



MARCADORES POLÍNICOS EN MIELES DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA

María C. Costa¹, María J. Loyola¹, Diego Osés², Víctor A. Vergara Roig³ & Silvia C. Kivatinitz⁴

¹ Área Proyectos Especiales, Palinología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Avda. Vélez Sarsfield 299, X5016GCA Córdoba, Córdoba, Argentina; criscosta78@yahoo.com.ar (autor corresponsal).

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Valparaíso y Av. Rogelio Martínez, Ciudad Universitaria, X5000HUA Córdoba, Córdoba, Argentina.

³ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300, 4700 San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.

⁴ Departamento de Química Biológica, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Haya de la Torre y Medina Allende, Ciudad Universitaria, X5000HUA Córdoba, Córdoba, Argentina.

Abstract. Costa M. C.; M. J. Loyola, D. Osés, V. A. Vergara Roig & S. C. Kivatinitz. 2016. Palynological markers of honeys from the northwest of Córdoba province, Argentina. *Darwiniana*, nueva serie 4(2): 277-290.

A melisopalynological study of 49 honeys samples from the northwest of Córdoba province was performed. *Prosopis* spp., *Larrea divaricata*, *Schinopsis* spp., *Condalia microphylla*, *Sarcomphalus mistol*, *Cercidium praecox*, *Geoffroea decorticans*, *Capparis atamisquea*, *Aloysia gratissima*, *Mimosa* spp. and *Schinus* spp. were the most frequent and important pollen types, all of them correspond to native species. Four different groups were validated by the discriminant analysis, Traslasierra, Perisalina, Chaco Arido and Chaco Serrano, some species were proposed to differentiate between them: *Schinus areira*, *Maytenus vitis-idaea*, *Cantinoa mutabilis* and *Schinopsis* spp. respectively. Pollen types with the highest species importance index and frequencies are proposed as markers to be used in designation of origin.

Keywords. Geographical origin; honey; melisopalynology; native flora.

Resumen. Costa M. C.; M. J. Loyola, D. Osés, V. A. Vergara Roig & S. C. Kivatinitz. 2016. Marcadores polínicos en mieles del noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. *Darwiniana*, nueva serie 4(2): 277-290.

Se realizó el estudio melisopalinológico de 49 muestras de miel provenientes del noroeste de la provincia de Córdoba. *Prosopis* spp., *Larrea divaricata*, *Schinopsis* spp., *Condalia microphylla*, *Sarcomphalus mistol*, *Cercidium praecox*, *Geoffroea decorticans*, *Capparis atamisquea*, *Aloysia gratissima*, *Mimosa* spp. y *Schinus* spp. fueron los tipos polínicos de mayor importancia y frecuencia de aparición, todos representantes de la flora nativa. Cuatro grupos de mieles se diferenciaron por análisis discriminante: Traslasierra, Perisalina, Chaco Árido y Chaco Serrano; algunas especies permitieron diferenciarlos entre sí: *Schinus areira*, *Maytenus vitis-idaea*, *Cantinoa mutabilis* y *Schinopsis* spp., respectivamente. Los tipos polínicos con mayor índice de importancia de especie y frecuencia se proponen como marcadores útiles para la Denominación de Origen.

Palabras clave. Flora nativa; melisopalinología; miel; origen geográfico.

INTRODUCCIÓN

La diferenciación de las mieles por su origen geográfico y botánico se ha convertido a nivel mundial en una estrategia para dar valor agregado a las mismas (Oddo & Piro, 2004; Montenegro et al., 2010; Ramírez-Arriaga et al., 2011; Escuredo et al., 2012;

Yang et al., 2012, Costa et al., 2013). Los ecosistemas naturales se han visto afectados porque el hombre ha destruido la vegetación original para la implementación de la agricultura o cría de ganado en diferentes regiones del país. Este avance de la frontera agrícola ganadera en desmedro del bosque

nativo en Córdoba ha ocurrido especialmente en los sectores planos, donde la expansión de la frontera agrícola ha transformado extensos paisajes forestales en campos de cultivo y ganadería (Zak & Cabido, 2002). Como consecuencia de ello, algunas comunidades vegetales se conservan sólo a modo de relictos, y para su protección se ha dictado el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba (Ley 9814/10, decreto reglamentario 170/11).

Las abejas seleccionan y utilizan los recursos florales en distintas proporciones de acuerdo a su distribución y abundancia espacio-temporal en las zonas de producción apícola (Varela et al., 1991; Basilio, 2000; Montenegro et al., 2003). Las mieles producidas por *Apis mellifera* L. presentan diferente sabor, color y olor, dependiendo del néctar de las especies florales que hayan utilizado para su elaboración. La melisopalinología, es una disciplina que permite determinar el origen botánico de la miel a través del análisis del polen, dotándola de valor adicional al aseverar su origen botánico y geográfico. Además, el conocimiento de las especies nectaríferas visitadas por las abejas permite mejorar el manejo del apiario.

De acuerdo a lo informado por la subsecretaría de Alimentos y Bebidas, del Ministerio de Agroindustria de la Nación, Argentina exportó durante el año 2015, 44.330 toneladas de miel a granel, es decir, sin caracterizar el producto. En la provincia de Córdoba la actividad apícola se basa principalmente en la producción de miel, aportando históricamente el 10% de la producción nacional. El plan estratégico Argentina Apícola tiene como primer objetivo “incrementar el valor agregado de los productos apícolas argentinos comercializados en el mundo consolidando la imagen de su calidad diferenciada en el mercado internacional e incorporando la identificación de origen”, lo cual refleja que los apicultores aún no han logrado aprovechar el alto potencial que tiene el mercado externo debido a la poca caracterización y diferenciación de sus productos.

El noroeste de Córdoba está caracterizado por un ambiente árido que no es favorable a la producción agrícola ganadera como lo son otras zonas del este y sur de la Provincia. Esta región presenta oportunidades únicas para la producción apícola de alto valor agregado, ya que se unen la conservación del bosque nativo y por lo tanto el escaso uso de agroquímicos y dado que la apicultura es una producción tradicionalmente impor-

tante, más de 550 apicultores nucleados en cooperativas que defienden los bosques nativos como condición necesaria para el sostén de su producción. En ambientes frágiles para la práctica de la ganadería, como aquellos que se encuentran en zonas serranas y cuencas medias hídricas, la apicultura está aceptada como una producción que favorece la reproducción de la flora y asociada a la mayor producción de frutos nativos de importancia forrajera para el ganado doméstico.

