

Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial

M.^a Pilar de Sá-Otero, Silvia Marcial-Bugarín, Sandra Armesto-Baztán & Emilia Díaz-Losada (*)

Resumen: Sá-Otero, M. P., Marcial-Bugarín, S., Armesto-Baztán, S. & Díaz-Losada, E. *Método de determinación del origen geográfico del polen apícola comercial. Lazaroa 23: 25-34 (2002).*

Cinco muestras de marcas de polen apícola, que son frecuentes en el comercio regional, han sido estudiadas y su composición polínica analizada mediante diferentes técnicas con el objetivo de conocer su origen geográfico. Se han usado tres métodos que pueden considerarse complementarios: los valores porcentuales del análisis de polen por microscopía óptica, el análisis colorimétrico y el estudio biométrico de las cargas de polen.

El análisis porcentual por microscopía óptica puso de manifiesto que dos de las muestras estudiadas poseen un alto porcentaje de *Cistus ladanifer*, *Quercus rotundifolia*, *Olea europaea* y bajos porcentajes de *T. Cytisus scoparius*; el resto de las muestras poseen una combinación formada mayoritariamente por *T. Raphanus raphanistrum*, *T. Cytisus scoparius*, *Rubus* y *Castanea sativa*. Estos resultados indican que estas primeras muestras no son de polen producido en Galicia.

Los resultados del análisis colorimétrico permiten establecer algunas diferencias entre el polen de Galicia y el polen de las muestras de otros orígenes, así *T. Raphanus raphanistrum* muestra un color naranja en el polen foráneo, a diferencia del color amarillo que presenta el polen de procedencia gallega.

Los resultados del estudio biométrico muestran diferencias entre el tamaño de las cargas de polen de *T. Raphanus raphanistrum* y *T. Senecio vulgaris* entre las distintas muestras.

Abstract: Sá-Otero, M. P., Marcial-Bugarín, S., Armesto-Baztán, S. & Díaz-Losada, E. *Determination method of geographical origin of commercial honeybee pollen. Lazaroa 23: 25-34 (2002).*

Five samples of honeybee pollen trademarks, which are sold frequently in the regional trade, were studied with the objective of knowing its geographical origin. For that purpose three methods that could be considered complementary, were used: the percentage values of pollen analysis, does by means of optical microscopy, the colour analysis and the biometric study of the loads.

The pollen analysis showed a high percentage of *Cistus ladanifer*, *Quercus rotundifolia*, *Olea europaea* and a low percentage of *T. Cytisus scoparius* in two of the samples while a high percentage of *T. Raphanus raphanistrum*, *T. Cytisus scoparius*, *Rubus* and *Castanea sativa* in the rest of samples. These results indicated that the pollen of the first two samples is not produced in Galicia.

The colour analysis allowed us to establish differences between the Galicia pollen and the pollen samples of others origins, but in some cases, like *T. Raphanus raphanistrum* the species shows different colour, orange in the foreign pollen and yellow in Galicia pollen, indicating that the species integrating the pollen type are not the same.

The results of the biometric study showed differences between the *T. Raphanus raphanistrum* and *T. Senecio vulgaris* loads size.

INTRODUCCIÓN

Las abejas recogen polen de los estambres de las plantas, lo humedecen con néctar o miel y forman acúmulos, que transportan a la colmena en la corbícula de sus patas posteriores. A este polen así formado se le conoce como polen apícola o polen corbicular y constituye el principal alimento proteico tanto para la cría como para la abeja adulta.

Hoy en día este producto está considerado como un complemento dietético en la alimentación humana, y a él también se le atribuyen importantes aplicaciones terapéuticas. Dichas propiedades están relacionadas con su composición química, íntimamente ligada al origen floral del mismo (SAÁ & al. 2000).

La abeja recoge polen de una gran cantidad de plantas de la misma especie hasta completar su car-

* Departamento de Biología Vexetal. Universidade de Vigo, Facultade de Ciencias, Campus de Ourense. 32004 Ourense. E-mail: bv4@uvigo.es; saa@uvigo.es

gas, confeccionando así pelotillas. La determinación del origen floral puede llevarse a cabo mediante el análisis microscópico de los granos de polen presentes en los acúmulos, o mediante la observación directa de las características físicas de los acúmulos polínicos (HIDALGO & BOOTELLO, 1990). El color, la forma y el tamaño de las cargas polínicas, dependen de la especie de procedencia y del tipo de néctar o miel utilizado en el proceso de recolección.

El conocimiento del origen floral del polen apícola, iniciado en Europa a mediados del siglo XX (LOUVEAUX, 1958), es un aspecto de interés en el mundo de la melisopalínología, que permite en ocasiones determinar falsificaciones en la comercialización de este producto.

En España los estudios en este campo se han intensificado en estos últimos años: GOZÁLVEZ (1983) estudió la composición botánica y las características físico-químicas del polen comercial español, mientras que GÓMEZ (1984) estudió el origen botánico del polen comercializado en España; SERRA & al. (1986a, b) realizaron tests organolépticos a pelotillas de polen y estudiaron la composición y características físico-químicas del polen. Otros estudios estuvieron encaminados a la determinación del origen floral de cargas de polen (HIDALGO & al., 1990). En Galicia, DÍAZ (1995), DÍAZ & al. (1996 a, b) estudiaron el origen botánico y las características físico-químicas del polen producido en colmenares gallegos, abordando también otros campos de investigación, como el estudio de la utilización selectiva de la flora local por *Apis mellifera* (DÍAZ & al., 1995), o bien, realizando estudios melisopalínológicos en Galicia (DÍAZ & al., 1997a). También se ha estudiado la flora de interés apístico en el noroeste de la Península Ibérica (DÍAZ & al., 1997 b) o se han comparado los orígenes florales del polen de dos regiones distintas como son el noroeste de la Península Ibérica y el producido en la región italiana de Umbría (DÍAZ & al., 1998 a). Finalmente, SAA & al (2000) realizaron un análisis comparativo del contenido en extracto etéreo, ácidos grasos, azúcares y proteínas de polen de las plantas mayoritariamente seleccionadas por las abejas en la región gallega. Estos estudios están justificados por tratarse de un artículo de exportación apreciado en otros países.

