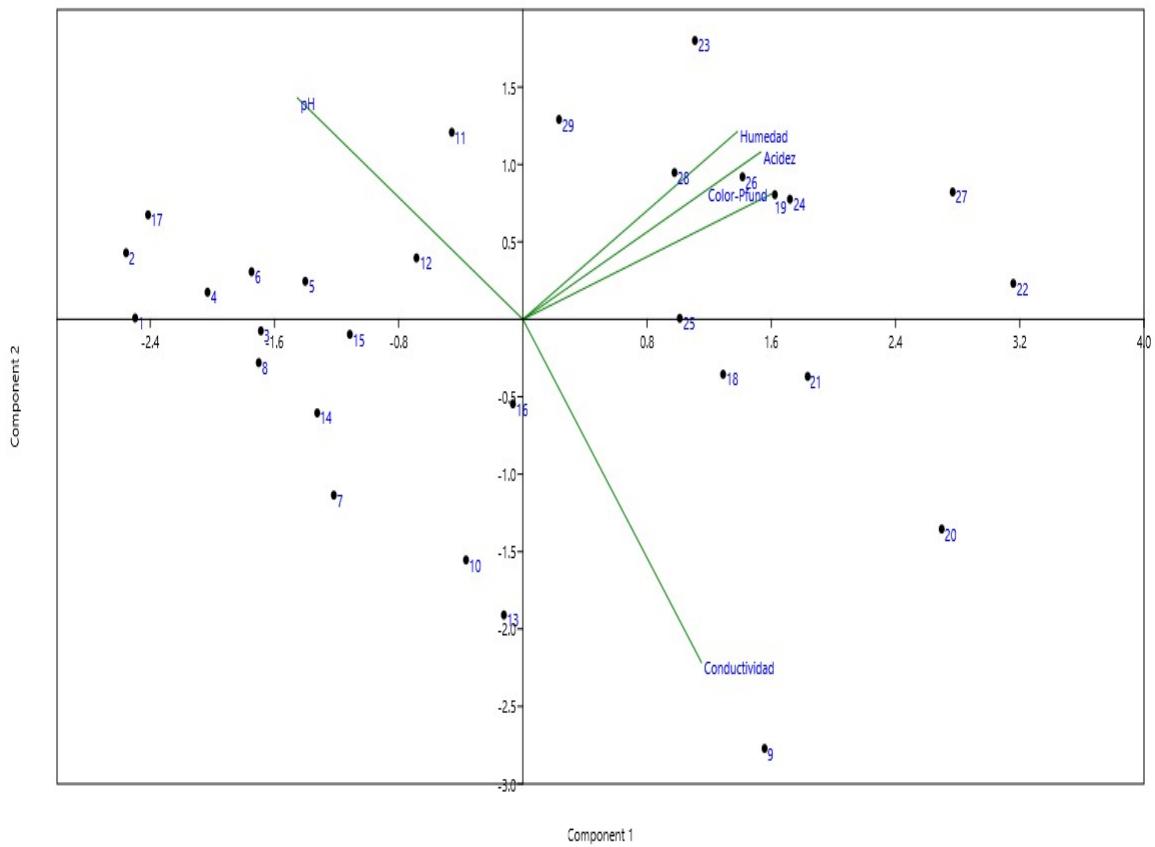
**Figura 13.** Dendrograma del análisis de agrupamiento según el espectro polínico.

El análisis de componentes principales o PCA reveló el mismo comportamiento de las muestras, como se puede observar en la Figura 14.



**Figura 14.** Dispersión de las muestras según el análisis de componentes principales para los tipos polínicos.

En el análisis multivariado de los parámetros fisicoquímicos se logran distinguir tres grupos según las variables de: pH, Humedad-Color-Acidez total y por ultimo Conductividad (Figura 15).



**Figura 15.** Distribución de las muestras según el análisis de componentes principales para las variables fisicoquímicas.

## DISCUSIÓN

### *Estudios polínicos*

Todos los tipos polínicos encontrados en las mieles de la cosecha primaveral y de verano coinciden con los citados por Salgado (2016) y Salgado *et al.* (2014, 2017).

En las mieles de primavera, el polen dominante fue el de *Prosopis* spp. en el cien por ciento de las muestras, destacándose la especie *Prosopis alba* seguida en orden de importancia por *P. nigra*, *P. ruscifolia* y *P. kuntzei*. Especies de la familia Capparaceae fueron ampliamente visitadas por las abejas, destacándose la presencia de polen de *Anisocapparis speciosa*, como polen secundario junto con *Sarcomphalus mistol* (Rhamnaceae). Junto a los anteriores, también se encontraron como polen en “traza” en todas las muestras los tipos polínicos: *Maytenus vitis-idaea* y *Pisonia zapallo*. La predominancia del polen de *Prosopis* spp. en las mieles de la cosecha primaveral es coincidente con el periodo prolongado de floración que presenta dicha especie (Salgado *et al.*, 2014).

En el caso de las mieles de verano, el polen dominante de *Schinopsis balansae* se encontró acompañado por *Prosopis* spp. Es importante destacar como polen secundario el polen de la especie *Trithrinax campestris* (Arecaceae). A su vez, se detectó la persistencia del polen de *Anisocapparis speciosa* como polen de “menor importancia” y “traza”. Por otro lado, el Tipo Baccharis fue encontrado como polen de “menor importancia”, especie que solo alcanzó valores menores al 3% en las mieles de primavera. Salgado *et al.* (2014) observaron que la floración de *Schinopsis balansae* se extiende desde los meses de enero a marzo, siendo éste el principal aporte nectarífero de las mieles de verano.

