

## Claves para la determinación de los pólenes de las principales especies melíferas de la Península Ibérica

Jordina Belmonte, Ramon Pérez-Obiol y Joan M. Roure

Departament de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra (Barcelona).

**Key words:** honey, identification keys, melysopalinoology, pollen, Spain.

**Abstract.** *Keys to pollen identification of the main melliferous species from the Iberian peninsula.* This paper presents keys for the identification of 216 plant taxa and pollent types from species known to be melliferous, from other honeydew-producing plants, and from companion and contaminant species.

**Resumen.** Las claves del presente artículo incluyen 216 taxones vegetales y tipos polínicos de especies melíferas ibéricas, así como de plantas que producen mielatos y de especies que aparecen como acompañantes y contaminantes en los análisis de las mieles.

### Introducción

En este trabajo se reúnen, en forma de claves de identificación, los caracteres diferenciales que permiten reconocer los pólenes presentes en las mieles de la Península Ibérica. Han sido incluidos todos aquellos taxones considerados como melíferos (Bermudez-Cañete 1978, Biri & Alemany 1979, Bonet et al. 1985, Crane 1975, Free 1970, Gómez & Sáenz 1980, Herce 1939, Howes 1953, Louveaux & Vergeron 1964, Maurizio & Louveaux 1960-1964, Pons 1904, Ricciardelli & Persano 1981, Rita 1983, Rivera 1964, Romero 1973, Sala 1983, Sanz & Triguero 1970, Sawyer 1981, Vieitez 1950a, b). Se tratan también aquellos taxones no considerados melíferos pero que aparecen en las mieles como resultado de una contaminación o de la recolección de mielatos por parte de las abejas. También se incluyen aquellas especies que, a juicio de los autores, presentan morfologías muy próximas que es importante diferenciar para evitar posibles confusiones.

Para obtener una mejor identificación de las formas polínicas, evitando los errores que pueden producirse por observación simple y directa del polen, se ha seguido la técnica de la acetólisis (Erdtman 1943) tanto para la preparación de las láminas de referencia como para la de los sedimentos de las mieles. Se recomienda acetolizar las muestras a analizar ya que muchos de los caracteres diagnósticos propuestos en la identificación son apreciables únicamente después de aplicada esta técnica.

Es también recomendable tener en cuenta el origen geográfico de los materiales melíferos estudiados, lo cual ayudará a resolver problemas planteados en las determinaciones específicas, por comparación entre las formas polínicas de los sedimentos melíferos y las de la flora local.

La entrada a estas claves de identificación se realiza a partir de 23 formas polínicas (Fig. 1), definidas según los esquemas clásicos de Faegri & Iversen (1950-1975). Estas formas polínicas han sido definidas en función del número, distribución, y naturaleza de las características de las aberturas del polen simple o de los tipos de polen compuesto. Un segundo nivel en las claves se establece mediante la ornamentación de la exina, para lo cual se han definido seis grupos de ornamentaciones (Fig. 2). En la mayoría de los casos, la identificación llega a la categoría de género o familia, pero si es posible llega hasta la especie o el tipo morfológico.

## Claves polínicas

### 1. Polen vesiculado

1. Constricción en la zona de unión de los sacos aéreos al cuerpo del grano de polen. Se aprecia discontinuidad entre la cúpula del cuerpo del grano y los sacos aéreos..... 2.
1. No presenta constricción. La ornamentación del cuerpo del grano de polen se continúa sobre los sacos aéreos..... 3.
2. Cuerpo del grano (sin sacos aéreos) de contorno más o menos esférico, tamaño entre 40 y 70  $\mu\text{m}$ . Exina de la cúpula del grano delgada (2-4  $\mu\text{m}$ ).  
Pináceas: *Pinus*
2. Cuerpo del grano de contorno más elipsoidal, tamaño superior a las 80  $\mu\text{m}$  (80-150  $\mu\text{m}$ ). Exina de la cúpula del grano muy gruesa (5-10  $\mu\text{m}$ ).  
Pináceas: *Abies*
3. Cuerpo del grano de contorno elipsoidal, de 60 a 100  $\mu\text{m}$ . Grosor de la exina de la cúpula entre 4 y 7  $\mu\text{m}$ . Sacos aéreos pequeños y de contorno irregular.  
Pináceas: *Cedrus*
3. Cuerpo del grano de contorno elipsoidal, de 70 a 120  $\mu\text{m}$ . Grosor de la exina de la cúpula entre 3 y 4  $\mu\text{m}$ . Sacos aéreos bien desarrollados.  
Pináceas: *Picea*