Los estudios llevados a cabo sobre el polen comercializado, procedente de la región levantina y de la meseta central española, nos han permitido

establecer el origen floral de este polen. De modo general, está mayoritariamente formado por polen de Cistáceas, principalmente del género *Cistus*; Boragináceas, del género *Echium*; Asteráceas y Fagáceas, del género *Quercus*. Otras unidades sistemáticas importantes son el género *Eucalyptus* y, en ocasiones, también se observa la presencia de polen de Fabáceas del T. *Cytisus* (HIDALGO & BOOTELLO, 1990; MUNIATEGUI, 1989; ORTIZ, 1988; ORTIZ, 1990a; ORTIZ, 1990b; ORTIZ & FERNÁNDEZ, 1992; ORTIZ, 1994; SERRA & al., 1986b; SERRA & ESCOLA, 1997).

Los primeros datos de polen no comercial, sino obtenido directamente de las colmenas, son los aportados por DÍAZ (1995) para el NW de España. Se caracteriza por una marcada abundancia del polen de *T. Cytisus scoparius*, en las zonas del interior, y de *Eucalyptus*, en la zona costera. Estos táxones van acompañados de cantidades relativamente importantes de polen de *T. Raphanus raphanistrum*, *T. Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Rubus*, *T. Echium vulgare* y Ericáceas (DÍAZ, 1995; DÍAZ & al., 1995; DÍAZ & al., 1996a y b; DÍAZ & al., 1997a y b; DÍAZ & al., 1998a y b; DE SÁ & al., 2001)

El presente estudio se ha planteado en el sentido de que, dado que hoy abundan en el mercado regional marcas de polen apícola, para consumo humano, nos ha parecido de interés:

1. Conocer el origen floral de este polen así comercializado, a través del análisis microscópico del polen apícola acetolizado.
2. Confirmar la procedencia geográfica del polen comercializado como «polen de Galicia», utilizando como métodos la identificación microscópica, el color de las pelotillas y el tamaño de los acúmulos de polen corbicular comercializado.
3. Contribuir al conocimiento de plantas de interés polínifero en Galicia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado 5 muestras de polen apícola, de venta frecuente en los establecimientos locales de la provincia de Ourense. De ellas, las muestras M1 (código comercial 8414260175057, lote n.º 210, fecha de caducidad 12/1999), M2 (código comercial 8424623100060, lote 35, caducidad agosto 2000) y M3 (R.F.I.A. 3242132. N.R.S. 23-014 35-OR, lote 811), se han obtenido de tiendas de dietética y su-

permercados locales, y las otras dos, M4 y M5, corresponden a polen apícola de adquisición particular a apicultores de Sierra de Leboeiro y Celanova respectivamente.

Para el análisis se han utilizado métodos complementarios en cada una de las muestras:

A) Análisis polínico, cualitativo y cuantitativo, a microscopía óptica, sobre polen acetolizado, para la determinación de su origen floral y geográfico.

B) Separación colorimétrica y comprobación de identidad del taxon, a microscopía óptica.

C) Tamaño de las cargas de polen de los táxones más representativos de origen gallego (DE SÁ & al., 2001).

Se parte de muestras homogeneizadas de 250 gramos de polen; se sustrae de cada muestra una toma de 1 gramo, que es sometida, para su análisis cualitativo y cuantitativo, a acetolisis según el método propuesto por ERDTMAN (1960).

De cada muestra se confeccionan 4 preparaciones, para su análisis a microscopía óptica. En cada una se cuentan 300 granos de polen, siguiendo la metodología propuesta por LOUVEAUX & al. (1978) para el cálculo de porcentajes relativos en el análisis polínico de mieles, obteniéndose un total de 1200 granos identificados para cada una de las muestras. La identificación y conteo se hacen a microscopio óptico a 400 y 1000 aumentos.

La identificación de los granos de polen se realizó mediante claves de identificación clásicas en melisopalínología (VALDÉS & al., 1987; MOORE & WEBB & al., 1991; RAMIL & al., 1992; SÁ & al., 1996), y la utilización de la palinoteca de referencia existente en el laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias.

La identificación se ha realizado, según los casos, a nivel de especie, género o de «tipo polínico» (se indica con T.) que incluye varias especies del mismo género o géneros próximos que presentan las mismas características polínicas.

Las unidades sistemáticas identificadas se han clasificado, en virtud del porcentaje que alcanzan, en categorías propuestas por LOUVEAUX & al. (1978) para los análisis de mieles: polen dominante (D), si está presente en más del 45%; polen de acompañamiento (A), entre 15-45%; polen aislado importante (I) entre 3-15%; polen aislado raro (R); entre 1-3%; polen presente (P): presente en menos del 1%.