Las familias más importantes y mejor representadas fueron Fabaceae con 18 tipos polínicos, de los cuales 16 fueron encontrados y descriptos en las mieles de primavera, y solo 9 en las mieles de verano, y Asteraceae, con 10 tipos polínicos de los cuales 8 fueron descriptos en las mieles de primavera y 6 en las mieles de verano. La predominancia de especies de Fabaceae y Asteraceae, por parte de las abejas, también fue observada por otros autores en mieles de Argentina (Forcone, 2009).

Ambos tipos de mieles mostraron una alta variabilidad de especies, en las mieles de algarrobo se describieron 58 tipos polínicos y 52 para las mieles de verano. La variabilidad encontrada en estas mieles monoflora es mayor a la registrada en mieles provenientes de la zona pampeana, donde se registran alrededor de 20 tipos polínicos por muestra (Malacalza *et al.*, 2005). Incluso para mieles de *Prosopis* spp. de La Pampa, en las cuales Naab *et al.* (2008) describiendo 43 tipos polínicos, con un promedio de 5 a 20 tipos por muestra analizada. Las

mieles de *Prosopis* spp. de la provincia del Chaco presentaron un mínimo de 13 y un máximo de 32 tipos polínicos por muestra. Estas mieles presentaron mayor variabilidad de tipos polínicos que las mieles de quebracho colorado que presentaron un mínimo de 12 y un máximo de 23 tipos polínicos por muestra. Esto es esperable ya que durante la primavera se registran más especies en flor que durante el verano (Salgado *et al.* 2014).

En el análisis multivariado se puede observar la diferenciación de dos grupos de mieles definidos por su origen floral y demostró que se trata de dos tipos de mieles claramente diferentes.

En cuanto al análisis cuantitativo, tanto las mieles de algarrobo como las mieles de quebracho presentaron contenidos polínicos correspondientes al grupo II.

### ***Estudios fisicoquímicos***

El color puede ser un buen indicador del origen floral de un tipo de miel (Salgado y Maidana, 2014), sin embargo existen estudios que demuestran que un mismo origen floral se encuentra comprendido en un rango variable, debido a la influencia de la flora acompañante (Malcalza *et al.* 2005).

En las mieles analizadas se pudo observar una marcada diferenciación entre tonos ámbar, ámbar claro y ámbar extra-claro. Las muestras 19 al 29 se ubicaron en los parámetros correspondientes al color “ámbar” mientras que las muestras 1 al 17 pertenecen al grupo de mieles de coloración “ámbar extra-claro”, con excepción de las muestras 9, 10 y 13 que se corresponden con la coloración “ámbar claro”, presentando valores intermedios entre 55 y 80 mm Pfund.

Todas las mieles presentaron valores de pH comprendidos entre 3,82 y 4,95, por lo tanto se encuentran dentro de los valores normales. Bogdanov *et al.* (2004) indicaron un rango de variación para el pH entre 3,5 y 5,5 estudiando mieles en general, coincidiendo con los valores informados en este trabajo.

Tamame y Naab (2003) observaron que el aporte de néctar de *Prosopis* spp. en mieles de *Condalia microphylla* está relacionada con bajos niveles de color y de acidez. En este trabajo se encontró la misma correlación entre ambas variables para las mieles de algarrobo. Por otro lado, las mieles de quebracho colorado presentaron valores más altos para ambas variables.

El contenido de agua de una miel está relacionado a varios factores: el clima, la humedad ambiental, la flora, la zona geográfica, la proximidad y abundancia de la fuente de néctar y el

manejo de la miel por parte del apicultor. Constituye un indicador de la capacidad de la miel de permanecer estable y resistir la acción de las levaduras (Bogdanov, 2002). La fermentación de la miel es causada por la acción de levaduras tolerantes al azúcar, que provocan la formación e alcohol etílico y dióxido de carbono a partir de la fructosa y la glucosa. El alcohol en presencia de oxígeno puede derivar en ácido acético y agua, otorgándole gusto ácido a la miel cuando fermenta. En el presente trabajo, las mieles estudiadas se ubicaron en un rango de humedad de 17,5 % y 21,2 %. Las mieles de primavera presentaron valores de humedad por debajo del 20,0% como lo establece C.A.A. (2001) con un promedio de 18,56%. Sin embargo, las mieles de verano presentaron tenores de humedad más elevados, con una media de 20,08% y en algunos casos superaron el límite establecido por el Codex Alimentarius (g de agua/100 g de miel  $\leq$  21%). Estas diferencias en los tenores de humedad en las mieles de primavera y verano se corresponden con los valores de acidez total ya presentados.

La miel contiene sales minerales, ácidos orgánicos, aminoácidos, que pueden ser calculados en forma indirecta mediante la medición de su conductividad eléctrica. Sus valores se correlacionan con el contenido de minerales y su medición reemplazaría a la determinación de cenizas por calcinación. El rango de variación es muy amplio, comprende valores entre 100 y 1000 dS/m. En la actualidad es uno de los parámetros de calidad más útil, que puede determinarse con un instrumental de bajo costo y permite diferenciar mieles de néctar de mieles de mielada (Persano Oddo y Piro, 2004). Este rango coincidió con los informados en el presente trabajo de 489 a 987 mS/cm con un promedio de 678 mS/cm. Las mieles de algarrobo registraron una media de  $683,88 \pm 147,63$  mS/cm, mientras que para las mieles de quebracho se obtuvo una media de  $709,08 \pm 92,42$  mS/cm. Si bien los valores promedios de esta variable fueron diferentes para cada tipo de miel, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al origen botánico.