Esta investigación se desarrolló con el fin de determinar marcadores palinológicos para la diferenciación botánica y geográfica de las mieles producidas en el noroeste de la provincia de Córdoba, y a su vez, incrementar el conocimiento sobre la flora melífera utilizada por *Apis mellifera* en el país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio abarca los departamentos Cruz del Eje, Ischilín, Minas, Pocho, Río Seco, San Alberto, San Javier, Sobremonte y Tulumba de la provincia de Córdoba, con una extensión aproximada de 43.917 km² (Fig.1). Presenta una fisonomía cambiante con altitudes variables desde el departamento de San Javier, límite sur del área estudiada, donde se destaca el Cerro Champaquí, el más alto de la provincia, hasta fundirse hacia el norte con las Salinas de Ambargasta en el departamento Sobremonte. Al oeste, el límite corresponde con la provincia de La Rioja, en tanto que al este con el Mar de Ansenúza (departamentos de Río Seco y Tulumba).

La orientación norte-sur y la altitud de los sistemas orográficos condicionan las precipitaciones tanto en cantidad como en su distribución, encontrando hacia el este precipitaciones cercanas a los 1000 mm anuales, valores que van cambiando hacia el oeste, donde las lluvias no superan los 400 mm anuales y con un marcado déficit hídrico. En relación al régimen de temperaturas presenta medias térmicas de 10°C al este y se incrementan hacia el oeste con temperaturas medias de 25°C.

Con respecto a las características edáficas, en la alta montaña predominan los afloramientos rocosos prácticamente sin suelos y por consiguiente sin una vegetación de consideración, a excepción de algunos valles. Del pie de monte y hacia la zona de llanura, los suelos varían gradualmente en su tex-

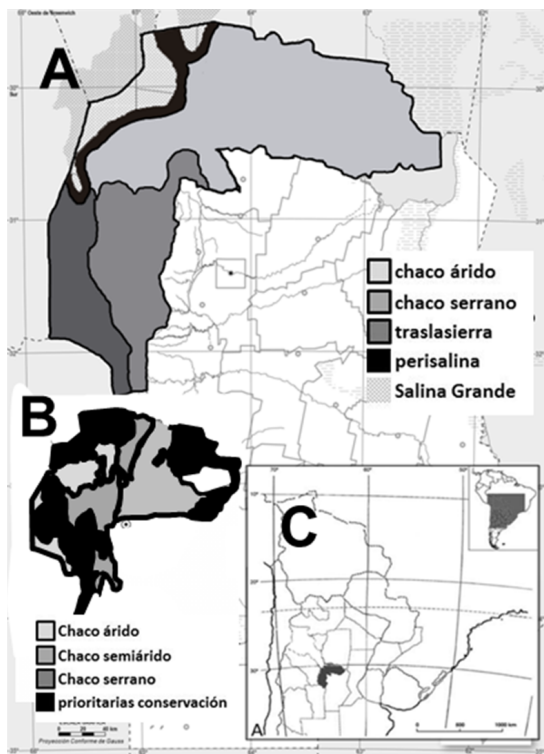


Fig. 1. Área de estudio. **A.** zonas fitoapícolas. **B.** áreas fitogeográficas. **C.** ubicación del area de estudio (adaptado de Torrella & Adámoli, 2006).

tura, siendo más gruesos próximos a la montaña y disminuyendo la granulometría hacia los llanos. Presentan en general escasos tenores de materia orgánica y buena disponibilidad de nutrientes.

Desde el punto de vista fitogeográfico la zona se halla comprendida en la ecorregión del Chaco Seco con las subregiones del Chaco Árido, del Chaco Semiárido y del Chaco Serrano (Torrella & Adámoli, 2006), donde la vegetación dominante es el bosque xerófilo alternado con estepas de gramíneas duras. Como comunidades principales se destacan árboles y arbustos nativos tales como *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Zanthoxylum coco* Gillies ex Hook. f. & Arn., *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm., *Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl., *Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart y *Larrea divaricata* Cav. y varios taxones no identificados de los géneros *Schinopsis*, *Schinus*, *Acacia* y *Condalia*. El total del área de estudio se encuentra comprendida en el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Córdoba (Ley 9814/10, decreto reglamentario 170/11), que protege la flora nativa.

Desde el punto de vista de la caracterización fitoapícola, en el área de estudio se pueden diferenciar cuatro zonas que tienen particularidades distintivas desde el punto de vista edáfico y climático que repercuten en los periodos de floración, en prácticas apícolas propias y que tienen diferentes posibilidades de producción. Para la determinación de las mismas se integraron técnicas de observación a campo de las características de vegetación y entrevistas a los apicultores, recogiendo su experiencia y conocimiento sobre los ambientes y la utilización de los recursos naturales en distintas épocas del año.

Zona perisalina (PS): corresponde al área de cobertura vegetal comprendida hasta 10 km hacia el este del límite de las Salinas Grandes y de Ambar-gasta. Si bien está ubicada en la Provincia Fitogeográfica Chaqueña, su vegetación presenta la particularidad de estar controlada por factores edáficos (elevada salinidad), que le confieren una composición y fisonomía particular. La flora de importancia apícola que se encuentra en esta zona está caracterizada por la presencia de la familia *Amaranthaceae* con su aporte de polen, *Maytenus vitis-idaea* Griseb. y *Cyclolepis genistoides* Gillies ex D. Don, ambas con floración temprana a finales de julio o principio de agosto, aportando polen y néctar a las colmenas.

Zona Chaco serrano (CHS): Corresponde a la masa vegetal presente entre los 700 y 1200 m s.m. Los suelos son pobres en materia orgánica y abundantes en afloramientos rocosos, a excepción de los valles. La vegetación de altura (> 1300 m s.m.) no ofrece posibilidades de producción apícola. Se destacan especies leñosas nativas como *Schinopsis marginata* Engl., *Lithraea molleoides*, *Zanthoxylum coco*, *Schinus areira* L. y *Ruprechtia apetala* Wedd., entre otras. También es característica la presencia de hemiparásitas de la familia *Loranthaceae*.

Zona de traslasierra (TLS): Delimitada por las zonas Perisalina, Chaco serrano y el límite oeste (provincia de La Rioja) del área de estudio, involucra a parte de los territorios de los departamentos San Javier, San Alberto, Minas y Pocho. Los suelos son arenosos y permeables en el piedemonte y se hacen más finos y arcillosos hacia la llanura. Si bien esta zona conserva gran parte del monte nativo, es importante el efecto antrópico por el avance de la frontera agrícola. Las especies vegetales de interés para la producción apícola son: *Larrea divaricata*, *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms, *Geoffroea decorticans* y varias especies de *Prosopis* y *Acacia*.

Zona Chaco árido (CHA): Las precipitaciones en esta región oscilan entre los 400 y 750 mm anuales y al igual que en la zona perisalina, la escasez regular de agua condiciona la actividad apícola, teniendo que ser suministrada frecuentemente por los apicultores. La flora melífera característica está representada por *Sarcomphalus mistol* (Griseb.) Hauenschild, *Condalia* spp., *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl. y *Castela coccinia* Griseb.