El análisis colorimétrico se lleva a cabo sobre una fracción de 10 gramos de polen, para cada una de las muestras analizadas. Siguiendo el método propuesto por HIDALGO & BOOTELLO (1990), en primer lugar, se realiza la separación colorimétrica, que se ha efectuado utilizando luz blanca y colocando las cargas polínicas sobre un fondo negro, que es el que ofrece un mayor contraste.

Una vez separados los acumulos, se hace una identificación microscópica de cada una de las tonalidades observadas, y se contrasta microscópicamente la homogeneidad de las pelotillas polínicas. Para ello, se toma, de cada una de las tonalidades, entre 25 y 100 pelotillas de polen y, en el caso de que una tonalidad estuviese representada en un número menor de cargas, se analiza en su totalidad. Se procede de modo que, con la ayuda de una aguja enmangada, se pincha cada una de las veinticinco primeras pelotillas. El polen que queda adherido se deposita sobre una gota de glicerogelatina en un portaobjetos. La observación se hace sobre polen al natural en un microscopio Nikon SKT. Se comprueba si todas las pelotillas corresponden al mismo tipo polínico, o si, por el contrario, existe diversidad. En este caso, se pasa a analizar otras veinticinco cargas y así sucesivamente, hasta que se observa homogeneidad. Una vez separadas por su color, a cada tonalidad se le atribuye el código correspondiente de una guía internacional de colores, que en este caso ha sido la Guía Universal de color PANTONE 747XR (1989).

Si existen problemas en la identificación de los granos de polen al natural, se procede a su acetolisis, proceso que se ha realizado en la mayoría de los casos, llevando a cabo la acetolización según el método de AVETISSIAN (1950).

En ellas se indica el valor máximo, mínimo y medio (X_m) del tamaño de las cargas de polen para cada uno de los taxones estudiados. La X_m corresponde al valor medio de, al menos, veinticinco medidas diferentes.

Siguiendo el método propuesto por HIDALGO & BOOTELLO (1990), a partir de los grupos de color y taxon, obtenidos en el análisis colorimétrico, se llevó a cabo la determinación del tamaño de las cargas de polen. Para ello, se midieron 25 pelotillas de cada uno de los taxones, con la ayuda de una cámara clara, considerándose en todo caso el eje mayor. Se calcula la media (X_m) de las veinticinco medidas diferentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis polínico cuantitativo/cualitativo de las muestras de polen apícola (M1, M2, M3, M4 y M5) se muestran en la Tabla 1. En ella se indican los táxones identificados y el porcentaje relativo para cada uno de ellos.

Para cada una de las muestras analizadas, la composición de cada una de las categorías de LOUVEAUX & al. (1978) se relacionan en la Tabla 2.

En total se han identificado 34 tipos polínicos diferentes. La muestra M1 es la que presenta mayor diversidad floral, con 20 tipos polínicos y la M2 la de menor variabilidad, con 14 tipos polínicos.

De la consideración de los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo parece deducirse la exis-

tencia de dos grupos bien definidos de muestras polínicas: por un lado, las muestras M1 y M2; y, por otro, las muestras M3, M4 y M5.

En las muestras M1 y M2 (Figura 1) el importante porcentaje alcanzado por el polen de *Cistus ladanifer*, *Quercus rotundifolia* y, en el caso de M1, *Olea europaea*, hace pensar que ambas muestras no se corresponden con polen de origen regional gallego. Por el contrario, muestran una composición más cercana al producido en otras localidades peninsulares en el que las proporciones relativamente elevadas en polen de Cistáceas, fundamentalmente de *Cistus ladanifer*, conjuntamente con polen de Boragináceas del T. *Echium vulgare*, son habituales (GÓMEZ, 1983; GÓMEZ, 1984; SERRA & al., 1986b; MUNIATEGUI, 1989; HIDALGO & BOOTELLO, 1990;

Tabla 1
Contenido porcentual de los taxones identificados en las diferentes muestras analizadas

Tipo polínico	M1	M2	M3	M4	M5
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	—	1,91	0,79	—	—
T. <i>Anthemis arvensis</i>	3,32	0,16	—	—	—
<i>Anthyllis hamosa</i>	—	—	0,47	0,32	—
Apiaceae	—	—	—	8,85	0,31
<i>Castanea sativa</i>	—	—	0,16	2,37	33,69
<i>Cistus ladanifer</i>	13,95	35,83	—	—	—
<i>Cistus psilosepalus</i>	—	—	5,5	2,37	—
T. <i>Crepis capillaris</i>	0,33	0,64	—	—	—
T. <i>Cytisus scoparius</i>	2,49	0,64	15,88	3,95	30,42
T. <i>Echium vulgare</i>	53,82	43,31	0,47	35,07	0,16
<i>Erica cinerea</i>	0,33	2,39	—	—	—
<i>Erica umbellata</i>	—	—	—	0,16	0,31
<i>Eucalyptus</i>	0,83	—	—	—	0,31
<i>Helianthemum nummularium</i>	—	2,07	0,16	—	—
T. <i>Jasione montana</i>	4,32	0,32	6,92	0,36	0,16
<i>Lithodora prostrata</i>	—	—	—	—	0,31
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	5,82	3,96	12,32
T. <i>Mentha aquatica</i>	0,17	—	—	—	—
<i>Olea europaea</i>	3,16	—	—	—	—
T. <i>Plantago lanceolata</i>	1,33	0,32	0,63	—	0,31
Poaceae	0,17	0,32	—	0,70	—
<i>Quercus robur</i>	—	—	3,93	1,26	1,09
<i>Quercus rotundifolia</i>	6,48	8,76	—	—	—
T. <i>Raphanus raphanistrum</i>	2,82	2,39	31,92	0,47	—
T. <i>Reseda media</i>	2,16	—	—	—	—
<i>Rubus</i>	2,66	—	12,58	36,65	20,28
T. <i>Salix fragilis</i>	0,17	0,16	—	—	—
<i>Sanguisorba minor</i>	—	—	—	2,37	—
T. <i>Sedum album</i>	0,33	—	—	—	—
T. <i>Senecio vulgaris</i>	—	—	1,57	0,16	—
T. <i>Spergularia rubra</i>	0,33	—	0,63	0,47	0,16
T. <i>Trifolium repens</i>	0,83	—	12,58	—	—
T. <i>Viola riviniana</i>	—	—	—	—	0,47
<i>Zea Mays</i>	—	—	—	—	0,16

Tabla 2
Composición de las muestras para mieles, según LOUVEAUX & al. (1978).

Categorías	M1	M2	M3	M4	M5
Polen dominante					
Polen de acompañamiento	T. <i>Echium vulgare</i>	<i>Cistus ladanifer</i> T. <i>Echium vulgare</i>	T. <i>Cytisus scoparius</i> T. <i>Raphanus raphanistrum</i>	T. <i>Echium vulgare</i> <i>Rubus</i>	<i>Castanea sativa</i> T. <i>Cytisus scoparius</i> <i>Rubus</i>
Polen aislado importante	T. <i>Anthemis arvensis</i> <i>Cistus ladanifer</i> T. <i>Jasione montana</i> <i>Olea europaea</i> <i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Cistus psilosepalus</i> <i>Lotus corniculatus</i> T. <i>Jasione montana</i> T. <i>Quercus robur</i> <i>Rubus</i> T. <i>Trifolium repens</i>	<i>Apiaceae</i> T. <i>Cytisus scoparius</i> <i>Lotus corniculatus</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Polen aislado raro	T. <i>Cytisus scoparius</i> T. <i>Plantago lanceolata</i> T. <i>Raphanus raphanistrum</i> T. <i>Reseda media</i> <i>Rubus</i>	<i>Anarrhinum bellidifolium</i> <i>Erica cinerea</i> <i>Helianthemum nummularium</i> T. <i>Raphanus raphanistrum</i>	T. <i>Senecio vulgaris</i>	<i>Castanea sativa</i> <i>Cistus psilosepalus</i> T. <i>Quercus robur</i> <i>Sanguisorba minor</i>	T. <i>Quercus robur</i>
Polen presente	<i>Erica cinerea</i> <i>Eucalyptus</i> T. <i>Crepis capillaris</i> T. <i>Mentha aquatica</i> <i>Poaceae</i> T. <i>Sedum album</i> T. <i>Spergularia rubra</i> T. <i>Salix fragilis</i> T. <i>Trifolium repens</i>	T. <i>Anthemis arvensis</i> T. <i>Crepis capillaris</i> T. <i>Cytisus scoparius</i> T. <i>Jasione montana</i> T. <i>Plantago lanceolata</i> <i>Poaceae</i> T. <i>Salix fragilis</i>	<i>Anarrhinum bellidifolium</i> <i>Anthyllis hamosa</i> <i>Castanea sativa</i> T. <i>Echium vulgare</i> <i>Helianthemum nummularium</i> T. <i>Plantago lanceolata</i> T. <i>Spergularia rubra</i>	<i>Anthyllis hamosa</i> <i>Erica umbellata</i> T. <i>Jasione montana</i> <i>Poaceae</i> T. <i>Raphanus raphanistrum</i> T. <i>Senecio vulgaris</i> T. <i>Spergularia rubra</i>	<i>Apiaceae</i> T. <i>Echium vulgare</i> <i>Erica umbellata</i> <i>Eucalyptus</i> T. <i>Jasione montana</i> T. <i>Plantago lanceolata</i> <i>Lithodora prostrata</i> T. <i>Spergularia rubra</i> T. <i>Viola riviniana</i> <i>Zea mays</i>

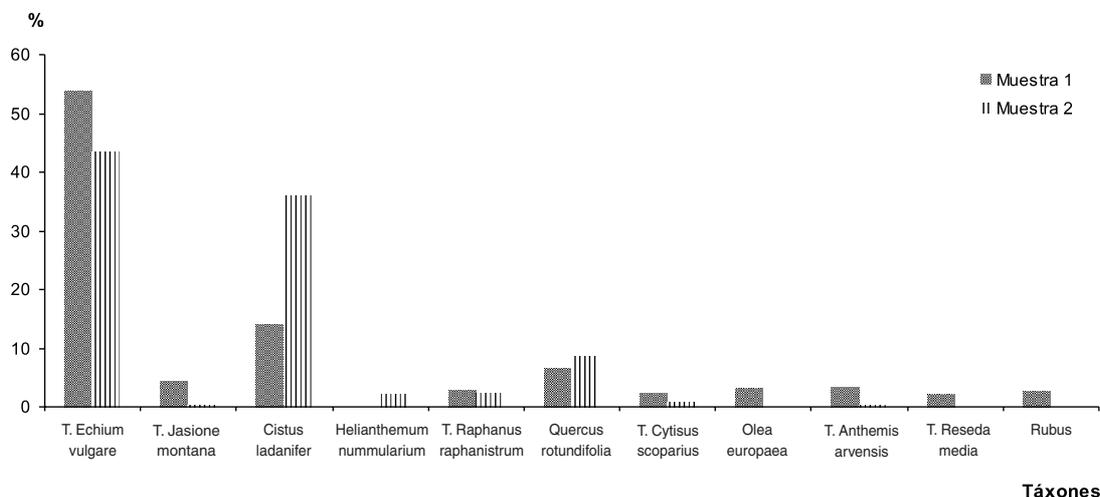


Figura 1.—Representación gráfica del porcentaje alcanzado por los tipos polínicos que en las muestras analizadas M1 y M2, que representan más del 1% del total.

ORTIZ, 1988, 1990a y b, 1994; ORTIZ & al., 1990; ORTIZ & FERNÁNDEZ, 1992).

Las tres unidades sistemáticas anteriormente mencionadas para las muestras M1 y M2 son muy escasas en la vegetación silvestre de la región gallega, estando reducida su presencia en la flora gallega solamente al sector Orensano-Sanabriense, de la región biogeográfica mediterránea. Aún así, en los análisis polínicos de polen corbicular, obtenido de colmenares ubicados en dicho sector biogeográfico gallego, el polen de estas especies no forma parte del espectro polínico del polen corbicular allí obtenido, no se han detectado nunca, ni siquiera en la categoría de polen presente (DÍAZ & al., 1998a). Por otra parte, la presencia de *Salix* y *Mentha* tampoco es muy frecuente en las muestras de polen corbicular de origen gallego (DE SÁ & al., 2001). Existen importantes diferencias en la composición porcentual de ambas muestras: en M2 no hay ninguna unidad sistemática que alcance la categoría de polen dominante; en M1 los tipos polínicos *Jasione montana* (4,32%), *Anthemis arvensis* (3,32%) y la especie *Olea europaea* (3,16%) muestran valores correspondientes a la categoría de polen aislado importante, mientras que en M2 entran en la categoría de polen presente. En esta última muestra aparece también polen de *Erica cinerea* L. (2,39%) que en la muestra anterior es polen presente. En M1, además de las plantas comunes con M2, aparece *Spergularia rubra*, *Mentha aquatica*, *Trifolium repens*, *Sedum album*, *Eucalyptus*, *Olea europaea*, *Re-*

seda media, *Rubus* y *Salix*. En M2 las plantas distintas respecto a M1 son *Anarrhinum bellidifolium* y *Helianthemum nummularium*.

En lo que se refiere a las muestras M3, M4 y M5 (Figura 2), la relación porcentual y la relación de tipos polínicos es concordante con los datos obtenidos en muestras de polen apícola procedente de colmenares gallegos (DÍAZ 1995; DÍAZ & al. 1995, 1996a y b, 1997b, 1998a y b). No obstante, aún cuando la composición floral es la esperada por su origen geográfico, la composición de las tres muestras es distinta entre sí: la muestra M5 parece proceder de un lugar donde la vegetación arbórea es importante, ya que *Castanea sativa* Miller alcanza un porcentaje de casi el 34% y *T. Quercus robur* se presenta dentro de la categoría de polen aislado raro. No hay ninguna unidad sistemática con categoría de polen dominante. Al parecer M4 procede de un área con abundante terreno baldío, pues *Rubus* y *Echium vulgare* L. alcanzan porcentajes en torno al 35%. En esta muestra tampoco existe ninguna unidad sistemática con categoría de dominante. La muestra M3, para la que tampoco existe ninguna especie en la categoría de polen dominante, parece proceder de colmenares próximos a terrenos de cultivo, como lo indican los altos porcentajes de *T. Raphanus raphanistrum* y *T. Trifolium repens*, probablemente procedentes del área mediterránea de Galicia, ya que la presencia de *Anarrhinum bellidifolium* y *Cistus psilosepalus* podría ser indicativo de tal origen. En M3 aparecen como plantas dife-

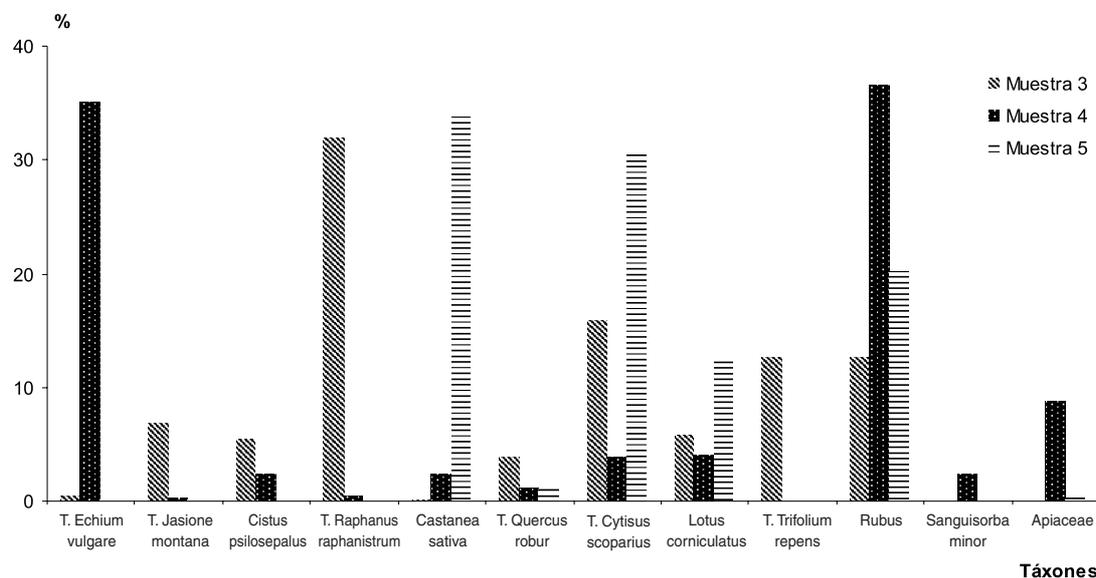


Figura 2.—Representación gráfica del porcentaje alcanzado por los tipos polínicos en las muestras analizadas M3, M4 y M5, que representan más del 1% del total.

rentes con respecto a M4 y M5 *Helianthemum nummularium* y *T. Trifolium repens*; lleva en común con M4 *T. Raphanus raphanistrum*, *T. Senecio vulgaris*, *Cistus psilosepalus* y *Anthyllis hamosa*. Lleva en común con M5 *T. Plantago lanceolata*. M4 lleva de diferencia con M3 y M5 *Poaceae* y *Sanguisorba minor*, y lleva en común con M5 *Apiaceae*. M5 lleva como diferencia con M3 y M4 *Lithodora prostrata*, *Zea mays*, *Eucalyptus* y *T. Viola riviniana*, además de no llevar *T. Raphanus raphanistrum* que está en M3 y M4.

Se muestran en la Tabla 3 los resultados del análisis colorimétrico, para el polen corbicular de las muestras estudiadas M1, M2, M3; puesto que en los demás casos no ha sido posible, por deficiencias en el secado de las muestras. Se indica el código de color que ha correspondido a cada uno de los tipos polínicos estudiados, según la Guía Universal de Color PANTONE 747XR (1989).

La mayoría de las tonalidades de las cargas de polen se enmarcan en la escala del amarillo-naranja al naranja y en la escala del naranja al naranja-tostado, tal como cabría esperar para el polen apícola español (COBO, 1980; GÓMEZ, 1984; DÍAZ & al., 1998a; HIDALGO & BOOTELLO, 1990).

Se han observado, así mismo, alguna diferencia entre las tonalidades observadas en cargas de polen de *T. Raphanus raphanistrum*, *Helianthemum nummularium* y *T. Jasione montana*. Las cargas de polen

de *Helianthemum nummularium* se caracterizan por la tonalidad 131u naranja-tostado, 143c amarillo-naranja, en el polen procedente de la muestra M1; las tonalidades amarillo-naranja 114c y 138c en la muestra M2; y por las tonalidades amarillo-naranja 145c en la muestra M3. Los códigos de color de *T. Jasione montana* son para la muestra M1 y M2 la tonalidad violeta 4995c y para la muestra M3 las tonalidades violetas 478u y 492u. A las cargas de polen de *T. Raphanus raphanistrum* se le han asignado los siguientes códigos de color: 142u correspondiente a tonalidad amarillo-naranja, y 146u, correspondiente a tonalidad naranja-tostada, para la muestra M3 y la tonalidad naranja-tostada 153c para las muestras M1 y M2. Las cargas de *Cytisus scoparius* se caracterizan por la tonalidad 142c, en el polen procedente de la muestra M1, la 131u y 146c en la M2 y la 131u, 146c y 462c en M3. La tonalidad 142c aparece únicamente en M1 y la 462c en M3.

Estas diferencias de color entre los *T. Jasione montana* y *T. Raphanus raphanistrum* de las muestras M1 o M2 respecto a M3, pueden ser debidas a que de las especies que integran el tipo polínico no son las mismas en Galicia o Andalucía y Extremadura (VALDÉS & al., 1987; SAA & al., 1996).

Los táxones *Olea europaea* y *Quercus rotundifolia* están presentes solo en las muestras M1 y M2. En *Quercus rotundifolia* se observaron tonalidades naranja-tostado correspondientes a los códigos 131c

Tabla 3
Análisis colorimétrico de las muestras M1, M2 y M3. Se indica el código de color según la Guía universal de color PANTONE 747XR (1989)

Taxones	M1	M2	M3
<i>Anarrhinum bellidifolium</i>	—	—	131u, 1395c
T. <i>Anthemis arvensis</i>	—	4705c	1385c
Apiaceae	—	154c	—
<i>Cistus ladanifer</i>	123c, 124u	145c, 1615c	—
<i>Cistus psilosepalus</i>	—	—	1385c, 142u, 465c
T. <i>Crepis capillaris</i>	1385c, 153c	159c	1385c, 139c
T. <i>Cytisus scoparius</i>	142c	131u, 146c	131u, 146c, 462c
T. <i>Echium vulgare</i>	5185u	505c	505c, 518u
<i>Erica cinerea</i>	141c, 156c	141c, 4645c	—
<i>Helianthemum nummularium</i>	131u, 143c	114c, 138c	145c
T. <i>Jasione montana</i>	4995c	4995c	478u, 492u
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	129c
<i>Olea europaea</i>	116c, 138c	—	—
T. <i>Plantago lanceolata</i>	—	—	131c, 465c
Poaceae	145c	—	—
T. <i>Quercus robur</i>	—	—	128u
<i>Quercus rotundifolia</i>	131c, 124u	128u	—
T. <i>Raphanus raphanistrum</i>	153c	153c	142u, 146u
T. <i>Reseda media</i>	145c, 1395c	145c	—
<i>Rubus</i>	—	5845u	5845u
T. <i>Senecio vulgaris</i>	1385u	—	1385u, 153u
T. <i>Trifolium repens</i>	132c, 1385c, 146c	—	146c

y 124u, y para *Olea europaea* las tonalidades amarillo-naranja 116c y 138c. La tonalidad 131c presente en *Quercus rotundifolia*, es coincidente con la tonalidad observada para *Plantago lanceolata* en la colmena 131c. La tonalidad 124u también observada en *Quercus rotundifolia* es coincidente con la observada en T. *Raphanus raphanistrum* en la muestra M3. La tonalidad 138c presente en *Olea europaea* es coincidente con la observada en el polen de *Helianthemum nummularium* en la colmena M2.

Los resultados de la determinación del tamaño de las cargas de polen se muestran en la Tabla 4.

El tamaño de las cargas de polen varía entre 2,09 mm de T. *Senecio vulgaris* y 3,36 mm de T. *Quercus robur*, para el polen de M3; entre 3,09 mm de T. *Cytisus scoparius* y 2,64 de T. *Raphanus raphanistrum* para la muestra M2; y entre 2,27 mm de T. *Reseda media* y 3,36 mm de *Helianthemum nummularium* en la muestra M1.

Se observan diferencias, entre el valor medio de las cargas de polen de algunos táxones de las tres muestras estudiadas, en lo que se refiere, por ejemplo, al tamaño de T. *Raphanus raphanistrum*, ya que en la muestra M3 mide 3,36 mm y en la muestra M2 es de 2,64 mm y en la M1 de 2,60 mm. También el

T. *Senecio vulgaris* muestra diferencias, 2,09 mm en M3 y 3,27 mm en M1.

El estudio comparativo de los tamaños encontrados para las cargas polínicas de los distintos taxones identificados en este trabajo y los obtenidos para los mismos taxones por HIDALGO & BOOTELLO (1990) muestra que el polen de *Cistus ladanifer*, presenta tamaños inferiores en el estudio aquí realizado (ofrece valores de 4 mm para *Cistus ladanifer*. El tamaño medio de las cargas de polen de T. *Cytisus scoparius* correspondientes a las muestras M3, M1 y M2 son superiores a los citados por dichos autores (T. *Cytisus scoparius* 2.7 mm). Los valores de T. *Senecio vulgaris*, presentes en el polen gallego, coinciden con los observados por HIDALGO & BOOTELLO (1990), mientras que en el polen foráneo aquí estudiado se observan tamaños superiores. T. *Echium vulgare* presenta tamaño similar al citado por dichos autores.

CONCLUSIONES

El análisis microscópico cualitativo y cuantitativo porcentual del polen apícola es un método

Tabla 4
Análisis de tamaño de las cargas de polen en milímetros. Se indica el valor medio (Xm), mínimo y máximo (mín.-máx.).

Taxones	M1 Xm (mín.-máx.)	M2 Xm (mín.-máx.)	M3 Xm (mín.-máx.)
T. <i>Anthemis arvensis</i>	—	2,73	—
<i>Apiaceae</i>	—	2,36	—
<i>Cistus ladanifer</i>	3,00	3,03	—
<i>Cistus psilosepalus</i>	—	—	3,02
T. <i>Crepis capillaris</i>	2,60	2,53	2,59
T. <i>Cytisus scoparius</i>	2,89	3,09	2,88
T. <i>Echium vulgare</i>	3,02	2,73	2,65
<i>Erica cinerea</i>	3,07	2,71	—
<i>Helianthemum nummularium</i>	3,36	3,07	3,30
T. <i>Jasione montana</i>	2,91	3,20	3,09
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	2,22
<i>Olea europaea</i>	2,91	—	—
T. <i>Plantago lanceolata</i>	—	—	2,60
<i>Poaceae</i>	2,64	—	—
T. <i>Quercus robur</i>	—	—	3,36
<i>Quercus rotundifolia</i>	2,67	3,27	—
T. <i>Raphanus raphanistrum</i>	2,60	2,64	3,36
T. <i>Reseda media</i>	2,27	3,27	—
<i>Rubus</i>	—	2,90	2,96
T. <i>Senecio vulgaris</i>	3,27	—	2,09
T. <i>Trifolium repens</i>	3,29	—	3,16

eficaz de determinación de posibles fraudes en relación con la procedencia geográfica del producto.

Se aprecia una diferencia clara en la composición porcentual y cualitativa del polen corbicular de las muestras comerciales aquí estudiadas: las muestras M1 y M2 son muy diferentes de las otras, de modo que por el elevado porcentaje de *Cistus ladanifer*, *Quercus rotundifolia* y *Olea europaea* en la muestra M1, puede decirse que no es polen producido en Galicia, o que al menos se puede tratar de una mezcla de polen procedente de otros lugares de la península y polen gallego. El hecho de que *T. Echium vulgare* en la muestra M1 tenga una coloración en la gama del violeta (5185), nunca citada

para el polen gallego (DÍAZ & al., 1998), abunda en esta hipótesis.

Las muestras M3, M4 y M5, aún mostrando diversidad en su composición porcentual, puede decirse que son de polen producido en la región.

A pesar de haber encontrado diferencias en las tonalidades de color de las cargas de polen de *Helianthemum nummularium*, *T. Jasione montana*, *T. Raphanus raphanistrum*, y en el tamaño de las pelotillas de *Raphanus raphanistrum*, *Senecio vulgaris* en las muestras que se han podido analizar, la parcialidad de los resultados no permiten determinar si el método colorimétrico y el biométrico son adecuados para la determinación del origen geográfico del polen apícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Avetissian, E. M. —1950— Método simplificado de preparación de polen por acetólisis — Bot. Zum. 35-38.
- Cobo, A. —1984— El polen: problemática y perspectivas — Campo: Bol. inform. agraria 93: 69-77.
- De Sá, M. P., Díaz, E. & González, A.V. —2001— Relación categorizada de especies de la flora gallega (N.O. de España) que *Apis mellifera* L. utiliza como fuente de polen — Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.) 96(3-4): 81-89.
- Díaz, E. —1995— Aportación al conocimiento del origen botánico y características físico — químicas del polen apícola en Galicia — Mem. Doc. (ined.) F. Ciencias. Univ. Vigo.
- Díaz, E., González, A., Fernández, E. & Saá, M. P. —1995— Contribución al estudio de la utilización selectiva por *Apis mellifera* L. de la flora local en un colmenar del NW de la Península Ibérica (Galicia) — Acta Bot. Malacitana, Málaga 20: 115-122.

- Díaz, E., Fernández, E., Álvarez, C. & Saá, M. P. —1996a— Aportación al conocimiento del origen floral y composición química del polen apícola de Galicia, España — *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)* 92 (1-4): 195-202.
- Díaz, E., González, A. V. & Saá, M. P. —1996b— Botanical nature of apicultural pollen in northwest Spain. — *Bee Sci.* 4 (1): 14-20.
- Díaz, E., González, A. V. & Saá, M. P. —1997a— Estudio melitopalínológico en Galicia (NW de España) — *Orsis* 12: 27-38.
- Díaz, E., González, A. V. & Saá, M. P. —1997b— Contribución al conocimiento de la flora de interés apístico en el NW de la Península Ibérica (España) — *N.A.C.C. (Biología)* 7: 75-87.
- Díaz, E., Ricciardelli, G. & Saá, M. P. —1998a— The possible use of honeybee pollen loads in characterising vegetation — *Grana* 37: 155-163.
- Díaz, E., González, A. V. & Saá, M. P. —1998 b— Étude de la couleur du pollen apicole recuile par *Apis mellifera* L. en Espagne du nord-ouest. (Galice) — *Acta Bot. Gallica* 145(1): 39-48.
- Erdtman, G. —1960— The acetolysis method — *Svensk. Bot. Tidskr.* 54: 561-564.
- Gómez, C. —1984— Origen botánico del polen comercializado en España — *Actas II Cong. Nac. Apic.* 5 (Gijón): 70-93.
- González, F. —1983— El polen apícola español. Composición botánica y características físico-químicas — *Mem. Doc. (inéd.)*. Univ. Valencia.
- Hidalgo, M. I. & Bootello, M. L. —1990— About some physical characteristics of the pollen loads collected by *Apis mellifera* L. — *Apicultura* 6: 179-191.
- Hidalgo, M. I., Bootello, M. L. & Pacheco, J. —1990— Origen floral de las cargas de polen recogidas por *Apis mellifera* L. en Alora (Málaga) — *Acta Bot. Malacitana* 15: 33-44.
- Louveaux, J. —1958— Recherches sur la récolte du pollen par les abeilles (*Apis mellifera* L.) — *Mem. Doc. (inéd.)*. Univ. París (Francia).
- Louveaux, J., Maurizio, A. & Vorwold, G. —1978— Methods of Melissopalynology — *Bee World* 59(4): 139-157.
- Moore, P. D. & Webb, J. A. —1991— *An Illustrated Guide to Pollen Analysis* — Hodder and Stoughton, London, 133 pp.
- Muniategui, S. —1989— Color, origen botánico y composición química del polen apícola — *Mem. Doc. (inéd.)*. Universidad de Santiago.
- Ortiz, P. L. —1988— Estudio melitopalínológico en el Andévalo. (Huelva) — *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 4: 64-72.
- Ortiz, P. L. —1990— Aportación melitopalínológica al conocimiento de la flora apícola del Norte de Córdoba — *Lagascalia* 15 (2): 165-177.
- Ortiz, P. L. —1990a— Contribución al conocimiento de la flora apícola gaditana — *Lagascalia* 16 (2): 199-210.
- Ortiz, P. L. —1994— The Cistaceae as food resources for honey bees in SW Spain — *J. Api. Res.* 33 (3): 136-144.
- Ortiz, P. L. & Fernández, I. —1992— Estudio microscópico de miel y polen apícola de la provincia de Sevilla — *Acta Bot. Malacitana, Málaga* 17: 183-193.
- Ramil, P., Aira, M. J. & Saá, M. P. —1992— Clave polínica de las ericáceas gallegas — *Lazaroa* 13: 33-40.
- Saá, M. P., Díaz, E., Fernández, E. —2000— Analysis of fatty acids, proteins and ethereal extract in honeybee pollen — *Grana* 39:175-181.
- Saá, M. P., Suárez, M. & Gracia, V. R. —1996— Atlas de polen de Galicia — *Diput. Orense.* 358 pp.
- Serra, J., Gómez, A. & Gonell, J. —1986a— Test organolépticos de las pelotas de polen — *Apiacta* 1 (1): 15-20.
- Serra, J., Gonell, J. & Gómez, A. —1986b— Estudio de la composición y características físico-químicas del polen de abejas — *Alimentaria* 3 (176): 63-67.
- Serra, J. & Escolà, R. —1997— Nutrient Composition and Microbiological Quality — *J. Agric. Food Chem.* 45: 725-732.
- Valdés, B., Díez, M. J. & Fernández, I. —1987— Atlas polínico de Andalucía occidental — *Inst. Des. Reg. n.º 43*, Univ. Sevilla, Diput. de Cádiz. Sevilla. 450 pp.