El HMF es un aldehído cíclico que se forma por la deshidratación de los azúcares. A temperatura ambiente (20°C) la reacción de deshidratación de los azúcares para llegar a producir HMF es muy lenta. Es tanto más rápida cuando las mieles son ligeramente acidas (pH comprendido entre 3 y 4). El tenor de HMF es fundamentalmente un indicador de calidad. Las mieles frescas tienen apenas trazas, que se elevan a 10 mg/Kg poco después de ser extraídas. Las condiciones adversas de conservación prolongada y el sobrecalentamiento pueden hacer que su concentración se eleve y exceda los 40 mg/Kg, que es el valor límite permitido. La media obtenida en las mieles estudiadas fue de  $10,94 \pm 2,88$  mg/Kg, sin presentar variaciones significativas de acuerdo al origen botánico, encontrándose en todos los casos dentro los parámetros permitidos.

En el análisis PCA de los parámetros *acidez total, color y humedad* quedan definidos por la CP1 y permiten separar las mieles de quebracho respecto de las mieles de algarrobo que se distribuyen según la CP2. Se puede apreciar que las muestras 1 al 17, comparten valores medios a bajos de pH, así como también valores bajos de color ( $\leq 65$  mm Pfund) y de acidez total ( $\leq 18,45$  meq/Kg). Se destaca la muestra 9 por su elevado valor de conductividad eléctrica (987 mS/cm) que podría estar asociado a la presencia del aporte de néctar de *Sarcomphalus mistol* (16,5%).

### ***Estudios sensoriales***

La miel es apreciada por los consumidores por su variedad de sabores, aromas, colores y texturas, los que se modifican de acuerdo a las plantas visitadas por las abejas para obtener el néctar y por las condiciones climáticas y ambientales en las que se produce (González Lorente *et al.*, 2008). Estas características impactan en las estrategias para la comercialización de la miel, en su precio y brindan información acerca de su calidad y genuinidad (Ciappini *et al.*, 2013).

Ciappini (2014), encontró alta correlación entre la granulosidad y el tamaño de los cristales, indicando que la apreciación visual del tamaño de los cristales coincide con la percepción oral de la textura. A su vez muestra que el dulzor y la persistencia también se relacionaron significativamente. Ambas relaciones fueron observadas en el presente trabajo, sin embargo también encontraron que el olor y el color mostraban una correlación significativa, atribuyendo esto a que las sustancias presentes en la miel contribuyen de forma conjunta a la definición del olor y color, lo cual no se observó en el estudio de las mieles de algarrobo y quebracho colorado.

## CONCLUSIONES

A partir del análisis conjunto de los resultados polínicos, fisicoquímicos y sensoriales obtenidos, se pueden formular las siguientes afirmaciones:

⇒ Las mieles de *Prosopis* spp. se obtienen en primavera y presentan un porcentaje predominante de polen de dicha especie entre 51,8% a 76,4%, siendo *Prosopis alba* la mejor representada en todos los casos. Como polen acompañante se destacan principalmente las especies de *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus vitis-idaea*, *Anisocapparis speciosa* y entre las especies de menor importancia son características *Pisonia zapallo* y Tipo *Brassica*. Las propiedades fisicoquímicas que las caracterizan son: el color que va desde 37 hasta 65 mm Pfund y la acidez total que puede variar desde 7,36 hasta 18,16 meq/kg. En cuanto al aspecto sensorial se definen por presentar olor vegetal seco de persistencia moderada y un dulzor intenso.

⇒ Las mieles de *Schinopsis balansae* se obtienen en verano y presentan un predominio de polen de dicha especie desde 32% hasta 94%. Como polen acompañante se destacan principalmente las especies de *Sarcomphalus mistol*, *Maytenus* sp, *Trithrinax campestris*, *Phyla canescens*, entre las especies de menor importancia se destacan *Prosopis* spp. y Tipo *Baccharis*. Las propiedades fisicoquímicas que las caracterizan son: el color que va desde 62 hasta 103 mm Pfund y la acidez total que varía desde 12,47 hasta 25,79 meq/kg. En cuanto al aspecto sensorial se definen por un dulzor intenso y olor vegetal frutal de intensidad moderada con notas tostadas en las muestras de mayor porcentaje de quebracho colorado.

Las tres hipótesis planteadas fueron confirmadas, por lo tanto pueden realizarse las siguientes generalizaciones sobre las mieles analizadas:

⇒ Las mieles de algarrobo son características de la provincia del Chaco y se obtienen durante la cosecha de primavera.

⇒ Las mieles de quebracho son características de la provincia del Chaco y se obtienen durante la cosecha de verano.

⇒ Ambos tipos de mieles monofloras presentan una interesante variabilidad de tipos polínicos, se encontraron en total 73 tipos polínicos, pertenecientes a 36 familias vegetales, con un promedio de 21 tipos polínicos en las mieles de algarrobo y de 16 en las mieles de quebracho.

⇒ Las especies nativas predominan en un 96% sobre las especies cultivadas, que solamente se encuentran en un 4%.

⇒ Las familias mejor representadas fueron las Fabaceae con 18 tipos polínicos y las Asteraceae con 10.

- ⇒ Las variables fisicoquímicas que permitieron una diferenciación entre mieles de algarrobo y quebracho fueron: color, acidez total y humedad.
- ⇒ El perfil sensorial es definido para cada tipo de miel, caracterizándose las mieles de primavera por un olor vegetal seco, mientras que las mieles de verano se caracterizan por presentar olor vegetal-frutal-tostado.
- ⇒ Las propiedades físicas, químicas y sensoriales de las mieles de *Apis mellifera* están relacionadas con el origen botánico.
- ⇒ Es posible la obtención de mieles monofloras de “algarrobo” y “quebracho colorado” en la provincia del Chaco con características definidas.

Finalmente, el presente trabajo sienta las bases y expone las propiedades para:

- ⇒ La definición por Denominación de Origen [DO] de dos tipos de mieles monofloras de origen nativo.
- ⇒ El establecimiento de asociaciones florales, sumados a las características fisicoquímicas y sensoriales que junto a la práctica de los productores y la cultura apícola de la región, contribuyen a la caracterización de las mieles mediante Indicaciones Geográficas [IG].