### 2. Polen inaperturado

1. Exina con ornamentación lisa, psilada, granulosa o verrugosa ..... 2.
1. Exina con ornamentación equinada. Espinas pequeñas, frágiles y uniformemente dispuestas en la superficie del grano. La exina es escábrida entre las espinulas (los granos se destruyen con la acetólisis).  
Lauráceas: *Laurus*

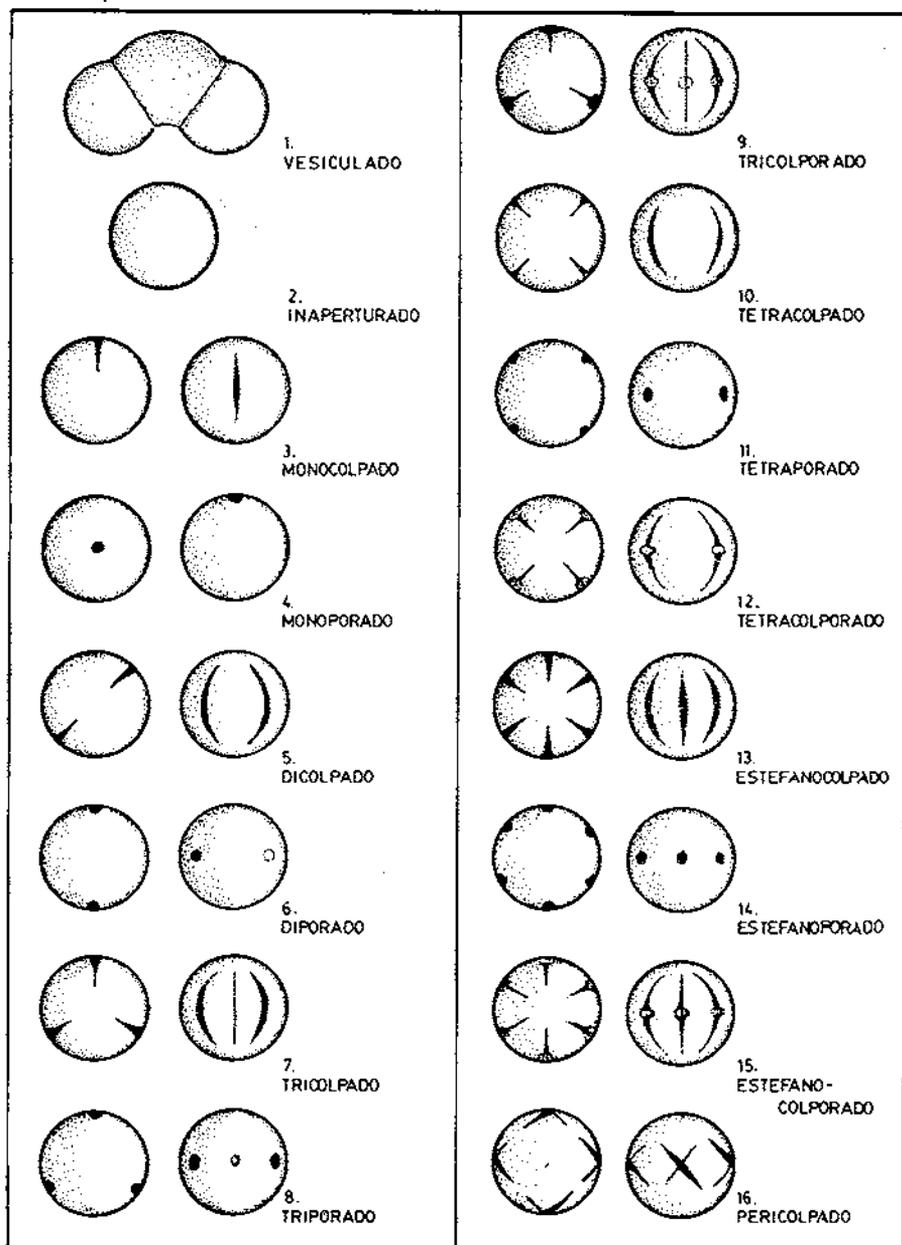


Figura 1. Formas polínicas.