Recolección y procesamiento de las muestras

Se obtuvieron 49 muestras de miel procedentes de los apiarios donadas por apicultores, cosechadas durante dos campañas apícolas, entre los años 2011 y 2013. Siete muestras fueron recolectadas en la zona perisalina, 11 en chaco serrano, 14 en traslasierra y 17 en chaco árido. La metodología empleada para los análisis melisopolinológicos cualitativos corresponde a Louveaux et al. (1978) con posterior acetólisis según los parámetros propuestos por Erdtman (1960). También se realizaron montajes sin acetolizar. Las observaciones se efectuaron utilizando un microscopio óptico Leica DMLS2. El reconocimiento taxonómico hasta nivel de familia, género y/o especie se realizó con la ayuda de catálogos palinológicos, la colección de polen del Laboratorio de Palinología del Área de Proyectos Especiales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y por medio de comparación directa con polen de ejemplares botánicos que fueron recolectados en las cercanías de los apiarios, en un radio de 3000 m.

La frecuencia de aparición (f) se definió como el número de veces que un tipo polínico apareció en el total de las muestras.

La abundancia relativa (AR) de las especies se determinó contando 300 granos de polen en cada muestra. Se calcularon los valores de importancia de las especies (IE) y de las familias (IF) mediante las siguientes fórmulas (Nates-Parra et al., 2013):

$$IE_j = \text{Promedio AR } j * \text{Número de muestras } j / \text{Número total de muestras}$$

$$IF_i = \sum \text{Promedio AR especies de } i * \text{Número de muestras } i / \text{Número total de muestras}$$

Donde j es el tipo polínico y i es la familia.

A cada muestra se le asignó la procedencia y se calculó el IE de cada especie. Al IE de cada grupo se lo relacionó con el IE de todas las muestras; el resultado de esta división da valores superiores a 1 cuando la especie caracteriza a la zona y un número inferior a 1 cuando está menos presente que en el área total de estudio.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis discriminante canónico, utilizando el software para análisis estadístico InfoStat, versión profesional (Di Rienzo et al., 2011). Este tipo de análisis transforma un conjunto de variables correlacionadas (variables originales) en otro conjunto de variables no correlacionadas.

RESULTADOS

Se identificaron 73 tipos polínicos pertenecientes a 29 familias botánicas. Cincuenta y dos tipos polínicos se hallaron al menos en dos muestras de miel ($f \geq 2$) (Tabla 1). Veintiún tipos polínicos se encontraron solamente en una de las muestras, ocho fueron pólenes menores, presentes con el 1% al 3% (*Allenrolfea vaginata* (Griseb.) Kuntze, *Glycine max* (L.) Merrill, *Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray y especies de la familia Acanthaceae y los géneros *Grindelia*, *Jatropha*, *Morus* y *Salvia* y otros 13 estuvieron presentes en trazas, menor al 1%, (*Cardiospermum grandiflorum* Sw., *Colletia spinosissima* J. F. Gmel., *Convolvulus arvensis* L., *Helianthus petiolaris* Nutt., *Melilotus albus* Desr., *Myrcianthes cisplatensis* (Cambess.) O. Berg, *Opuntia quimilo* K. Schum. y *Parthenium hysterophorus* L. y especies de las familias Anacardiaceae y Cactaceae y géneros *Centaurea*, *Dyckia* y *Oenothera* (Tabla 1). La proporción de mieles monoflorales fue superior al 50 %, ya que 26 muestras tuvieron polen dominante (Tabla 1, muestras marcadas con asteriscos). La mayor cantidad de mieles monoflorales correspondieron a distintas especies de *Prosopis* (nueve muestras), le siguieron *Schinopsis lorentzii* y *Larrea divaricata* (con cuatro y tres muestras respectivamente). En la zona PS, las mieles monofloras fueron de *Sarcomphalus mistol* y *Mimosa* sp. Las especies mencionadas son características de la región fitogeográfica Chaqueña, por el contrario, la presencia de polen de especies exóticas fue muy bajo, el más notable fue *Medicago sativa* L., presente en el campo cultivado de un apicultor, que originó dos mieles monoflorales.

Fabaceae fue la familia con mayor índice de importancia de familia (IF). Las otras familias mejor representadas en el índice IF fueron Zygothyllaceae, Rhamnaceae, Anacardiaceae, Verbenaceae, Asteraceae y Capparaceae (Fig. 2).

Los resultados del índice de importancia por especie (IE) se muestran en la Tabla 2. *Prosopis* spp. y *Larrea divaricata* fueron los tipos polínicos con mayor IE y mayor *f*, seguidos por *Schinopsis lorentzii*, *Condalia* spp., *Sarcophagus mistol*, *Cercidium praecox*, *Geoffroea decorticans*, *Capparis atamisquea* Kuntze, *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc., *Mimosa* sp. y *Schinus fasciculatus* (Griseb.) I.M. Johnst. *Parkinsonia aculeata* L. y *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. mostraron un IE bajo a pesar de estar presentes en 15 y 13 muestras respectivamente, consecuencia de que fueron especies que estuvieron representadas con pólenes menores o en trazas (Tablas 1 y 2).

Para el análisis de componentes principales se eligieron como variables 30 especies cuya frecuencia de aparición fue igual o superior a cuatro (Tabla 2). Se evidenció que las muestras agrupadas de acuerdo a las cuatro zonas (Tabla 1) fueron claramente distintas entre sí por el tipo de pólenes que presentaban (Fig. 3).

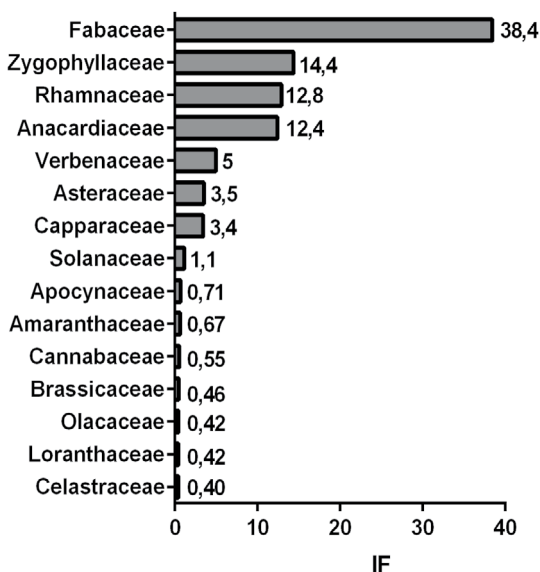


Fig. 2. Índice de importancia de familia (IF).

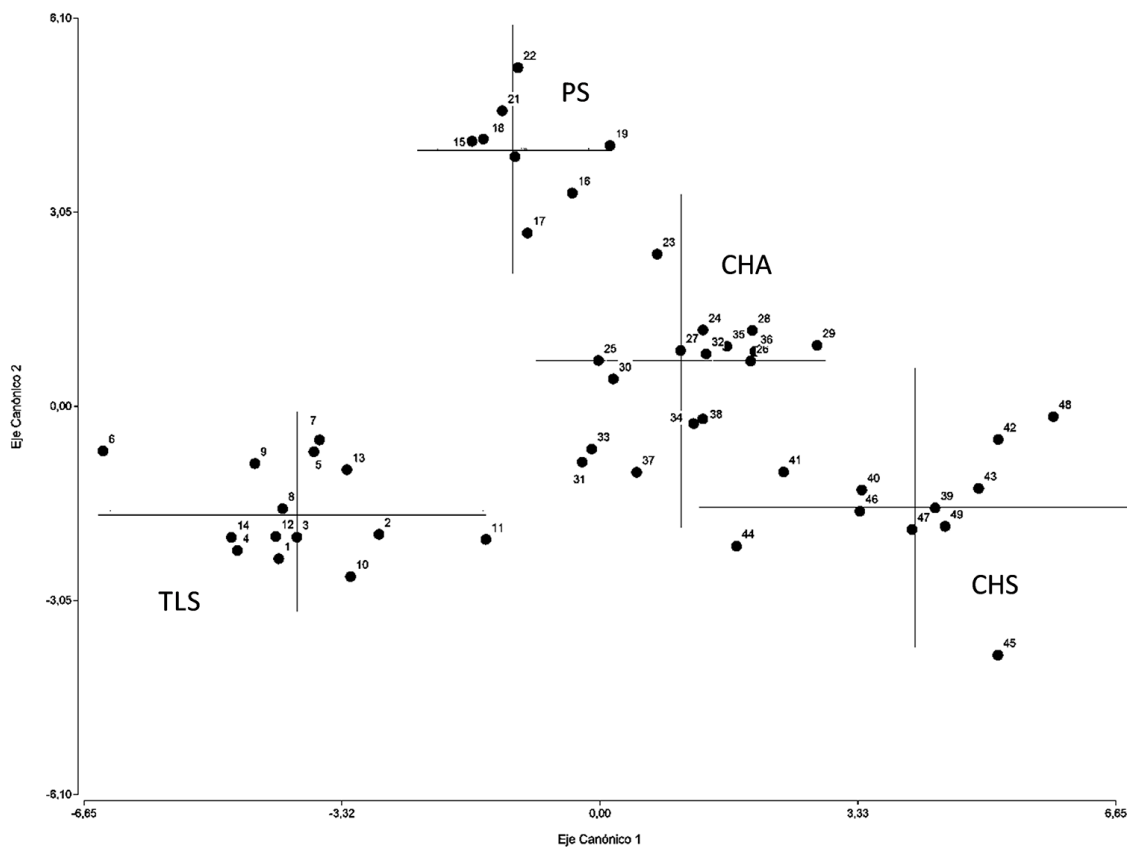


Fig. 3. Análisis de componentes principales para las muestras agrupadas por zona de procedencia fitoapícola: perisalina (PS), chaco árido (CHA), chaco serrano (CHS) y traslasierra (TLS).

Tabla 1. Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 1-16. TLS, Traslasierra; PS, Perisalina. *Miel monofloral.

	1*	2*	3*	4*	5	6	7*	8*	9	10*	11*	12	13	14	15	16*
	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	PS	PS
Acanthaceae																
<i>Ruellia</i> sp.																
Achatocarpaceae																
<i>Achatocarpus praecox</i>																
Amaranthaceae																
<i>Atriplex</i> sp.																
																1,4
<i>Gomphrena pulchella</i>												2,0		1,5		
Tipo <i>Chenopodium</i>	8,8					0,5										
Anacardiaceae																
<i>Lithraea molleoides</i>																
												1,0				
<i>Schinopsis</i> spp.	58				4,7	3,8										
<i>Schinus areira</i>									3,8			4,1	5,9	13,8		
<i>Schinus fasciculatus</i>								2,4								
Apocynaceae																
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>																
				12								1,2	6,1	1,0	1,0	2,2
Arecaceae																
<i>Trithrinax campestris</i>																
Asteraceae																
<i>Baccharis</i> spp.																
					3,8					6,6		13,2	4,5			
<i>Carduus acanthoides</i>				5,5	2,7											
<i>Flourensia campestris</i>						0,5						15,3		8,7		
<i>Gaillardia megapotamica</i>					6,7								3,0			
Boraginaceae																
<i>Heliotropium</i> sp.																
Brassicaceae																
Tipo <i>Brassica</i>																
			0,7	4,3												
Cactaceae																
<i>Opuntia</i> spp.																
																0,6
Cannabaceae																
<i>Celtis ehrenbergiana</i>																
	6,4	1,7			2,0	2,0	2,7		0,9						1,4	0,5
Capparaceae																
<i>Capparis atamisquea</i>																
				10,5		6,3	5,5	3,7	2,0	9,0		6,1		1,0	15,8	
Celastraceae																
<i>Maytenus vitis-idaea</i>																
Convolvulaceae																
<i>Convolvulus</i> sp.																
												15,2		1,0		
Cucurbitaceae																
Cucurbitaceae																
	6,4							2								
Euphorbiaceae																
<i>Jatropha</i> sp.																

Tabla 1. (Continuación). Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 1-16. TLS, Traslasierra; PS, Perisalina. *Miel monofloral.

	1*	2*	3*	4*	5	6	7*	8*	9	10*	11*	12	13	14	15	16*
	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	TLS	PS	PS
Fabaceae																
<i>Acacia</i> spp.		2,3						6,3						3,0	1,8	1,5
<i>Cercidium praecox</i>		6,8		54,7	22,3	8,8		4,2	12,6	10	4,9	2,0	3,5		2,3	
<i>Geoffroea decorticans</i>			79		6,7	11,6			6,8				5,2			
<i>Medicago sativa</i>																
<i>Mimosa</i> sp.									1,0							
<i>Mimozyanthus carinatus</i>							12,7	12,7								
<i>Parkinsonia aculeata</i>			0,7		3,4							2,5			2,6	
<i>Prosopis</i> spp.	16	60,0		3,8	22,3	30,4	60,0	11,6	27,0	64,5	84,0	13,2	29,8	13,0	8,8	7,7
<i>Senna aphylla</i>																
<i>Vicia</i> sp.															6,4	
Lamiaceae																
<i>Cantinoa mutabilis</i>								1,6								
Loranthaceae																
<i>Tripodanthus flagellaris</i>						1,6				0,9						
Myrtaceae																
<i>Eucalyptus</i> sp.			1,0										5,2		4,0	
Olacaceae																
<i>Ximena americana</i>						2,2										
Poaceae																
Poaceae		4,4				2,2										
Polygonaceae																
<i>Ruprechtia apetala</i>													3,8	8,7		
Rhamnaceae																
<i>Colletia spinosissima</i>																
<i>Condalia microphylla</i>					6,0			0,9					5,0		20,8	
<i>Sarcomphalus mistol</i>																79,5
Sapindaceae																
<i>Urvillea chacôensis</i>																
Simaroubaceae																
<i>Castela coccinea</i>																
Solanaceae																
<i>Lycium ciliatum</i>						9,0	7,0	5,3			4,4					
Verbenaceae																
<i>Aloysia gratissima</i>		1,7			8,0	2,3						6,6	6,6	7,0	7,0	
<i>Lippia</i> sp.													15,0	12,5		
<i>Lippia turbinata</i>														1,0		
Zygophyllaceae																
<i>Bulnesia retama</i>									13,8							
<i>Larrea divaricata</i>		27,5	18,6	7,6	7,4	17,4	12,0	50,2	29,8	9,0	5,5	11,2	10,5	26,0	25,5	10,2
<i>Porlieria microphylla</i>														1,0		
Indeterminado	1			1,6	4,0	1,4			1,4			1,5	1,0	2,2		

Tabla 1. (Continuación). Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 17-32. PS, Perisalina; CHA, Chaco árido. *Miel monofloral.

	17	18	19*	20	21	22*	23*	24*	25*	26*	27	28	29*	30	31	32*
	PS	PS	CHA	PS	PS	PS	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA
Acanthaceae																
<i>Ruellia</i> sp.											3					
Achatocarpaceae																
<i>Achatocarpus praecox</i>																
Amaranthaceae																
<i>Atriplex</i> sp.																4,5
<i>Gomphrena pulchella</i>									0,8							
Tipo <i>Chenopodium</i>						3,4		2,6								
Anacardiaceae																
<i>Lithraea molleoides</i>																
<i>Schinopsis</i> spp.				4,6	8,5									6,9	43,0	47,7
<i>Schinus areira</i>																
<i>Schinus fasciculatus</i>	15,0		4,7	6,3			1,3		3,4		7,3		2,1			
Apocynaceae																
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>		2,2		3,0										0,3	1,5	
Areaceae																
<i>Trithrinax campestris</i>								9,0								
Asteraceae																
<i>Baccharis</i> spp.								1,8		1,0						
<i>Carduus acanthoides</i>								0,4								
<i>Flourensia campestris</i>				4,6	2,7		3,9									4,6
<i>Gaillardia megapotamica</i>														0,6	7,5	
Boraginaceae																
<i>Heliotropium</i> sp.																
Brassicaceae																
Tipo <i>Brassica</i>							2,6			1,6					6,9	
Cactaceae																
<i>Opuntia</i> spp.																
Cannabaceae																
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	1,7						0,4		2,7							
Capparaceae																
<i>Capparis atamisquea</i>	8,7	10,0	9,4		13,7			11,0		3,3	8,8	10,6	4,2			
Celastraceae																
<i>Maytenus vitis-idaea</i>		1,8		6,0			2,6			3,3			2,1	3,7		
Convolvulaceae																
<i>Convolvulus</i> sp.	1,0															
Cucurbitaceae																
Cucurbitaceae																
Euphorbiaceae																
<i>Jatropha</i> sp.																

Tabla 1. (Continuación). Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 17-32. PS, Perisalina; CHA, Chaco árido. *Miel monofloral.

	17	18	19*	20	21	22*	23*	24*	25*	26*	27	28	29*	30	31	32*
	PS	PS	CHA	PS	PS	PS	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA
Fabaceae																
<i>Acacia</i> spp.		0,7		11,0					5,5	1,0	16,0			3,3		2,3
<i>Cercidium praecox</i>	3,5	6,7	2,4	3,0	8,2		4,5					2,9		4,7	10,0	
<i>Geoffroea decorticans</i>	2,0	4,8								4,4				11,6		
<i>Medicago sativa</i>							67,9									
<i>Mimosa</i> sp.	4,9	5,5		8,0	6,8	93,0			6,9		5,4	2,5				
<i>Mimozyanthus carinatus</i>																
<i>Parkinsonia aculeata</i>				6,0	4,8				4,0				2,1			
<i>Prosopis</i> spp.	21,0	2,6	8,6	11,0	9,6	1,7	0,9			7,7	28,0	16,6	11,6	25,6	4,0	
<i>Senna aphylla</i>																
<i>Vicia</i> sp.											4,8					
Lamiaceae																
<i>Cantinoa mutabilis</i>												2,5				
Loranthaceae																
<i>Tripodanthus flagellaris</i>																
Myrtaceae																
<i>Eucalyptus</i> sp.		0,7												1,3	0,5	
Oleaceae																
<i>Ximena americana</i>													18,6			
Poaceae																
Poaceae																
Polygonaceae																
<i>Ruprechtia apetala</i>		1,5														
Rhamnaceae																
<i>Colletia spinosissima</i>																
<i>Condalia microphylla</i>	13,6	8,0					89,0		62,7		23,8		7,5			
<i>Sarcomphalus mistol</i>	14,3	39,0	61,6		5,5						13,2		15,6		34,4	
Sapindaceae																
<i>Urvillea chacôensis</i>																
Simaroubaceae																
<i>Castela coccinea</i>					3,4										3,0	
Solanaceae																
<i>Lycium ciliatum</i>	6,0	2,3		6,3											8,0	
Verbenaceae																
<i>Aloysia gratissima</i>	3,5	10,0		6,2	3,4	3,2			6,1	4,7	15,6		4,4			
<i>Lippia</i> sp.																
<i>Lippia turbinata</i>				3,0	2,0											
Zygophyllaceae																
<i>Bulnesia retama</i>		2,6														
<i>Larrea divaricata</i>	3,8		13,3	19,0	19,8	2,1			77,5	8,3	19,0	12,3	59,3	7,2	18,0	11,0
<i>Porlieria microphylla</i>					5,5											
Indeterminado	1,0	0,8		2,0	2,7		1,3			0,6	3,0			0,6		

Tabla 1. (Continuación). Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 33-49. CHA, Chaco árido; CHS, Chaco serrano. *Miel monofloral.