De esta manera se pretende contribuir a la generación de valor agregado a la producción apícola en la provincia de Chaco y al mismo tiempo concientizar acerca de la importancia de la Apicultura en la diversificación de la producción agropecuaria como una alternativa ecológicamente amigable y de gran impacto en las economías regionales.

Cabe destacar el rol de las abejas en la polinización de cultivos, entre ellos cultivos frutales, leguminosos como la alfalfa, hortícolas y oleaginosos como el girasol de gran importancia en el NEA como así también la importancia de las mismas en la regeneración del bosque nativo. En este sentido se puede concluir que la Apicultura genera un impacto tanto en el aumento de la producción agrícola como también en la conservación de la biodiversidad de especies del monte nativo. El equilibrio entre ambos aspectos son claves a la hora de tomar decisiones en la profesión del Ingeniero Agrónomo que busca aumentar los rendimientos productivos de un cultivo, pero a la vez debe ser responsable de la conservación de los ambientes naturales contribuyendo a la sustentabilidad de los recursos naturales.



#### LAMINA 1: OBTENCION DE MUESTRAS Y SU PROCESAMIENTO EN LABORATORIO.

**Figura A:** Izq. muestra de miel de algarrobo, Der. muestra de miel de quebracho. **Figura B:** Extracción de la muestra del tambor. **Figura C:**

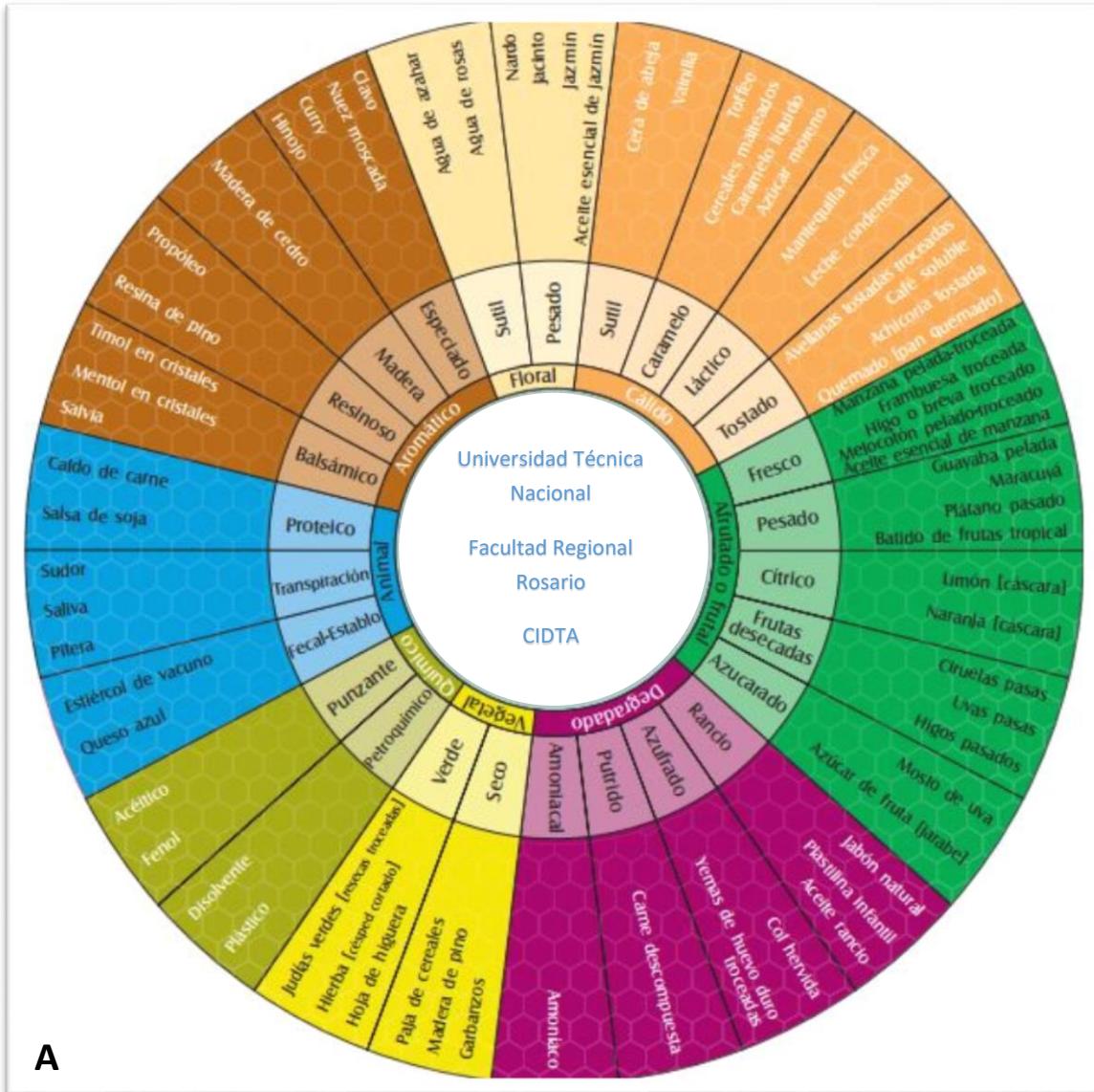
Muestras de quebracho y algarrobo. **Figura D:** Montaje en portaobjetos con parafina. **Figura E:** Microscopio óptico utilizado en los análisis polínicos.



## LAMINA 2. EQUIPAMIENTO PARA DETERMINACIONES FCO-QCAS.

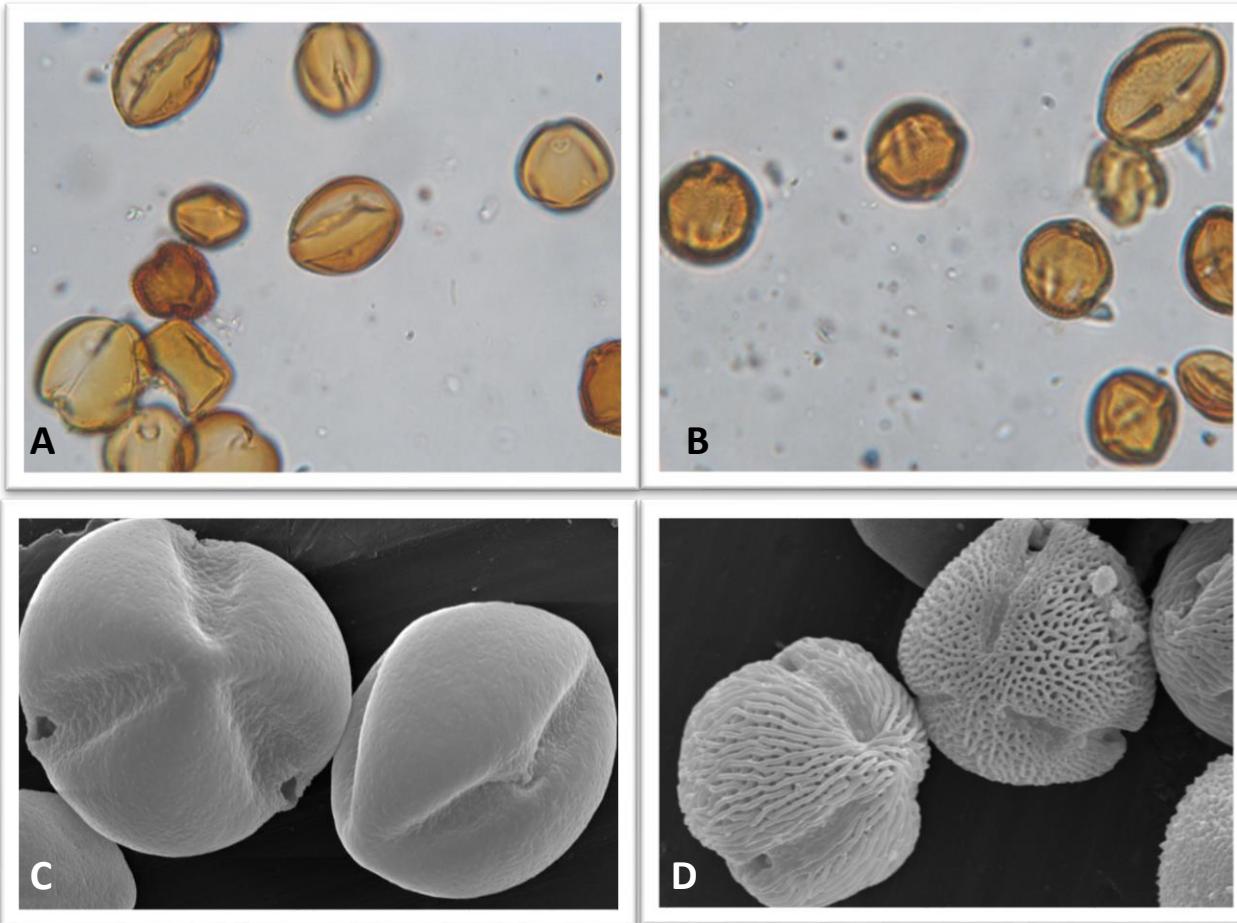
**Figura A:** Determinación de color con colorímetro HANNA. **Figuras B y C:** Cromatógrafo Varian Pro Star con detector ultravioleta utilizado para la determinación de HMF. **Figura D:** Determinación de conductividad con conductímetro Horiba Modelo D24E.



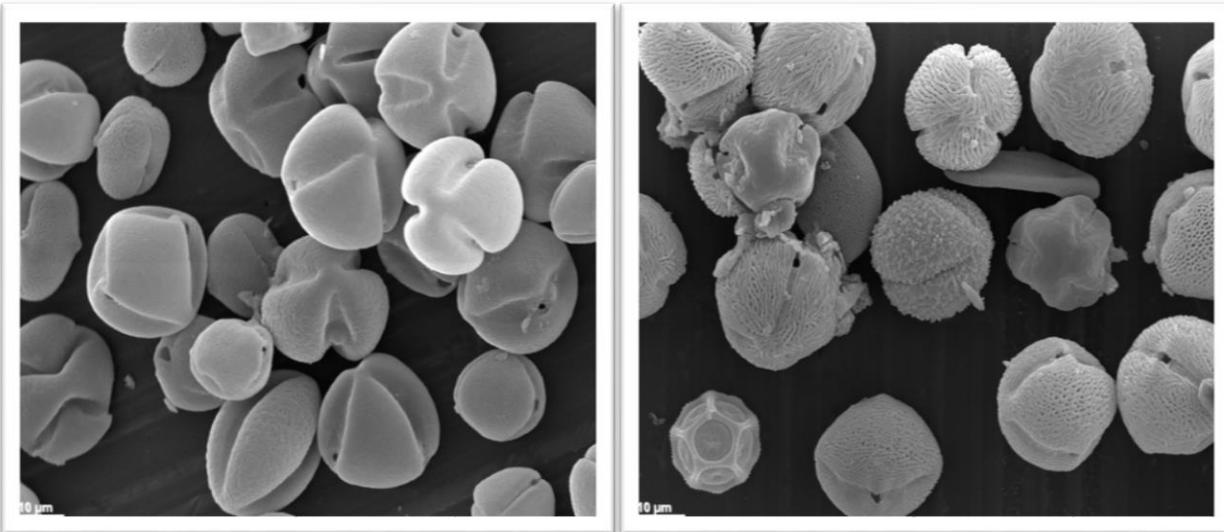


## LAMINA 3: INSUMOS UTILIZADOS EN EL ANALISIS SENSORIAL.

**Figura A:** Rueda de aromas y olores utilizada para el análisis sensorial de la miel. **Figura B:** Copas de cristal que utilizadas para la determinación de los distintos caracteres sensoriales.



**LAMINA 4: VISTA AL MICROSCOPIO OPTICO Y MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO.** **Figura A:** Vista al microscopio óptico de granos de polen de *Prosopis* spp. **Figura B:** Vista al microscopio óptico de granos de *Schinopsis balansae*. **Figura C:** Fotografía con Microscopio electrónico de barrido (MEB) de granos de polen de algarrobo blanco (*Prosopis alba*). **Figura D:** Fotografía realizada con MEB de granos de polen de quebracho.



**Izq.:** Fotografía con MEB de una muestra de miel monoflora de algarrobo. **Der.:** Miel monoflora de quebracho.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADA, A.C. y M.C. TELLERIA. 2002. Botanical origin of honey from south of Calden district (Argentina). *Grana* 41: 58 – 62.
- ANDRADA, A.; VALLE, A.; PAOLONI, P. y L. GALLEZ. 2004. Pollen and nectar sources used by honeybee colonies pollinating sunflower (*Helianthus annus*) in the Colorado river valley, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 39: 75-82.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 16 th Edition, AOAC International, Gaithersburg, MD, Ch. 44, 1995.
- BALDI, B. 2010. La miel: una mirada científica. Entre Ríos: Edunet.
- BASILIO, A.M. y M. NOETINGER. 2000. Análisis polínico de mieles de la región chaqueña: Comparación del origen floral entre zonas: Domo central y esteros, cañadas y selvas de ribera. *Ria*, 31 (2). Inta. Argentina.
- BASUALDO, M.; PEREDA, A. y E. BEDASCARRASBURE. 2006. Caracterización botánica y geográfica de mieles de la cuenca del salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *RIA (Rev. Invest. Agropecuarias)* 35: 1-5.
- BOGDANOV, S. 2002. Harmonized methods of the International Honey Commission. Berna Swiss Bee Research Centre.
- BOGDANOV, S., RUFO K., y L. PERSANO ODDO. 2004. Physico chemical methods for the characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35, S4-S17.
- C.A.A. Código Alimentario Argentino – Ley 18.284. 2001. Capítulo X, Alimentos Azucarados, Art. 782, 783. Resolución MERCOSUR sobre miel Nº 15794. Anexo, Res. Nº 321/85 y Res. Nº 330/88.
- CABRERA, M.M. 2006. Caracterización polínica de las mieles de la provincia de Formosa, Argentina. *Rev. Mus .Argen. Cienc.nat.* 8 (2): 135-142.
- CACCAVARI, M.A. y G.A. FAGUNDEZ. 2010. Pollen spectra of honeys from the middle delta of the Paraná river (Argentina) and their environmental relationship. *Span. J. Agric. Res.* 8 (1): 42-52.
- CARVALHO, C., SODRE, G., FONSECA, A., ALVES, R. y B. SOUZA. 2009. Physicochemical characteristics and sensory profile of honey samples from stingless bees (Apidae Meliponinae) submitted to a dehumidification process. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 81 (1) 143-149.

CHIFA, C.; MONTENEGRO, S.; AVALLONE, C y S.M. PIRE. 2000. Calidad polínica de las mieles producidas en el dpto. Güemes de la provincia del chaco. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE.

CIAPPINI, M.C. 2008. El análisis sensorial de la miel. Abejas y flores, aromas y sabores. Universidad Del Centro Educativo Latinoamericano.

CIAPPINI, M. C.; GATTI, M.B.; DI VITO, M.V.; BAER, J.; BELLABARBA, M.; ERVITI, N.; RIVERO, A. y J.M. SKLATE BOJA. 2009. Mieles de la provincia de Santa Fe (Argentina) determinación palinológica, sensorial y fisicoquímica, según Provincias Fitogeográficas Segunda Parte. *Invenio* 12 (23) 2009: 143-150.

CIAPPINI, M.C. 2012. *Sensory Analysis Applied to Bee Honey*, Capitol 2 en: Recent Contributions to Sensory Analysis of Foods. 21-32. Editor: Amalia Calvino, Kerala, India: Research Signpost. ISBN: 978-81-308-0472-9.

CIAPPINI, M.C. 2014. Caracterizacion palinologica, fisicoquimica y sensorial de mieles de treboles y de eucalipto producidas en la provincial fitogeografica pampeana. 1era Ed. Paraná: Italia. 200p.

CIAPPINI, M.C., DI VITO, M.VB. GATTI, M.B. y A. CALVIÑO. 2013. Development of a Quantitative Descriptive Sensory Honey Analysis: Application to Eucalyptus and Clover Honeys. Advance Journal of Food Science and Technology 5(7): 829-838.

DAFNI, A. 1992. *Pollination Ecology*. Oxford University Press. 250 pp.

DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALSARINI M.G., GONZALEZ L. TABLADA M. y C.W ROBLEDO. 2013. Grupo Infostat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

FAGÚNDEZ, G. y M. CACCAVARI. 2003. Caracterización polínica y organoléptica de algunas mieles monofloras del centro de la provincia de Entre Ríos, Argentina. *Polen* 12: 77-95.

FAGÚNDEZ, G. y M. CACCAVARI. 2007. Pollen analysis of honeys the central zone of the Argentine province of Entre Ríos. *Grana* 45: 305-320.

FORCONE, A. 2003. Plantas nectaríferas utilizadas por *Apis mellifera* L. en la Patagonia extra-andina, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. 5: 363-369.

FORCONE, A. 2008. Pollen analysis of honey from Chubut (Argentinean Patagonia). *Grana*, 47: 147-158.

FORCONE, A. y M. MUÑOZ, 2009. Floración de las especies de interés apícola en el noroeste de Santa Cruz, Argentina. *Bol. Soc. Arg. Bot.* 44: 39 3-403.

- FORCONE, A. y M.C. TELLERÍA. 1998. Caracterización palinológica de las mieles del valle inferior del río Chubut (Argentina). *Darwiniana* 36: 81-86.
- FORCONE, A. ALOISI, P.V. y M. MUÑOZ. 2009. Palynological and physico-chemical characterisation of honeys from the north-west of Santa Cruz (Argentinean Patagonia). *Grana*, 48: 67-76
- FORCONE, A.; BRAVO, O. y M.G. AYESTERÁN. 2003. Intraannual variations in the pollinic spectrum of honey from the lower valley of the River Chubut (Patagonia, Argentina). *Spanish Journal of Agricultural Research* 1: 29-36.
- GONZÁLEZ LORENTE, M.; DE LORENZO CARRETERO, C. y R.A. PEREZ MARTIN. 2008. Sensory attributes and antioxidant capacity of Spanish Honeys. *Journal of Sensory Studies*, 23, 293-302.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. y P.D. RYAN. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis (Version 3.15) [Software]. Natural History Museum. University of Oslo. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Obtenido de [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- IRAM 15941-2. 2007. Miel. Determinación del color Pfund. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM 15945. 1999. Miel. Determinación de la conductividad eléctrica. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- IRAM 20005-1. 1996. Análisis Sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y monitores de evaluadores. Evaluadores. Editado por Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Buenos Aires, Argentina.
- IRURUETA, M.; OLIVA, A. GIRÁLDEZ X. y J. SÁNCHEZ. 1998. Análisis polínico de mieles de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Palinología: Diversidad y aplicaciones. Eds. Fombella Blanco, M.A.; D. Fernández González y R.M. Valencia Barreda. Universidad de León (España). 369.
- KAAKEH, W. y G. GADELHAK. 2005. Sensory evaluation and chemical analysis of *Apis mellifera* honey from the Arab Gulf. *Journal of Food and Drug Analysis*. 13 (4) 331-337.
- LOUVEAUX, J. 1968. Étude expérimentale de la récolte du pollen. In : Traité de Biologie de l'abeille. Tomo 3. Chauvin, R. (Ed.). Masson, Paris. 174 – 248.
- LOUVEAUX, J., MAURIZIO, A. y G. VORWOHL. 1978. Methods of Melissopalynology. *Bee World* 59 (4): 139-157.

- MALACALZA, N.H., CACCAVARI, M.A. ; FAGUNDEZ, G. y C. E. LUPANO. 2005. Unifloral honeys of the province of Buenos Aires, Argentine. *J.sci.food. Agric.* 85: 1389-1396.
- MALACALZA, N.H., MOUTEIRA, M. C., BALDI, B.C. y E. LUPANO. 2007. Characterisation of honey from different regions of the province of Buenos Aires, Argentina. *Journal of apicultural research.* 46 (1): 8-14.
- MARKGRAF, V. y H.L. D'ANTONI, 1978. *Pollen Flora of Argentina*. The University of Arizona Press. Tucson. Arizona.
- MAURIZIO, A. y J. LOUVEAUX. 1965 - Pollen de plantes mellifères d'Europe. Un. Group. Apicoles Français. Paris.
- NAAB, O.A. y J.A. RIVAS. 2005. Mieles uniflorales de *prosopis* I. Análisis palinológicos y fisico-químicos. *Bol.Soc.Arg.Bot. Supl.* Vol. 40: 188.
- NAAB, O.A. y M.A. TAMAME. 2007. Flora apícola primaveral en la región del Monte de la provincia de La Pampa (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 42: 251-259.
- NAAB, O.A., TAMAME, M.A. y M. CACCAVARI, 2008. Palynological and physico-chemical characterization of three unifloral honey types from central Argentina. *Span. J. Agric. Res.* 6 (4): 566-576.
- OUCHEMIOUKH, S.; LOUAILECHE, H. y P. SCHWEITZER. 2007. Physicochemical characteristics and pollen spectrum of same Algerian honeys. *Food Control* 18: 52-58.
- PERSANO ODDO, L. y S. BOGDANOV. 2004. Determination of honey botanical origin: problems and issues. *Apidologie* 35: 2-3.
- PERSANO ODDO, L. y R. PIRO. 2004. European unifloral honeys: descriptive sheets. Basilea: Technical Report from the International Honey Commission.
- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y CUADRADO, G. A. (Eds.), 1992. Atlas palinológico del nordeste argentino, I: Fam. Amaranthaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Araliaceae y Sapindaceae. *D'Orbignyana* 7: 1-75.
- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y G. A. CUADRADO. 1994. Atlas palinológico del nordeste argentino, II: Fam. Aquifoliaceae, Celastraceae, Chenopodiaceae, Leguminosae (Inga), Malpighiaceae, Polygalaceae, Sapotaceae y Vitaceae. *D'Orbignyana* 8: 1-82.
- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y G. A. CUADRADO. 1998. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 1. Ed. EU.DE.NE

- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y G. A. CUADRADO. 2001. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 2. Ed. EU.DE.NE.
- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y G. A. CUADRADO. 2006. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 3. Ed. EU.DE.NE.
- PIRE, S. M., ANZOTEGUI, L. M. y G. A. CUADRADO. 2013. Flora Polínica del Nordeste Argentino. Volumen 4. Ed. EU.DE.NE.
- PUNT W., HOEN, P.P., BLACKMORE S., NILSSON S. y A. LE THOMAS. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Paleobot. Palynol.* 143: 1 – 81.
- SALGADO, C.R. 2006. Flora melífera de la provincia de Chaco. Editado por PROSAP y Ministerio de Producción del Chaco.
- SALGADO C.R. y S.M. PIRE, 1998. Análisis polínico de mieles del Noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). *Darwiniana*, 36 (1-4): 87-93.
- SALGADO C.R. y S.M. PIRE, 1999. Contribución al conocimiento del contenido polínico de mieles de Corrientes (Argentina). *Ameghiniana*, A.P.A. publicación especial 6: 95-99.
- SALGADO, C.R. y S.M. PIRE, 2000. Mieles monoflorales en la provincia fitogeográfica Chaqueña, Argentina. Supl. *Gayana Botanica* 57: 102
- SALGADO, C.R. y J. MAIDANA. 2014. Physicochemical characterisation of honey produced in the Chaco Province (Argentina). *Rev. FCA UNCUYO* 46(2): 191-201. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.
- SALGADO, C. R., PIESZKO G. y M. C. TELLERÍA. 2014. Aporte de la melisopalinología al conocimiento de la flora melífera de un sector de la provincia fitogeográfica Chaqueña, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 49 (4): 513-524.
- SALGADO C.R. 2016. Caracterización botánica y geográfica de las mieles producidas por *Apis mellifera* L. en la provincia del Chaco, a partir de su composición polínica y parámetros físico-químicos. PhD Thesis, Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Nordeste (UNNE-IBONE), Corrientes, Argentina. INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- SALGADO, C.R.; TELLERÍA M.C. y J.M. CORONEL. 2017. Botanical and geographical origin of honey from the dry and humid Chaco Ecoregions (Argentina). *Grana*. ISSN: 0017-3134 (Print) 1651-2049 (Online) Journal homepage: <http://www.tandfonline.com/loi/sgra20>.

- SANCHEZ, A.C. y C.L. LUPO. 2011. Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 46 (1-2): 105-111.
- SANZ CERVERA, S. 1995. Caracterización de las mieles de La Rioja, España. Gobierno de La Rioja. Consejería de Agricultura y Alimentación, pp: 1-92.
- SEIJO, M. C., AIRA, M. J. y J. MENDEZ. 2003. Palynological differences in the pollen content of Eucalyptus honey from Australia, Portugal and Spain. *Grana* 42: 183-190.
- STOCKMAR, W. 1971. Tablets whit spores used in absolute pollen analysis. *Polen et Spores*, 13: 615 – 621.
- TAMAME, M.A. y O.A. NAAB. 2003. Mieles monoflorales pampeanas de *Condalia microphylla* Cav. y *Centaurea solstitialis* L. Análisis melitopalinológicos relacionados con caracteres fisico - químicos. *Rev.Mus.Argentino Cienc.Nat.*, n.s. 5(2): 371-381.
- TAMAME, M.A. 2011. Estudio de la composición, disponibilidad y calidad de los recursos apícolas del noroeste de La Pampa, provincia fitogeográfica del Monte (República Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. pp: 138.
- TELLERIA, M.C., 1988. Analyse pollinique des miels du nord-ouest de la province de Buenos Aires (République Argentine). *Apidologie*, 19 (3): 275 - 290.
- TELLERÍA, M.C. 1992. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) I: Distrito Oriental. *Darwiniana* 31: 345-350.
- TELLERÍA, M.C. 1993. Floraison et récolte du pollen par les abeilles domestiques (*Apis mellifera* L var *ligustica*) dans la pampa argentine. *Apidologie* 24: 109-120.
- TELLERÍA, M.C. 1995 a. Plantas de importancia apícola del Distrito Oriental de la Región Pampeana (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 30: 131-136.
- TELLERÍA, M.C. 1995 b. El polen de las mieles del noroeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Darwiniana* 33: 347-364.
- TELLERÍA, M.C. 1996 a. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) II: Tandilia. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 32: 91-94.
- TELLERÍA, M.C. 1996 b. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de la Provincia Fitogeográfica Pampeana (República Argentina) III: Noreste de la provincia de La Pampa. *Darwiniana* 34: 245-249.

- TELLERÍA, M.C. 2000. Contribución a la identificación del polen de las mieles pampeanas (República Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 35: 125- 136.
- TELLERÍA, M.C. y FORCONE, A. 2000. El polen de las mieles del valle de Río Negro, Provincia Fitogeográfica del Monte (Argentina). *Darwiniana* 38: 273-277.
- TERRAB, A., GONZÁLEZ, M.G., DÍEZ, M.J. y F.J. HEREDIA. 2003. Mineral content and electrical conductivity of the honeys produced in north-west Morocco and their contribution to the characterisation of unifloral honeys. *J. Sci. Food Agric.*, 83, pp. 637-643.
- TRUCHADO, P.; TOURN, E.; GALLEZ, L.M; MORENO, D.A.; FERRERES, F y F.A. TOMÁS-BARBERÁN. 2010. Identification of Botanical Biomarkers in Argentinean *Diplotaxis* Honeys: Flavonoids and Glucosinolates. *J.agric.food. Chem.* 58: 112578-12685.
- VALLE, A.; ANDRADA, A.; ARAMAYO, E.; GIL, M. y S. LAMBERTO. 2007. A melissopalynological map of the south and southwest of the Buenos Aires province, Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 5:172-180.
- WEDMORE, E.B. 1955. The accurate determination of the water content in honeys. Part I. Introduction and results. *Bee World*, 36-197.