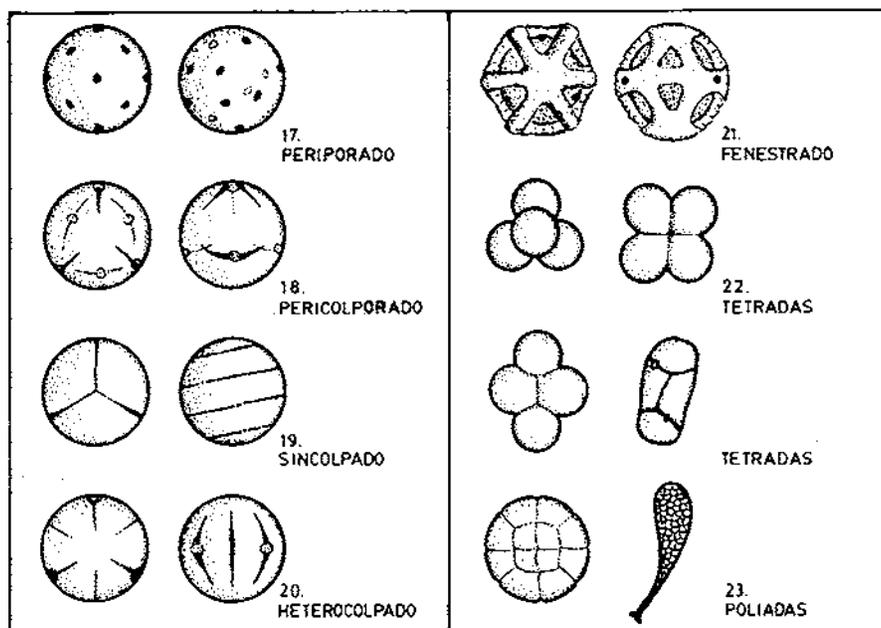


Figura 1. (continuación).

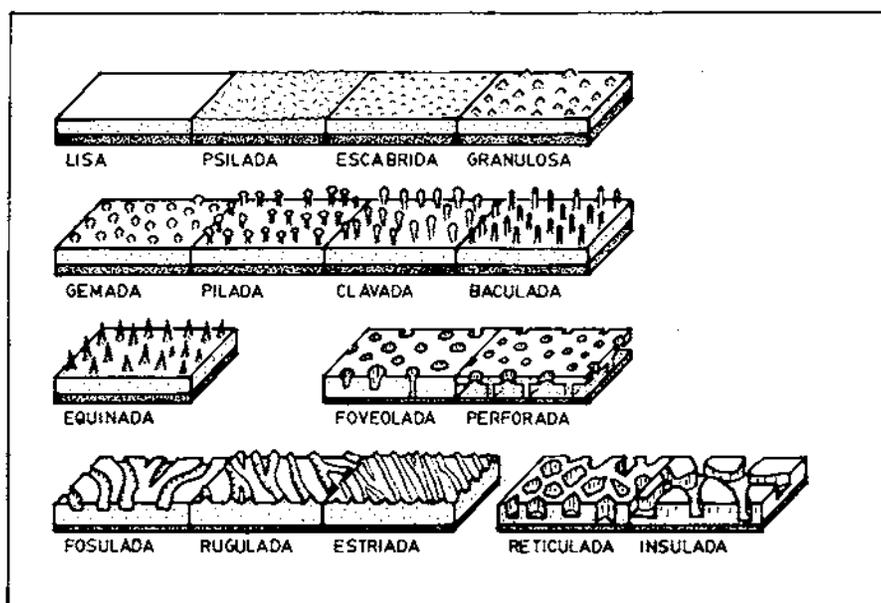


Figura 2. Tipos de ornamentaciones exínicas.

2. Polen de contorno anguloso. Ornamentación formada por elementos gemados. Taxáceas: *Taxus*
2. Polen esférico. . . . . 3.
3. Ornamentación formada por un número variable, generalmente bajo, de gemas dispuestas irregularmente en la superficie enteramente lisa del grano de polen. Cupresáceas: *Cupressus*, *Juniperus*
3. Ornamentación de psilada a granulosa, formada por elementos pequeños, agrupados, formando áreas o manchas. Salicáceas: *Populus*

### 3. Polen monocarpado

1. Exina con ornamentación equinada. Espinas de 5 a 8  $\mu\text{m}$  de alto, distribuidas regularmente. Exina gruesa. El colpo puede quedar disimulado por un opérculo. Ninfáceas: *Nuphar*
1. Exina con ornamentación no equinada . . . . . 2.
2. Ornamentación de psilada a verrugosa-clavada . . . . . 3.
2. Ornamentación de perforada a reticulada . . . . . 6.
3. Polen de ornamentación escábrida, que se aprecia como equinada a gran aumento. Contorno del grano elipsoidal heteropolar (ocasionalmente dicarpado). Amarilidáceas: Tipo *Narcissus*
3. Polen de exina psilada, rugulada, verrugosa o baculada . . . . . 4.
4. Ornamentación de la exina psilada o débilmente rugulada. Márgenes de los colpos lisos (30-55  $\times$  15-33  $\mu\text{m}$ ). Liliáceas: Tipo *Allium*, Tipo *Ruscus*, Tipo *Poligonatum*
4. Ornamentación de la exina de psilada a verrugosa-baculada. Polen heteropolar. Colpo muy largo con márgenes muy delgados y ondulados. Exina de 0.5 a 3  $\mu\text{m}$  en la zona proximal, que disminuye en grosor hacia el colpo . . . . . 5.
5. Exina psilada. Magnoliáceas: *Magnolia*
5. Exina con elementos ornamentales, de verrugosos a baculados, distribuidos irregularmente en su superficie. Magnoliáceas: *Liriodendron*
6. Exina perforada. Liliáceas: Tipo *Convallaria*
6. Exina con ornamentación reticulada. . . . . 7.
7. Retículo de lumen muy grande, retículo muy variable disminuyendo notablemente hacia el colpo. (80  $\times$  55  $\times$  62  $\mu\text{m}$ ). Agaváceas: *Agave*
7. Retículo regular o no, pero de lúmenes medianos o pequeños. . . . . 8.
8. Retículo de lumen irregular. Iridáceas: *Iris*
8. Retículo de lumen regular. . . . . 9.
9. Polen de gran tamaño (50  $\times$  80  $\mu\text{m}$  o más), retículo que disminuye hacia el colpo. Liliáceas: Tipo *Lilium*
9. Polen de menor tamaño (25  $\times$  10  $\mu\text{m}$ ), retículo regular. Liliáceas: Tipo *Narthecium*

#### 4. Polen monoporado

1. Exina psilada, verrugosa o escábrida. Poros circulares, contorno bien definido con un anillo muy aparente (Gramíneas) . . . . . 2.
1. Exina reticulada. Poros de contorno irregular que se aprecian por ausencia del retículo. Tifáceas: *Typha*. Esparganiáceas: *Sparganium*
2. Polen de menos de 45  $\mu\text{m}$  según el eje mayor. Diámetro interior del poro igual o menor a 4  $\mu\text{m}$ . Gramíneas: Tipo Silvestre
2. Polen de más de 45  $\mu\text{m}$  según el eje mayor. Diámetro interior del poro de más de 4  $\mu\text{m}$ . Gramíneas: Tipo Cereales

#### 5. Polen dicolpado

1. Colpos anchos, de longitud media, reunidos en uno o en los dos polos. Exina fina, de lisa a finamente granulosa o equinada. Ocasionalmente gránulos en los colpos. Granos pequeños. Papaveráceas: Tipo *Hypecoum*
1. Colpos largos, reunidos en la región polar (sincolpados). Colpos de márgenes mal definidos. Polen longiáxico y de mayor tamaño. Exina más gruesa de ornamentación lisa o psilada. Escrofulariáceas: Tipo *Pedicularis*

#### 6. Polen díporado

1. Polen pequeño (15  $\mu\text{m}$ ), de breviáxicos a equiáxicos. Exina escabrosa-granulosa. Dos poros (ocasionalmente uno o más), pequeños y operculados. Moráceas: *Morus*
  1. Polen de mayor tamaño (35  $\times$  65  $\mu\text{m}$ ). Breviáxicos. Exina con ornamentación reticulada, regular y de tamaño decreciente hacia los poros. Poros mal definidos, localizados a cada extremo del eje mayor. Liliáceas: *Colchicum*
- Ocasionalmente aparece como díporado el polen de Urticáceas y Canabáceas (*Humulus*), ambos incluidos en la clave del polen triporado.

#### 7. Polen tricolpado

- Ornamentación de la exina lisa, psilada, escábrida, granulosa o verrugosa
- Ornamentación de la exina gemada, psilada, clavada o baculada. . . . . 7.2
- Ornamentación de la exina equinada. . . . . 7.3
- Ornamentación de la exina foveolada o perforada. . . . . 7.4
- Ornamentación de la exina fosulada, rugulada o estriada . . . . . 7.5
- Ornamentación de la exina reticulada, insulada o areolada. . . . . 7.6

7.1. *Polen tricolpado, de liso a verrugoso*

1. Ornamentación de la exina lisa o psilada. . . . . 2.
1. Ornamentación de la exina de escábrida a verrugosa. . . . . 3.
2. Colpos estrechos, de bordes rasgados. La exina presenta unos engrosamientos en los bordes del colpo y en el apocolpio. Mesocolpio plano en visión polar. Escrofulariáceas: *Melampyrum*, *Veronica*
2. Colpos anchos, con abertura máxima en el ecuador y bordes bien delimitados aunque irregulares. Extremos de los colpos redondeados. Procesos ornamentales reunidos en aréolas. Leguminosas: *Robinia pseudacacia*
3. Ornamentación de la exina distribuida regularmente . . . . . 4.
3. Ornamentación de la exina distribuida de forma irregular . . . . . 6.
4. Polen de tamaño grande. Verrugas de aprox. 2.5  $\mu\text{m}$  de alto, densamente distribuidas. Exina de 5 a 6  $\mu\text{m}$ . De longui a equiáxico. Plumbagináceas: *Plumbago capensis*
4. Polen de tamaño mediano (25-35  $\mu\text{m}$ ) . . . . . 5.
5. Columelas del tectum finas, uniformes y apretadas. Ornamentación a veces equinada. Polen casi equiáxico. Ranunculáceas: Tipo *Caltha* (incluye *Adonis*, *Aquilegia*, *Delphinium*)
5. Columelas del tectum gruesas y poco compactas. Cada verruga de la exina está situada en el extremo de una columela. Exina engrosada en los bordes del colpo. Polen equiáxico. Ranunculáceas: Tipo *Anemone*
6. Ornamentación escábrida-verrugosa, discontinua. Columelas del tectum dimórficas, unas más gruesas rodeadas por anillos delgados debidos a la ausencia de columelas finas a su alrededor. Colpos largos y abiertos (22  $\mu\text{m}$ ). Ranunculáceas: Tipo *Ranunculus*
6. Ornamentación de escábrida a verrugosa, continua y más o menos densa. Columelas que en sección óptica aparecen, a menudo, reunidas en grupos. Colpos largos y estrechos (a veces abiertos), ligeramente hundidos y con bordes diferenciados e irregulares. Pueden presentar endoaperturas muy claras (Tricolporoidados). (Fagáceas: *Quercus*) 7.
7. Ornamentación de la exina verrugosa. Verrugas irregulares y más densas en la zona polar que en la ecuatorial. Área polar mediana. Exina de menos de 2  $\mu\text{m}$  de grosor (27-36  $\times$  23-36  $\mu\text{m}$ ). *Quercus* caducifolios y marcescentes
7. Ornamentación de escábrida a rugulada. Exina de 2 o más  $\mu\text{m}$  de grosor. . . . . 8.
8. Área polar pequeña. (23-38  $\times$  20-26  $\mu\text{m}$ ).
8. Área polar grande. (27-34  $\times$  24-30  $\mu\text{m}$ ). *Quercus ilex*, *Q. coccifera*  
*Quercus suber* (*Acer*, exina de poco ornamentada a ligeramente verrugosa, ha sido incluida en los tricolpados estriados).

7.2. *Polen tricolpado, de gemado a baculado*

1. Clavas polimórficas muy aparentes, que decrecen en altura y anchura hacia el colpo. Aquifoliáceas: *Ilex aquifolium*
1. Ornamentación de la exina formada por pequeñas báculas monomórficas o dimórficas ..... 2.
2. Báculas monomórficas distribuidas regularmente por toda la superficie del polen. Grosor de la exina de 2.5 a 3  $\mu\text{m}$ . Polen equiáxico. Colpos abiertos. Lináceas: *Linum catharticum*
2. Báculas dimórficas, las superiores de distribución irregular, las basales regularmente distribuidas. Grosor de la exina de 2.5 a 3  $\mu\text{m}$ . Polen equiáxico. Colpos abiertos. Lináceas: *Linum bienne*, *L. usitatissimum*

7.3. *Polen tricolpado, equinado*

1. Ornamentación de la exina formada por espinas de dos tipos: unas pequeñas distribuidas densamente y otras grandes, de punta roma, de distribución laxa. Lorantáceas: *Viscum*
1. Ornamentación formada por espinas iguales o poco distintas ..... 2.
2. Espinas de más de 1  $\mu\text{m}$  de altura ..... 3.
2. Espinas de 1  $\mu\text{m}$  de altura como máximo ..... 4.
3. Polen de tamaño mediano (48  $\times$  41  $\mu\text{m}$ ), colpos largos, con granulaciones. Espinas cónicas, dispuestas sobre una verruga y esparcidas. Exina gruesa (2 a 4  $\mu\text{m}$ ). Valerianáceas: *Valeriana*
3. Polen de tamaño pequeño a mediano (21 a 23  $\mu\text{m}$ ), colpos medianos, con granulaciones en su membrana. Exina equinada-verrugosa poco clara. Aizoáceas: *Carpobrotus*
4. Colpos largos y elípticos, a menudo con granulaciones o espinas. Exina engrosada en el apocolpio. Espinas densamente apretadas o espinas laxas. Valerianáceas: *Valerianella*
4. Colpos largos y anchos, con márgenes claros y extremos no agudos. Espinas reunidas por su base, la ornamentación aparece como microreticulada. Membrana del colpo con gránulos densos e irregulares. Papaveráceas: *Papaver*, *Chelidonium*, *Glaucium*, *Argemone*

7.4. *Polen tricolpado, de foveolado a perforado*

1. Polen breviáxico. Colpos muy cortos (en realidad son tricolporados con endoaberturas casi circulares y poco visibles) con exina muy engrosada a su alrededor dándole un aspecto característico. Tiliáceas: *Tilia*
1. Polen más o menos equiáxico ..... 2.
1. Polen netamente longiáxico ..... 3.

2. Polen de mediano a grande. Colpos largos, estrechos, abiertos y con granulaciones sexinosas. Exina gruesa (más de 3  $\mu\text{m}$ ), con perforaciones pequeñas y densas que pueden aparecer como un retículo. Columelas del tectum ramificadas a 2/3 de su longitud.

Convolvuláceas: *Convolvulus*

2. Polen pequeño. Colpos largos, estrechos y abiertos, con los bordes mal definidos. Exina engrosada cerca del colpo y en el apocolpio. Columelas finas y densas. Mesocolpio plano en visión polar.

Escrofulariáceas: *Melampyrum*, *Veronica*

3. Polen muy longuiáxico. Exina tectada, generalmente perforada, pero también ondulada o psilada (muy variable).

Acantáceas: *Acanthus mollis*

3. Polen de contorno elipsoidal, en visión ecuatorial. Colpos largos, con abertura máxima en el ecuador, extremos agudos y bordes poco claros. Membrana del colpo granulosa. Exina engrosada en los polos. Columelas visibles.

Labiadas: Tipo *Stachys* (incluye *Ajuga*, *Clinopodium*, *Galeopsis*, *Lamium*, *Marrubium*, *Scutellaria*, *Sideritis*, *Teucrium*).

#### 7.5. *Polen tricolpado, de fosulado a estriado*

1. