

Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales

David Rodríguez de la Cruz, Estefanía Sánchez Reyes, Silvia Sánchez Durán y José Sánchez Sánchez

Resumen: Rodríguez de la Cruz, D.; Sánchez Reyes, E.; Sánchez Durán, S. & Sánchez Sánchez, J. 2013. Análisis palinológico de mieles comerciales monoflorales. *Bot. Complut.* 37: 171-180.

Se estudiaron 28 muestras de mieles etiquetadas como monoflorales de diverso tipo y de origen español: azahar (11), eucalipto (10) y romero (7), a través de los pertinentes métodos cuantitativos y cualitativos. El análisis cuantitativo mostró un contenido medio de elementos botánicos mayor en las mieles de eucalipto (354497 por 10 gramos de miel) que en las mieles de azahar y romero (100111 y 76705, respectivamente). El estudio cualitativo de las mieles de romero y azahar reflejó valores de riqueza polínica semejantes (media de 38 y 41 formas polínicas, respectivamente), más bajos para las mieles de eucalipto (34), propias todas de ellas de la flora peninsular, salvo en dos muestras, una de miel de azahar y otra de eucalipto, con tipos polínicos propios de flora sudamericana. Asimismo, las mieles de romero superaron el 10% de representación para el tipo *Salvia verbenaca*, mientras que en una y dos muestras de mieles de azahar y eucalipto no alcanzaron los umbrales de 10% y 70% de los tipos *Citrus sinensis* y *Myrtus communis*, respectivamente.

Palabras clave: polen, miel, origen, control de calidad.

Abstract: Rodríguez de la Cruz, D.; Sánchez Reyes, E.; Sánchez Durán, S. & Sánchez Sánchez, J. 2013. Palynological analysis of unifloral commercial honeys. *Bot. Complut.* 37: 171-180.

Twenty eight honey samples labelled as monofloral and Spanish were studied by means of quantitative and qualitative methods: orange blossom (11), eucalyptus (10) and rosemary (7). Quantitative analysis displayed a higher number of botanical elements in eucalyptus honeys (354497/10 g of honey) than in orange blossom and rosemary honeys (100111 and 76705, respectively). Qualitative study showed high pollen richness in rosemary and orange blossom honeys (an average of 38 and 41 types of pollen, respectively), lower in the case of eucalyptus honeys (34). All of these types of pollen belonged to Iberian species, except in two samples (orange blossom and eucalyptus) with pollen grains from South America flora. Rosemary honeys reached 10% of *Salvia verbenaca* type, whereas one and two samples of orange blossom and eucalyptus did not exceed 10% and 70% of *Citrus sinensis* and *Myrtus communis* types, respectively.

Key words: pollen, honey, origin, quality control.

INTRODUCCIÓN

El aumento progresivo en el consumo de productos naturales ha motivado durante los últimos años una creciente necesidad en el desarrollo de métodos que permitan evaluar y analizar su calidad. En el caso de la miel, un control estricto de su calidad no sólo se fundamenta en el análisis de sus caracteres físico-químicos, microbiológicos o sensoriales, sino también en análisis polínicos que permiten determinar su origen botánico y geográfico y evitan el fraude comercial (Jones & Bryant 1996). La normativa actual que regula el mercado europeo de la miel (Directiva 2001/110/CE del Consejo de 20 de diciembre de 2001 relativa a la miel) considera, entre otros aspectos, que este producto puede verse etiquetado con indicaciones que hagan referencia a su origen vegetal y geográfico, siempre y cuando proceda del origen indicado, dife-

renciando además dos tipos de miel según su origen vegetal, mieles de flores o néctar y mieles de mielada. La falta de concreción en las normativas actuales para delimitar el origen botánico y geográfico de las mieles de néctar a través de criterios palinológicos ha llevado a considerar en las últimas décadas, una miel como monofloral cuando el porcentaje de representación de un tipo polínico es superior al 45%. Algunos granos de polen, como los de *Citrus* L., *Tilia* L. o *Lavandula* L., se encuentran hiporrepresentados en los espectros polínicos, mientras que otros como *Eucalyptus* L'Hér., *Castanea sativa* Mill. están hiporrepresentados, dando lugar a mieles que son consideradas como monoflorales cuando ese tipo polínico alcanza, al menos, el 90% (Maurizio 1979).

Esta variedad ha conllevado a su vez un buen número de trabajos que profundizaban en el estudio polínico de mieles monoflorales ya conocidas, sobretodo en localiza-

¹ Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE), Universidad de Salamanca. C/Río Duero 12, 37185 Villamayor (Salamanca).
droc@usal.es, fani_sanchez@usal.es, sylvias8@usal.es, jss@usal.es
Recibido: 20 diciembre 2012. Aceptado: 8 enero 2013.

ciones geográficas puntuales de diverso interés (Terrab *et al.* 2004a; De Sá-Otero *et al.* 2006) o incluso estudios sobre mieles monoflorales poco conocidas (Terrab *et al.* 2004b). Sin embargo, existen pocos artículos que analicen el espectro polínico de mieles monoflorales comerciales (Sánchez Sánchez *et al.* 1996, Seijo & Aira 1999, de Sá Otero *et al.* 2011), motivo por el cual aportamos datos que redunden en un mayor conocimiento de las mismas y que permitan decidir si se encuentran dentro de los criterios de origen botánico y geográfico que deben cumplir.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron 28 muestras de mieles comerciales etiquetadas como monoflorales y de origen español, once de ellas denominadas como azahar, diez como eucalipto y siete como romero. Todas ellas fueron adquiridas en el periodo 2002-2008 y a partir de distintos lotes de la misma marca comercial, según se indica en la tabla 1.