	33*	34	35*	36	37*	38	39	40	41	42*	43*	44*	45	46*	47*	48	49*
	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS
Acanthaceae																	
<i>Ruellia</i> sp.																	
Achatocarpaceae																	
<i>Achatocarpus praecox</i>	2,7	4,2		1,9													
Amaranthaceae																	
<i>Atriplex</i> sp.																	
<i>Gomphrena pulchella</i>						1,9											1,4
Tipo <i>Chenopodium</i>							4,3						0,6				
Anacardiaceae																	
<i>Lithraea molleoides</i>																	
<i>Schinopsis</i> spp.		24,5		41			9,9		16,5	53,6	46,7				3,5		
<i>Schinus areira</i>		5,6	0,9										15,7				4,2
<i>Schinus fasciculatus</i>	3,1			12,5			2,4	22,2	5,0						3,5	16,6	
Apocynaceae																	
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>																	
				1,9													4,0
Arecaceae																	
<i>Trithrinax campestris</i>																	
								6,8					2,3				
Asteraceae																	
<i>Baccharis</i> spp.																	
			10,0	6,7			4,3	3,8		2,2							2,2
<i>Carduus acanthoides</i>																	
						3,4											
<i>Flourensia campestris</i>																	
			5,7		6,0		7,4	3,3		3,5							4,0
<i>Gaillardia megapotamica</i>																	
					6,0	1,8									3,4		
Boraginaceae																	
<i>Heliotropium</i> sp.																	
Brassicaceae																	
Tipo <i>Brassica</i>																	
				4,0													2,5
Cactaceae																	
<i>Opuntia</i> spp.																	
		2,0															
Cannabaceae																	
<i>Celtis ehrenbergiana</i>																	
						1,9							5,4				2,8
Capparaceae																	
<i>Capparis atamisquea</i>																	
	5,5					6,3									3,1	5,0	9,5
Celastraceae																	
<i>Maytenus vitis-idaea</i>																	
Convolvulaceae																	
<i>Convolvulus</i> sp.																	
						1,4											
Cucurbitaceae																	
Cucurbitaceae																	
Euphorbiaceae																	
<i>Jatropha</i> sp.																	
						6,3											

Tabla 1. (Continuación). Espectros polínicos y zonas de procedencia fitoapícola de las muestras 33-49. CHA, Chaco árido; CHS, Chaco serrano. *Miel monofloral.

	33*	34	35*	36	37*	38	39	40	41	42*	43*	44*	45	46*	47*	48	49*
	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHA	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS	CHS
Fabaceae																	
<i>Acacia</i> spp.		5,6	1,1	2,6					3,3								
<i>Cercidium praecox</i>	1,8								3,3				4,5				
<i>Geoffroea decorticans</i>								16,8					17,3		2,4		11,5
<i>Medicago sativa</i>		5,0	95,0														
<i>Mimosa</i> sp.		2,8					3,5					4,4					
<i>Mimozyanthus carinatus</i>																	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	1,3	1,4	3,0	4,9		1,2		8,6									3,3
<i>Prosopis</i> spp.	67,6					23,4	39,8	21,0	10,5		32,0	82,0	35,2	80,0	56,8	11,0	45
<i>Senna aphylla</i>		2,4									13,4						
<i>Vicia</i> sp.																	
Lamiaceae																	
<i>Cantinoa mutabilis</i>						6,4		2,5									
Loranthaceae																	
<i>Tripodanthus flagellaris</i>								2,5					4,8		1,4	2,5	5,2
Myrtaceae																	
<i>Eucalyptus</i> sp.					1,7												
Olacaceae																	
<i>Ximenia americana</i>	3,6																
Poaceae																	
Poaceae																	
Polygonaceae																	
<i>Ruprechtia apetala</i>																	
Rhamnaceae																	
<i>Colletia spinosissima</i>								1,8									
<i>Condalia microphylla</i>	5,4	21,0				15,5		43,3							15,5	20,0	
<i>Sarcomphalus mistol</i>							13,5							1,5			
Sapindaceae																	
<i>Urvillea chacôensis</i>					1,8												1,7
Simaroubaceae																	
<i>Castela coccinea</i>																	
Solanaceae																	
<i>Lycium ciliatum</i>																	6,6
Verbenaceae																	
<i>Aloysia gratissima</i>		10,5		6,0	3,3			9,5						8,0	2,4	7,9	4,0
<i>Lippia</i> sp.						8,7											
<i>Lippia turbinata</i>										46,4	2,2						7,0
Zygophyllaceae																	
<i>Bulnesia retama</i>																	
<i>Larrea divaricata</i>	9,0	15,0		9,8	7,0	11,6	21,6	6,1				13,6	10,6	10,5	8,0	16,6	5,5
<i>Porlieria microphylla</i>																	
Indeterminado																	

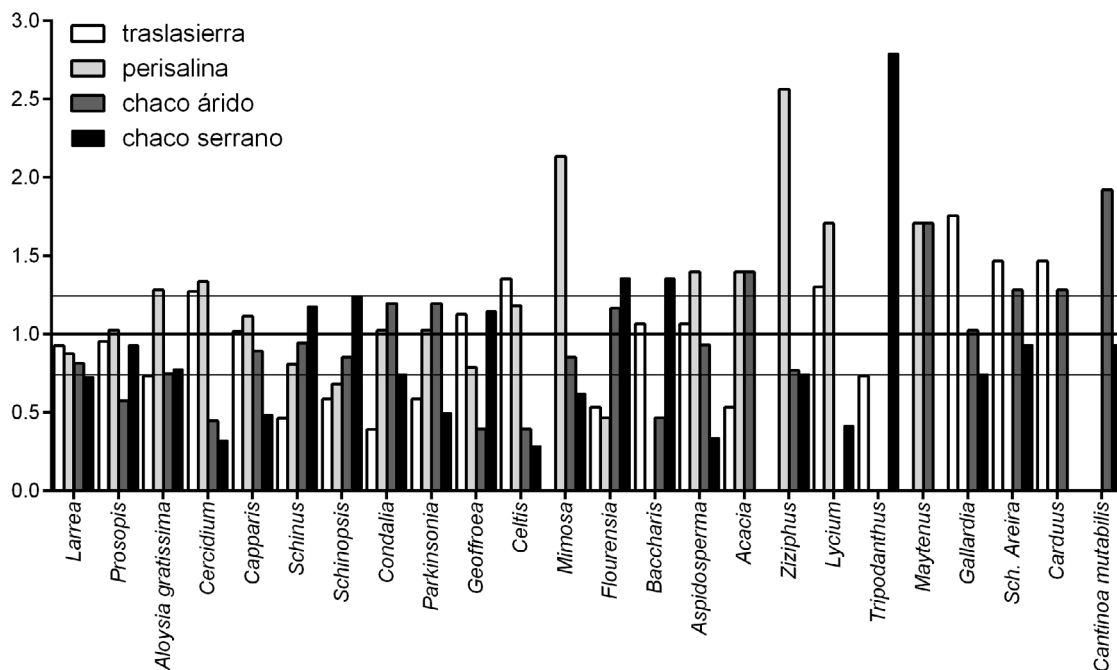


Fig. 4. Importancia de los tipos polínicos en las zonas fitoapícolas en relación al promedio. El promedio se señala con el valor de $1 \pm 0,25$ (línea horizontal gruesa y líneas finas respectivamente).

El análisis por componente principal mostró que los cuatro grupos se separan mostrando un error promedio porcentual del 2,04%, siendo el grupo CHA el que mostró un error porcentual individual superior (5,88%).

En la Fig. 4 se muestran los tipos polínicos según los cuatro grupos de procedencia con la intención de visualizar aquellos que podrían caracterizar a cada una de las zonas fitoapícolas según el IE fuera mayor o menor al del conjunto, un número superior a uno indica que la especie está más representada en el grupo que en el conjunto y si es menor a uno que está menos representada que el conjunto. Se puede observar que los taxones con mayor frecuencia (*Larrea divaricata* y *Prosopis* spp.) no muestran valores muy diferentes de uno para los cuatro grupos. Las especies características de la zona de traslasierra fueron *Schinus areira*, *Gaillardia megapotamica* (Spreng.) Baker, *Carduus acanthoides* L. y *Celtis ehrebergiana*; de la zona perisalina fueron *Mimosa* sp., *Sarcomphalus mistol*, *Lycium ciliatum* Schltld. y *Maytenus vitis-idaea*; en la zona de chaco árido fueron *Cantinoa mutabilis* (Rich.) Harley & J. F. B. Pastore, *Maytenus vitis-idaea*, y *Acacia* sp., por último, en la zona del chaco serrano fueron *Tripodanthus flagellaris* (Cham. & Schltld.) Tiegh., *Baccharis* spp. y *Schinopsis* spp.

DISCUSIÓN

El presente trabajo es el primero que utiliza los índices IE e IF en el análisis de los tipos polínicos presentes en mieles de la Argentina. Las mieles de lugares con poca influencia antrópica reflejan la flora nativa, lo cual le confiere al producto cualidades propias y distintivas para cada región (Costa, et al., 1995, 2013; Caccavari & Fagúndez, 2004; Fagúndez & Caccavari, 2006). Los resultados de esta investigación apoyan esa afirmación, ya que las especies con mayor IE y *f* (Tabla 2) fueron nativas. *Prosopis* spp. y *Larrea divaricata* fueron las especies con mayor IE y *f*. Las especies con mayor IE fueron las que originaron el mayor número de mieles monoflorales, las especies exóticas originaron sólo el 8% de estas. Todas las especies con un IE mayor a 1 fueron nativas. Las especies exóticas, presentes al menos en dos muestras, fueron *Brassica* spp., *Carduus acanthoides*, *Eucalyptus* sp. y *Medicago sativa*. Se puede concluir que sobre el muestreo realizado en el noroeste de la provincia de Córdoba las fuentes nectaríferas provienen principalmente de especies nativas.

Tabla 2. Índice de importancia de especie (IE) y frecuencia de aparición (*f*). Se reportan aquellas especies que estuvieron presentes en al menos 2 muestras y cuyo promedio de AR fue superior a 0,1.

	<i>Prosopis</i> spp.	<i>Larrea divaricata</i>	<i>Schinopsis</i> spp.	<i>Condalia microphylla</i>	<i>Sarcomphalus mistol</i>	<i>Cercidium praecox</i>	<i>Geoffroea decorticans</i>
IE	22,5	13,9	7,6	7,2	5,7	4,0	3,7
<i>f</i>	40	41	15	15	10	23	13
	<i>Capparis atamisquea</i>	<i>Aloysia gratissima</i>	<i>Mimosa</i> sp.	<i>Schinus fasciculatus</i>	<i>Flourenzia campestris</i>	<i>Lippia turbinata</i>	<i>Lycium ciliatum</i>
IE	3,4	3,0	2,9	2,7	1,6	1,3	1,1
<i>f</i>	23	24	12	19	11	6	9
	<i>Parkinsonia aculeata</i>	<i>Baccharis</i> spp.	<i>Acacia</i> sp.	<i>Lippia</i> sp.	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	<i>Schinus areira</i>	<i>Acacia atramentaria</i>
IE	1,0	1,0	0,79	0,74	0,71	0,6	0,58
<i>f</i>	15	11	11	3	11	4	5
	<i>Celtis ehrenbergiana</i>	<i>Mimozyanthus carinatus</i>	<i>Brassica</i> sp.	<i>Ximena americana</i>	<i>Tripodanthus flagellaris</i>	<i>Gaillardia megapotamica</i>	<i>Maytenus vitis-idaea</i>
IE	0,55	0,52	0,46	0,42	0,42	0,41	0,40
<i>f</i>	13	2	7	2	8	5	6
	<i>Trithrinax campestris</i>	<i>Ruprechtia apetala</i>	<i>Eucalyptus</i> sp.	<i>Chenopodium</i> sp.	<i>Castela coccinea</i>	<i>Carduus acanthoides</i>	<i>Cantinoa mutabilis</i>
IE	0,37	0,29	0,28	0,27	0,25	0,24	0,20
<i>f</i>	3	3	6	4	3	4	4
	<i>Achatocarpus praecox</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Porlieria microphylla</i>	<i>Gomphrena pulchella</i>	<i>Urvillea chacôensis</i>	<i>Convolvulus</i> sp.	<i>Heliotropium</i> sp.
IE	0,18	0,17	0,13	0,12	0,05	0,04	0,03
<i>f</i>	3	2	2	4	2	2	2

Según Basilio & Noetinger (2002) y Salgado et al. (2014) las mieles de la región chaqueña se caracterizan por la presencia de polen de la familia Fabaceae, especialmente los géneros *Prosopis* y *Acacia*, siendo este último importante en la producción de mieles monofloras; si bien nuestros resultados concuerdan con estos hallazgos en el sentido de que Fabaceae mostró el mayor IF, no se han registrado mieles monofloras del género *Acacia*, evidenciándose en el IE que resultó menor a 1.

El mayor IF es de la familia Fabaceae seguido por Zygophyllaceae, ya que especies de *Prosopis* y *Larrea* fueron las más abundantes y frecuentes, mientras que las familias mejor representadas por el número de tipos polínicos sin considerar la abundancia fueron Fabaceae y Asteraceae, como sucede en mieles provenientes de otras regiones del país (Andrada, 2003; Sánchez & Lupo, 2011; Sánchez, 2013).

En cuanto al origen geográfico de las mieles, el análisis estadístico de componentes principales (Fig. 3) permitió validar la clasificación de los cuatro grupos propuestos por los autores (traslasierra, perisalina, chaco árido y chaco serrano), y proponer especies que ayuden

a diferenciar las mieles según su procedencia: *Schinus areira*, *Gaillardia megapotamica*, *Carduus acanthoides* y *Celtis ehrenbergiana* para traslasierra; *Mimosa* sp., *Sarcomphalus mistol*, *Lycium ciliatum*, *Maytenus vitis-idaea* para la perisalina; *Cantinoa mutabilis*, *Maytenus vitis-idaea*, y *Acacia* sp. para el chaco árido y por último *Tripodanthus flagellaris*, *Baccharis* spp. y *Schinopsis* spp. para el chaco serrano. Todas estas especies mostraron una relación de IE por grupo relativo al IE de las 49 muestras, superior a 1 (Fig. 4).

Estos resultados indican claramente que *Larrea divaricata* y varias especies de *Prosopis* son marcadores palinológicos de las mieles de la región en estudio junto con *Condalia microphylla* Cav., *Cercidium praecox*, *Capparis atamisquea*, *Aloysia gratissima*, *Sarcomphalus mistol*, *Geoffroea decorticans* y especies de los géneros *Schinopsis*, *Schinus* y *Mimosa*. La mayoría de las muestras de miel presentaron varios de estos tipos polínicos. Los tipos polínicos propuestos como marcadores representan parte de la flora característica de la región fitogeográfica Chaqueña y se corresponden con los de mayor IE (Tabla 2).

La denominación de origen de estas mieles contribuiría a dar mayor valor a las regiones donde se radican los apiarios y la conservación de la biodiversidad sería uno de los principales impactos positivos influyendo en la sustentabilidad de los bosques nativos, importantes en términos de su diversidad biológica al albergar varias especies características. Las comunidades y organizaciones campesinas adquieren una mayor conciencia del cuidado de su territorio en pos de evitar la pérdida de los recursos florísticos, que son la base de sus productos apícolas (Larson, 2007; Nates-Parra et al., 2013). Las mieles originarias de bosques nativos deberían revalorizarse, ya que son un producto renovable y no maderable que da sustento a productores de la zona que viven allí y que resguardan el recurso natural.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrada, A. 2003. Flora utilizada por *Apis mellifera* L. en el sur del Caldenal (Provincia Fitogeográfica del Espinal), Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 5: 329-336.
- Basilio, A. M. 2000. Cosecha polínica por *Apis mellifera* (Hymenoptera) en el bajo Delta del Paraná: comportamiento de las abejas y diversidad del polen. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 2(2): 11-121.
- Basilio, A. M. & M. Noetinger. 2002. Análisis polínicos de mieles de la región Chaqueña: Comparación del origen floral entre zonas: Domo central y Esteros, Cañadas y Selvas de Rivera. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 31: 127-134.
- Caccavari, M. A. & G. A. Fagúndez, G. A. 2004. Alcances de la biodiversidad en mieles del Litoral Fluvial. Un enfoque agroecológico. *INSUGEO Miscelánea* 12: 147-152.
- 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.
- Costa, M. C.; V. A. Vergara Roig & S. C. Kivatinitz. 2013. A melissopalynological study of artisanal honey produced in Catamarca (Argentina). *Grana* 52 (3): 229-237.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada & C. W. Robledo. 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Escuredo, O.; L. R. Silva; P. Valentão; M. C. Seijo & P. B. Andrade. 2012. Assessing *Rubus* honey value: Pollen and phenolic compounds content and antibacterial capacity. *Food Chemistry* 130(3): 671-678.
- Fagúndez, G. A. & M. A. Caccavari. 2006. Pollen analysis of honeys from the central zone of Argentine province of Entre Ríos. *Grana* 45: 305-320.
- Larson, J. 2007. Relevance of geographical indications and designations of origin for the sustainable use of genetic resources. *Global Facilitation Unit for Underutilized Species. Rome, Italy, FAO.*
- Louveaux, J.; A. Maurizio & G. Vorwohl. 1978. Methods of melissopalynology by International Commission for Bee Botany of IUBS. *Bee World* 59: 139-157.
- Montenegro, G.; R. Pizarro; G. Ávila; R. Castro; C. Ríos; O. Muñoz; F. Bas & M. Gómez. 2003. Origen botánico y propiedades químicas de las mieles de la Región Mediterránea Árida de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 30(3): 161-174.
- Montenegro, G.; S. Rodríguez; S. Vio; M. Gómez; P. Pizarro; A. Mujica & X. Ortega. 2010. Investigación científica y tecnológica en productos apícolas. *Santiago, Chile. Fundación Copec-Universidad Católica.*
- Nates-Parra, G.; P. M. Montoya; F. J. Chamorro; N. Ramírez; C. Giraldo & D. Obregón. 2013. Origen geográfico y botánico de mieles de *Apis mellifera* (Apidae) en cuatro departamentos de Colombia. *Acta Biológica Colombiana* 18(3):427-438.
- Oddo, P. & R. Piro. 2004. European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie* 35: 538-581.
- Ramírez-Arriaga, E.; L. Navarro-Calvo & E. Díaz-Carbajal. 2011. Botanical characterisation of Mexican honeys from a subtropical region (Oaxaca) based on pollen analysis. *Grana* 50: 40-54
- Salgado, C. R.; G. Pieszko & M. C. Tellería. 2014. Aporte de la melissopalynología 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.
- Sánchez, A. C. & L. Lupo. 2011. Origen botánico y geográfico de las mieles de El Fuerte, Departamento de Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46: 105-111.
- Sánchez, A. C. 2013. Caracterización botánica y geográfica de las mieles de *Apis mellifera* L. en la Provincia de Jujuy. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.
- Torrella, S. A. & J. Adámoli. 2006. Situación ambiental de la ecorregión del Chaco Seco. En: A. Brown, U. Martínez Ortiz, M. Acerbi & J. Corcuera (eds.), Buenos Aires. La situación ambiental argentina. Fundación Vida Silvestre Argentina: 75-82.
- Yang, Y.; M. J. Battesti; N. Djabou; A. Muselli; J. Paolini & P. Tomi. 2012. Melissopalynological origin determination and volatile composition analysis of Corsican "chestnut grove" honeys. *Food Chemistry* 132(4): 2144-2154.
- Varela, D.; M. Schuck & G. Montenegro. 1991. Selective use of plant resources for pollen collection by *Apis mellifera* in Central Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 18(1-2): 73-78.
- Zak, M. R. & M. Cabido. 2002. Spatial patterns of the Chaco vegetation of central Argentina: Integration of remote sensing and phytosociology. *Applied Vegetation Science* 5: 213-226.