Para el análisis cuantitativo a través del microscopio óptico se utilizaron 50 g de miel al natural siguiendo la metodología de Loveaux *et al.* (1978), mientras que para el análisis cualitativo se utilizó el método acetolítico de Erdtman (1960) y las modificaciones propuestas por Hideux (1972).

La identificación de las distintas formas polínicas se realizó gracias a diferentes claves sobre morfología polínica (Valdés *et al.* 1987, Carretero 1989) y a la palinoteca del Departamento de Botánica de la Universidad de Salamanca, junto a otros atlas polínicos para aquellos tipos de polen ajenos a la flora peninsular (Heusser 1971, Markgraf & D'Antoni 1978). La filiación de cada forma polínica con un tipo polínico se llevó a cabo siempre que fue posible, puesto que en algunos casos sólo se

pudo llegar a nivel genérico (*Acer*) o a otros niveles (otras *Cistaceae*, *Liguliflorae*).

RESULTADOS

Los resultados del análisis cuantitativo indicaron que las muestras poseen un contenido medio de elementos botánicos atendiendo a las clases definidas por Maurizio (Loveaux *et al.* 1978), pero variable en número en función del tipo de miel analizada (Tabla 1). En el caso de las mieles de azahar y romero, el número de elementos botánicos (NEBT) medio en 10g de miel para las muestras analizadas fue de 100111 y 76705, respectivamente, alcanzando valores máximos de 151429 en A10 y 111429 en R6, y mínimos de 55000 en A1 y 58000 en R3. Atendiendo a la clasificación de Maurizio (1939), siete muestras de mieles de azahar y seis de romero se incluyeron en la Clase II, mientras que cuatro de azahar y una única miel de romero se adscribieron a la Clase III. Por el contrario, las muestras etiquetadas como "miel de eucalipto" presentaron un NEBT medio de 354497, con 556000 en E9 como valor más elevado y 248100 en E3 como valor mínimo. Salvo una muestra incluida en la Clase IV, todas las muestras de miel de eucalipto se catalogaron dentro de la Clase III. Los elementos característicos de mielada (ECM) fueron nulos o muy bajos en todas las muestras comerciales analizadas, exceptuando dos muestras de miel de azahar (A3 y A4) y una muestra de miel de eucalipto (E3), que presentaron valores de 18947, 12083 y 20000, respectivamente, con un índice de mielada (ECM/Polen Total) muy bajo (0,15; 0,10 y 0,08).

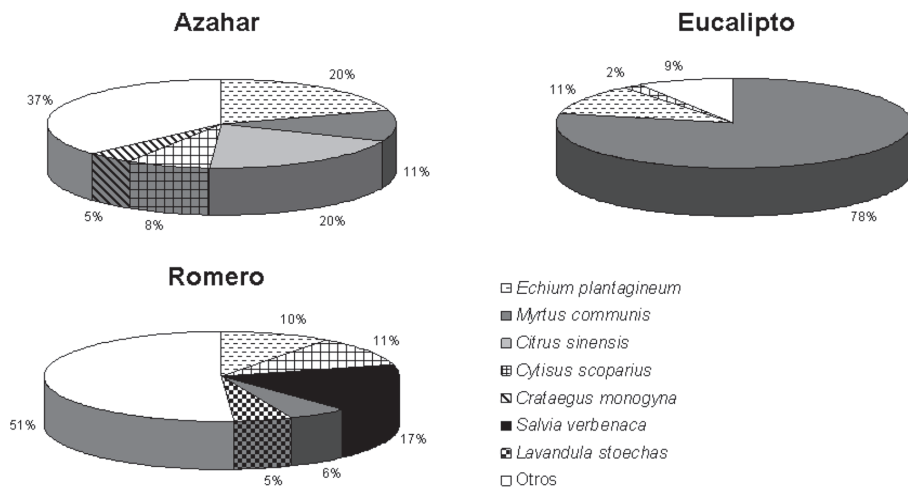


Fig. 1– Representación media de los tipos polínicos más abundantes en las muestras de miel analizadas. Se han tenido en cuenta las formas polínicas adscritas a especies que aportan néctar.

Respecto al análisis cualitativo de todas las muestras estudiadas, y siguiendo los criterios marcados por Pérez de Zabalza (1989), debe resaltarse que todas ellas mostraron una riqueza polínica alta pues se identificaron más de 20 tipos polínicos, pertenecientes, al menos, a 18 familias botánicas. Según se indica en la Tabla 1, las muestras pertenecientes a mieles etiquetadas como “romero” tienen valores de riqueza polínica más elevados, con respecto a las inscritas como “azahar” y “eucalipto”, con valores más bajos. El resto de resultados obtenidos a través del análisis cualitativo serán expuestos para cada tipo de miel analizada por separado, pudiéndose visualizar de forma resumida en la Tabla 2 con el espectro polínico completo en

cada una de ellas a través de los porcentajes medios de representación así como si se consideran sólo las formas polínicas nectaríferas.

En las once muestras de miel de azahar se identificaron 44 formas polínicas correspondientes a 27 familias, presentando una media de 27 tipos polínicos concernientes a 19 familias, y siendo A11 y A3 la muestras con mayor y menor riqueza polínica, respectivamente. La familia *Leguminosae* es la que mostró mayor diversidad de formas polínicas, con cinco, seguida por *Compositae* y *Rosaceae* con cuatro, y *Labiatae* con tres. Asimismo, todas estas familias, junto con *Cistaceae*, *Cruciferae*, *Liliaceae*, *Myrtaceae*, *Oleaceae*, *Plantaginaceae* y *Rutaceae*,

Tabla 1
Datos de las muestras estudiadas. NEBT: número de elementos botánicos.

Muestra	Denominación Comercial	NEBT por 10 g de miel	Clase de Maurizio	Nº tipos polínicos	Nº tipos polínicos (nectaríferos)	Nº familias
A1	Azahar	55000	II	28	22	21
A2	Azahar	81000	II	27	21	19
A3	Azahar	144736	III	24	18	18
A4	Azahar	129167	III	25	19	18
A5	Azahar	91500	II	28	23	20
A6	Azahar	90500	II	27	21	20
A7	Azahar	84246	II	26	22	18
A8	Azahar	76087	II	25	19	18
A9	Azahar	121904	III	29	23	22
A10	Azahar	151429	III	26	20	18
A11	Azahar	75650	II	32	26	20
E1	Eucalipto	306000	III	19	16	14
E2	Eucalipto	322000	III	24	21	15
E3	Eucalipto	248100	III	19	16	12
E4	Eucalipto	427917	III	20	16	13
E5	Eucalipto	348000	III	24	20	16
E6	Eucalipto	319000	III	23	19	14
E7	Eucalipto	285454	III	20	16	14
E8	Eucalipto	301500	III	24	19	18
E9	Eucalipto	556500	IV	22	18	11
E10	Eucalipto	430500	III	34	25	23
R1	Romero	70000	II	37	31	24
R2	Romero	87500	II	36	29	25
R3	Romero	58000	II	37	30	26
R4	Romero	68500	II	33	27	21
R5	Romero	82000	II	35	29	23
R6	Romero	111429	III	37	29	28
R7	Romero	59505	II	38	32	23

Tabla 2
Espectro polínico medio de las mieles analizadas según su tipo comercial. * Espectro polínico medio completo.
** Espectro polínico medio eliminadas las especies poliníferas

Formas polínicas	Romero		Azahar		Eucalipto	
	*	**	*	**	*	**
ACANTHACEAE						
<i>Stenandrium</i> sp.			0,10%	0,17%		
ACERACEAE						
<i>Acer</i> sp.	0,45%	0,53%	0,76%	1,08%		
BORAGINACEAE						
<i>Anchusa azurea</i>	0,19%	0,22%				
<i>Echium plantagineum</i>	7,68%	9,98%	13,20%	20,38%	10,24%	11,09%
<i>Myosotis</i> sp.	0,03%	0,04%				
CAESALPINACEAE						
<i>Enterolobium</i> sp.					0,01%	0,01%
CAMPANULACEAE						
<i>Campanula erinus</i>	1,20%	1,50%	0,66%	1,11%	0,83%	0,87%
CARYOPHYLLACEAE						
<i>Silene vulgaris</i>	0,40%	0,51%				
CAESALPINIACEAE						
<i>Ceratonia siliqua</i>	0,42%	0,49%				
CISTACEAE						
<i>Cistus ladanifer</i>	3,11%		3,41%		3,61%	
Otras Cistaceae	16,28%		18,08%		1,30%	
COMPOSITAE						
<i>Anthemis arvensis</i>	0,30%	0,37%				
<i>Calendula arvensis</i>	1,26%	1,58%	0,11%	0,19%	0,21%	0,22%
<i>Centaurea calcitrapa</i>	0,03%	0,04%	0,01%	0,05%		
<i>Crepis capillaris</i>	0,13%	0,15%	0,03%	0,09%		
Liguliflorae	0,35%	0,43%	0,64%	0,71%	0,02%	0,02%
<i>Senecio vulgaris</i>	0,06%	0,08%			0,17%	0,18%
CONVOLVULACEAE						
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,17%	0,27%				
CRUCIFERAE						
<i>Rhapanus raphanistrum</i>	3,65%	4,88%	2,77%	4,55%	0,37%	0,39%
<i>Sinapis arvensis</i>	3,35%	4,04%	0,90%	2,25%		
CHENOPODIACEAE						
<i>Chenopodium album</i>	0,28%				0,01%	
ERICACEAE						
<i>Erica arborea</i>	1,36%	1,80%	0,00%	0,01%	0,24%	0,26%
<i>Erica australis</i>	0,28%	0,41%	0,00%	0,01%	0,30%	0,31%
EUPHORBIACEAE						
<i>Euphorbia helioscopia</i>	0,35%	0,43%				
FAGACEAE						
<i>Castanea sativa</i>					0,66%	0,71%
<i>Quercus coccifera</i>	1,50%		3,11%		0,15%	
FUMARIACEAE						
<i>Hypocoum imberbe</i>	1,95%	2,76%	0,75%	1,15%	0,22%	0,24%

Formas polínicas	Romero		Azahar		Eucalipto	
	*	**	*	**	*	**
GRAMINAE						
<i>Festuca arundinacea</i>	0,46%		0,75%		0,08%	
<i>Zea mays</i>	0,13%				0,08%	
GROSSULARIACEAE						
<i>Ribes</i> sp.	0,09%	0,16%				
HALORAGACEAE						
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>					0,01%	0,01%
LABIATAE						
<i>Lamium amplexicaule</i>	0,22%	0,29%				
<i>Lavandula stoechas</i>	3,75%	5,13%	0,58%	0,88%	0,43%	0,46%
<i>Mentha aquatica</i>	1,28%	1,72%	0,04%	0,01%	0,03%	0,03%
<i>Salvia verbenaca</i>	13,05%	17,23%	0,53%	0,90%	0,28%	0,30%
LEGUMINOSAE						
<i>Anthyllis</i> sp.	2,56%	3,65%				
<i>Cytisus scoparius</i>	7,43%	10,75%	5,62%	7,22%	1,20%	1,30%
<i>Lotus creticus</i>	0,91%	1,29%	1,59%	2,78%	0,43%	0,46%
<i>Onobrychis viciifolia</i>	0,45%	0,55%				
<i>Psoralea bituminosa</i>			0,01%	0,03%		
<i>Spartium junceum</i>	0,02%	0,03%				
<i>Trifolium arvense</i>	0,81%	1,17%	1,20%	1,73%	0,24%	0,25%
<i>Trifolium pratense</i>	0,06%	0,08%			0,01%	0,01%
<i>Trifolium repens</i>	0,53%	0,77%	0,37%	0,74%	0,35%	0,38%
LILIACEAE						
<i>Allium</i> sp.					0,09%	0,09%
<i>Asphodelus fistulosus</i>	0,26%	0,29%				
<i>Lilium</i> sp.	0,78%	0,99%	0,58%	0,74%	0,34%	0,36%
Otras Liliaceae	0,15%	0,17%				
LYTHRACEAE						
<i>Lythrum salicaria</i>	0,33%	0,49%	0,00%	0,00%	0,45%	0,58%
MYRTACEAE						
<i>Myrtus communis</i>	4,09%	5,66%	7,05%	11,97%	73,99%	78,32%
OLEACEAE						
<i>Ligustrum vulgare</i>	0,80%	0,95%	0,62%	1,07%		
<i>Olea europea</i>	0,84%		2,55%		0,02%	
ONAGRACEAE						
<i>Epilobium parviflorum</i>	0,20%	0,26%				
OXALIDACEAE						
<i>Oxalis</i> sp.	0,32%	0,45%	1,06%	1,59%		
PAPAVERACEAE						
<i>Papaver rhoeas</i>	0,38%					
PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago coronopus</i>	1,17%		2,43%		0,28%	
POLYGALACEAE						
<i>Polygala</i> sp.	0,06%	0,08%				
POLYGONACEAE						
<i>Polygonum</i> sp.	0,06%	0,08%				

Formas polínicas	Romero		Azahar		Eucalipto	
	*	**	*	**	*	**
RHAMNACEAE						
<i>Rhamnus alaternus</i>	0,03%	0,04%	0,36%	0,47%		
ROSACEAE						
<i>Crataegus monogyna</i>	3,81%	4,62%	3,17%	4,86%	0,10%	0,12%
<i>Gerum sp.</i>			0,24%	0,23%		
<i>Prunus spinosa</i>	1,85%	2,47%	2,35%	3,37%	0,52%	0,55%
<i>Rubus ulmifolius</i>	1,39%	1,89%	1,69%	2,24%	0,36%	0,39%
RANUNCULACEAE						
<i>Thalictrum speciosissimum</i>	0,40%	0,56%				
RHAMNACEAE		0,00%				
<i>Rhamnus alaternus</i>	0,83%	0,94%				
RUBIACEAE		0,00%				
<i>Galium aparine</i>	0,16%	0,20%				
RUTACEAE		0,00%				
<i>Citrus sinensis</i>	1,76%	2,24%	14,29%	17,74%	0,11%	0,12%
SALICACEAE		0,00%				
<i>Salix sp.</i>	1,15%	1,48%	1,57%	2,49%	0,01%	0,01%
SCROPHULARIACEAE		0,00%				
<i>Bellardia trixago</i>	0,25%	0,35%				
<i>Pedicularis sylvatica</i>	0,24%	0,38%				
SOLANACEAE		0,00%				
<i>Solanum nigrum</i>	0,25%	0,32%	0,01%	0,05%	0,01%	0,01%
TILIACEAE		0,00%				
<i>Tilia platyphyllos</i>	0,23%	0,27%				
UMBELLIFERAE		0,00%				
<i>Conium maculatum</i>			0,23%	0,42%	0,10%	0,10%
<i>Daucus carota</i>	0,06%	0,08%	0,01%	0,03%	0,01%	0,02%
VITACEAE		0,00%				
<i>Vitis vinifera</i>	0,56%	0,74%	1,10%	1,85%	0,04%	0,06%
OTROS	0,71%	0,86%	2,91%	3,94%	1,60%	1,90%

estuvieron presentes en todas las muestras estudiadas. De igual forma se repitieron un total de trece formas polínicas a lo largo de todas las mieles inscritas en este grupo, con porcentajes variables en función de la muestra tratada. El tipo polínico *Cistus ladanifer*, junto con la forma polínica en la que agrupamos al resto de cistáceas presentes en todas las muestras alcanzaron porcentajes de representación muy elevados en algunos casos, como en A9 donde, en conjunto, la familia de las cistáceas ocupó más del 50% del polen identificado. Los tipos *Quercus coccifera*, *Olea europaea* y *Plantago coronopus*, también poliníferos, no superaron porcentajes del 10% en ninguna de las mieles de azahar analizadas, aunque cabe reseñar el 9,3% que alcanzó el primer tipo en A3. El resto de tipos

representados en todas las muestras son tipos adscritos a especies que aportan néctar a la miel, destacando los tipos *Citrus sinensis*, *Echium plantagineum* y *Myrtus communis* que presentaron porcentajes superiores al 20% en algunas muestras (A1, A2 y A11 en el primero de los tipos, A1, A5, A8, A9 y A10 en el segundo, y A3 en el último) y mostraron un porcentaje medio de representación de 20% (para los dos primeros) y 11%, respectivamente (Fig. 1). Los tipos *Cytisus scoparius*, *Raphanus raphanistrum* y *Prunus spinosa*, con porcentajes medios de 8%, 4% y 3%, no superaron el 10% en ninguna de las mieles analizadas, salvo el tipo que representa a retamas y escobas en las muestras A4, A5, A6 y A10. También estuvieron representados los tipos *Lotus creticus* y *Sinapis arvensis*, no

superando el 4% en ninguna de las muestras ni rebasando porcentajes medios del 3%. En menor medida, hemos de destacar la presencia del tipo *Vitis vinifera* y de la forma polínica *Lilium* sp. en diez de las mieles etiquetadas como “azahar”, así como de los tipos *Campanula erinus*, *Crataegus monogyna* y la forma *Liguliflorae* en ocho. El tipo polínico *Trifolium arvense*, presente en siete muestras, obtuvo un 6,8% de representación en A6, mientras que la forma polínica *Acer* sp., sólo presente en seis, alcanzó un 8,1% en A1, y el tipo *Stenandrium dulce*, una forma ajena a la flora peninsular, apareció en A4 (1,1%).

Un total de 42 formas polínicas pertenecientes a 26 familias botánicas fueron identificadas en las diez mieles de eucalipto adquiridas en el período 2002-2008, con una media de 23 formas polínicas incluidas en 19 familias. Dentro de estas últimas, la familia *Leguminosae* con 5 tipos polínicos, es la que presentó mayor diversidad polínica, seguida por las familias *Compositae* y *Labiatae*, con 3. Las mieles de eucalipto nominadas como E8 y E7 son las que mostraron la mayor y la menor riqueza polínica, respectivamente. En las diez muestras estudiadas se repitieron un total de once formas polínicas cuyos porcentajes de representación variaron en función de la muestra analizada. Dentro de las formas nectaríferas, destaca *Myrtus communis*, que con un porcentaje medio de representación del 78 alcanza el 90% en dos muestras (E2 y E3), y *Echium plantagineum*, que superó el 20% en la muestra E5 y presentó un porcentaje medio del 11% (Fig. 1). El resto de formas que aportan néctar a la miel localizadas en todas las muestras (*Campanula erinus*, *Cytisus scoparius*, *Lotus creticus*, *Prunus spinosa*, *Senecio vulgaris*) presentaron porcentajes medios bajos, salvo los tipos polínicos *Cytisus scoparius* con 1% de representación media y un 3,4% en E8, y *Campanula erinus*, que alcanza un 3,5% en E7. Dos tipos polínicos pertenecientes a la familia *Labiatae*, *Lavandula stoechas* y *Salvia verbenaca*, aparecieron en 9 de las muestras analizadas pero también con porcentajes muy bajos. Las familias políniferas presentes en todas las muestras de miel de eucalipto son *Cistaceae* y *Plantaginaceae* no presentaron porcentajes de representación importantes dentro de las formas polínicas que incluyen, salvo el tipo *Cistus ladanifer* que superó el 17% en la muestra E10. En la muestra E2 se identificó un grano de polen del género *Enterolobium*, propio del continente americano.

Las siete muestras de mieles de romero estudiadas presentaron 65 formas polínicas en total adscritas a 40 familias botánicas, y una media de 36 formas incluidas dentro de 29 familias. La familia *Leguminosae* es la que obtuvo una diversidad polínica mayor, ya que en ella se adscribe-

ron ocho de las formas polínicas identificadas, seguidas por *Compositae*, con 6, y *Labiatae*, con 4. En lo que respecta a la riqueza polínica de las muestras estudiadas, debe señalarse a R6 y R4, como aquellas que presentaron mayor y menor riqueza, respectivamente. Dentro del espectro polínico obtenido en las mieles de romero aparecieron 16 formas en todas las muestras, destacando el tipo polínico *Cistus ladanifer* y la forma “Otras *Cistaceae*”, que en conjunto supusieron más de un tercio del polen identificado en R3 y R5. El otro tipo polínico que engloba a especies políniferas presente en todas las muestras, *Plantago coronopus*, dio lugar a porcentajes medios de representación bajos, no rebasando el 3,5% en ninguna de las muestras. El resto de formas polínicas identificadas en todas las muestras incluyen a especies botánicas que aportan néctar a la miel, destacando el tipo polínico *Salvia verbenaca*, con un porcentaje medio de representación del 17% y superando el 20% en R6. Otros tipos presentes en todas las mieles como *Crataegus monogyna*, *Cytisus scoparius*, *Echium plantagineum* y *Myrtus communis*, superaron el 10% en varias de las muestras (Fig. 1), aunque con porcentajes medios de representación diferentes, 5%, 11%, 10%, y 5%, respectivamente. Además, los tipos *Lavandula stoechas*, *Crataegus monogyna* e *Hypocoum imberbe*, que rebasaron el 2% de representación media, *Erica arborea*, *Lotus creticus*, *Prunus spinosa*, *Rubus ulmifolius* y las formas *Lilium* sp. y *Salix* sp., también están presentes en todas las muestras y con porcentajes de representación medios inferiores al 2%.

DISCUSIÓN

El número de elementos botánicos presentes en el sedimento de todas las mieles analizadas, incluidos en las Clases II y III, salvo una muestra de miel de eucalipto (E9) englobada dentro de la Clase IV, parece indicar que todas estas mieles fueron obtenidas tras procesos de centrifugado, aunque dicha información no se especifica en el etiquetado del producto. Sin embargo, la alta representación de la familia *Cistaceae* en el espectro polínico de las mieles de azahar y romero podría suponer que dichas mieles fueran obtenidas por procesos de prensado o bien como una contaminación en el interior de las colmenas (Loveaux 1958, Ortiz 1990). No obstante, y aunque algunos autores hablan de la producción de néctar por parte de especies de esta familia (Herrera 1985, Talavera et al. 1988), no existen estudios que revelen el grado de representatividad de estos granos de polen y su contribución dentro de las mieles de flores, por lo que estimamos que esta al-

ta incidencia fue debida a una contaminación dentro de la colmena, gracias a la elevada presencia de esta familia en el polen apícola peninsular (Cordón Marcos 2005). Por otro lado, el número de ECM, nulo o casi nulo en todas las muestras estudiadas, salvo dos muestras de azahar y una de eucalipto con índices de mielada muy bajos, indica que todas estas mieles eran mieles de néctar.

Las once mieles que recibieron la denominación de azahar por parte de la empresa comercial presentaron porcentajes de representación diversos para el tipo polínico *Citrus sinensis*, que engloba a diversas especies de árboles frutales de la familia de las rutáceas, entre los cuales destacan el naranjo y el limonero. Dichos porcentajes son considerados sólo a través de especies nectaríferas y, por tanto, deben eliminarse del espectro a todas aquellas formas polínicas que no aporten néctar a la miel. Como consecuencia de la ya comentada falta de legislación al respecto del porcentaje que una determinada forma polínica ha de poseer para considerar a una miel como monofloral de dicho tipo, Serra Bonhevi *et al.* (1987) concretan el 15% como valor adecuado para considerar una miel como monofloral de azahar, mientras que en otro trabajo del suroeste peninsular (Munuera & Carrión 1994) este porcentaje alcanza el 25%. En este caso, y debido a los recientes cultivos de cítricos estériles, que dan lugar a flores productoras de néctar pero no de polen, consideramos válido el porcentaje del 10% para delimitar la monofloralidad de estas muestras (Molins Marín *et al.* 1995). Por lo tanto, consideramos que desde el punto de vista polínico la marca comercial cumple con los criterios botánicos necesarios, ya que todas las muestras salvo A5 con un 9,6%, sobrepasan el mencionado porcentaje. La tipificación botánica de las mieles analizadas concuerda con los estudios realizados en el este de la Península Ibérica, con la presencia de los tipos polínicos *Echium plantagineum*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Plantago coronopus*, *Quercus coccifera* y *Salvia verbenaca*, junto a diversos representantes de las familias *Cruciferae*, *Cistaceae*, *Compositae*, *Leguminosae* o *Vitaceae*.

No obstante, hemos de significar la aparición de la familia *Rosaceae*, con los tipos *Crataegus monogyna* y *Prunus spinosa*, y del tipo *Campanula erinus*, importantes en las muestras apícolas de España y Portugal, como caracteres diferenciales más destacados con respecto a otras mieles de este origen floral. En todos los casos, podríamos certificar que las mieles de azahar tienen un origen enteramente español, tal y como se indica en la etiqueta del producto, pese a que en la muestra A4 hayamos detectado la presencia, poco relevante desde un punto de vista cuantitativo, de varios granos de polen adscritos al tipo

polínico *Stenandrium dulce*, propio de una especie herbácea distribuida por todo el continente americano. Dado que la mitad de la miel importada a la Unión Europea procedió de Argentina (Tercer Informe sobre la aplicación del Reglamento (CE) nº 797/2004), la miel nominada como A4 podría haber sido mezclada con una pequeña cantidad de alguna miel de néctar argentina que tuviera caracteres organolépticos similares a los que presentan las mieles de azahar de origen español.

Las mieles de eucalipto han sido muy estudiadas en numerosos trabajos y con diferentes umbrales de representatividad del tipo polínico *Myrtus communis*, ya que en algunos casos se establece en un 70% (Loveaux *et al.* 1978, Serra 1989, Sala-Llinares 1991) y en otros en un 90% (Maurizio 1979). En nuestro caso, y dado que la legislación argentina sí exige un porcentaje mayor al 70% para este tipo de mieles en (Resolución 1051/94 sobre tipificación de las mieles por el origen botánico), consideramos como válido un porcentaje de, al menos, el 80% del total de elementos botánicos procedentes de especies nectaríferas que nos permita diferenciar mieles peninsulares de eucalipto de las argentinas. Atendiendo a este criterio, sólo la mitad de las muestras serían consideradas como monoflorales, las correspondientes a los años 2002 y 2003, más la muestra de 2006. Respecto a la caracterización botánica, hemos de señalar la presencia de los tipos polínicos *Castanea sativa*, *Rubus ulmifolius*, *Quercus coccifera* y la familia de las ericáceas, ya que son formas polínicas que indican el origen peninsular de estas mieles (Seijo *et al.* 2003) con respecto a las procedentes de Australia. En este mismo sentido, la aparición de los tipos polínicos *Olea europaea*, *Hypecoum imberbe* y la familia de las cistáceas, nos permite descartar el origen argentino de las muestras (Sala-Llinares & Suárez-Cervera, 1985). Dentro de este tipo de mieles producidas en la Península Ibérica, la ausencia de las formas *Heracleum*, *Reseda* y *Scrophularia* en las mieles comerciales estudiadas (Seijo *et al.* 2003), así como la presencia de los tipos *Cistus ladanifer*, *Citrus sinensis*, *Hypecoum imberbe*, *Lavandula stoechas* y *Olea europaea* (Seijo *et al.*, 1999) nos indican que estas mieles no fueron producidas en Portugal y Galicia. Junto a estas formas polínicas, debe destacarse además la presencia del tipo *Campanula erinus* en todas las muestras y que podría indicarnos el lugar de origen de estas mieles, pues se trata de un tipo polínico muy habitual en mieles del centro-oeste español (Barrios Pérez & Sánchez Sánchez 2003), y del tipo *Enterolobium contortisiliquum* en la muestra E2, que indicaría, como en el caso de la muestra A4, que esta partida comercial podría estar constituida por una mezcla de mieles, entre las que se encontraría una miel de origen

sudamericano, preferentemente argentino, debido al volumen de exportaciones que posee este país. En todo caso, y salvo la particularidad ya comentada, todas las mieles presentaron tipos polínicos propios de la flora peninsular, delimitando así su origen geográfico.

La representatividad del tipo polínico *Salvia verbenaca*, que incluye a varias especies de labiadas, entre ellas el romero (*Rosmarinus officinalis* L.), ha sido objeto de estudio por parte de varios autores. Lavie (1976) considera suficiente un 10% para considerar una miel como monofloral de romero, mientras que otros autores (Serra Bonheví et al. 1987, Gómez Ferreras 1988) fijan entre el 15-20% de dominancia para determinar su monofloralidad, porcentaje que estimamos oportuno debido a la hiporrepresentación de este tipo en las mieles y a la ausencia de los fenómenos de esterilización forzada que señalamos en el caso de la miel de azahar. Este porcentaje es considerado sólo a través de especies nectaríferas y, por tanto,

debe eliminarse del espectro a todas las formas polínicas que incluyan especies que no aporten néctar a la miel. Así pues, todas las muestras analizadas, salvo R2, sobrepasan este umbral, por lo que desde el punto de vista botánico y palinológico, las mieles de romero puestas a la venta por la misma casa comercial, cumplen los criterios recomendados.

Además, estas mieles también cumplen los requerimientos geográficos por poseer un espectro con formas polínicas que engloban a especies propias de la Península Ibérica, y por la presencia de los tipos *Hypecoum imberbe*, *Prunus spinosa*, *Cistus ladanifer*, *Cytisus scoparius*, y *Mentha aquatica* señalados por otros autores ya referidos. No obstante, conviene reseñar la presencia de los tipos *Crataegus monogyna*, *Lavandula stoechas* y *Rubus ulmifolius*, como elementos claramente diferenciadores de las mieles estudiadas, junto con los géneros *Acer* y *Lilium*, con respecto a las analizadas en los trabajos referidos.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRIOS PÉREZ, J. & SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. 2003. Análisis polínico de mieles de "bosque" del centro-oeste español (Cáceres y Salamanca). *Polen* 13: 333-339.
- CARRETERO, J. L. 1989. *Análisis polínico de la miel*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- CORDÓN MARCOS, C. 2005. *Palinología y caracteres físico-químicos del polen apícola producido en España. Propuesta de parámetros objetivos de calidad*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, Salamanca.
- DE SÁ OTERO, P.; ARMESTO BAZTÁN, S. & DÍAZ LOSADA, E. 2006. A study of variation in the pollen spectra of honeys sampled from Baixa-Limia Serra do Xurés Nature Reserve in north-west of Spain. *Grana* 45: 137-145.
- DE SÁ OTERO, P.; DÍAZ LOSADA, E. & ARMESTO BAZTÁN, S. 2011. Caracterización de mieles de obtención artesanal y comerciales producidas en Galicia (NO de España) a partir de su espectro polínico y contenido proteico. *Bot. Complut.* 35: 131-140.
- ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk. Bot. Tidskr.* 54: 561-564.
- GÓMEZ FERRERAS, C. 1988. Análisis polínico de mieles de la provincia de Madrid (España). En: J. Civis Llovera & M. Valle Hernández (Eds.), *Actas del VI Simposio de Palinología, APLE*: 223-230. Universidad de Salamanca, Salamanca.
- HERRERA, J. 1985. Nectar secretion patterns in southern Spanish Mediterranean shrublands. *Israel J. Bot.* 34: 47-58.
- HEUSSER, C. J. 1971. *Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- HIDEUX, M. 1972. Techniques d'étude du pollen en MED: effets comparés des différents traitements physicochimiques. *Micron* 3: 1-31.
- JONES, G. D. & BRYANT, V. M. 1996. Melissopalynology. En: J. Jansonius & D. C. McGregor (Eds.), *Palynology: principles and applications*: 933-938. American Association of Statigraphic Palynologists Foundation, Texas.
- LAVIE, P. 1976. Les plantes mellifères. Le romarin: *Rosmarinus officinalis*. *L.B.T.A.* 1: 15-26.
- LOVEAUX, J. 1958. Recherches sur l'origine dans le miel du pollen de plantes entomophiles depourvues de nectaires. *Ann. Abeille* 1(2): 89-92.
- LOVEAUX, J.; MAURIZIO, A. & VORWHOL, G. 1978. Methods of melissopalynology. *Bee World* 59(4): 139-157.
- MARKGRAF, V. & D'ANTONI, H. L. 1978. *Pollen flora of Argentina. Modern spore and pollen types of Pteridophyta, Gymnospermae and Angiospermae*. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- MAURIZIO, A. 1939. Untersuchungen zur quantitativen pollenlyse des honing. *Mitt. Geb. Lebensmittelunters* 30: 27-69.
- MAURIZIO, A. 1979. Microscopy of honey. En: E. Crane (Ed.), *Honey. A comprehensive survey*: 240-257. Heinemann, London.
- MOLINS MARÍN, J. L.; PEREA LÓPEZ, F.; MONTILLA GÓMEZ, J.; MARTÍNEZ GÓMEZ, E. & GUERRA HERNÁNDEZ, E. 1995. Caractérisation du miel d'oranger (*Citrus* sp.) produit en Espagne, au moyen de son spectre pollinique. *Lagasalia* 18(1): 71-82.
- MUNUERA GINER, M. & CARRIÓN GARCÍA, J. S. 1994. Análisis polínico de mieles de azahar de la Vega del Segura (Alicante y Murcia). *Aliment.* 258: 37-42.
- ORTIZ, P. L. 1990. Contribución al conocimiento de la flora apícola gaditana. *Lagasalia* 16(2): 199-210.
- PÉREZ DE ZABALZA, A. I. 1989. *Estudio palinológico de mieles de Navarra*. Tesis Doctoral, Universidad de Navarra, Pamplona.

- SALA-LLINARES, A. 1991. Estudi palinològic de les mels de la mediterrània occidental. Comparació amb mels d'altres orígens. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- SALA-LLINARES, A. & SUÁREZ-CERVERA, M. 1985. Sobre la existencia de indicadores polínicos en mieles argentinas de importación. *Polen* 2: 361-368.
- SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J.; GÓMEZ BAREZ, J. A.; ESCRIBANO GONZÁLEZ, M. C. & GARCÍA-VILLANOVA RUIZ, R. J. 1996. Análisis de mieles comerciales de la provincia de Salamanca. *Bot. Macaronésica* 23: 167-175.
- SEIJO COELLO, M. C. & AIRA RODRÍGUEZ, M. J. 1999. Tipos polínicos de las mieles comercializadas de Galicia. *Acta Bot. Malac.* 24: 101-111.
- SEIJO, M. C.; AIRA, M. J. & MÉNDEZ, J. 2003. Palynological differences in the pollen content of *Eucalyptus* honey from Australia, Portugal and Spain. *Grana* 42: 183-190.
- SERRA, J. 1989. Características físico-químicas. Composición de la miel de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) producida en España. *An. Bromatol.* 41: 41-56.
- SERRA BONHEVÍ, J.; GÓMEZ PAJUELO, A. & GONELL, J. 1987. Composición, propiedades físico-químicas y espectro polínico de algunas mieles monoflorales de España. *Aliment.* 185: 61-84.
- TALAVERA, S.; HERRERA, J.; ARROYO, J.; ORTIZ, P. L. & DEVESA, J. A. 1988. Estudio de la flora apícola de Andalucía occidental. *Lagascalía* 15 (extra): 567-591.
- TERRAB, A.; ANDRÉS, C. & DíEZ, M. J. 2004a. Análisis polínico de mieles en el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche. *Bot. Complut.* 28: 121-126.
- TERRAB, A.; PONTES, A.; HEREDIA, F. J. & DíEZ, M. J. 2004b. Palynological and geographical characterization of avocado honeys in Spain. *Grana* 43: 116-121.
- VALDÉS, B.; DíEZ, M. J. & FERNÁNDEZ, I. 1987. *Atlas polínico de Andalucía occidental*. Instituto de Desarrollo Regional y Excma. Diputación de Cádiz, Sevilla.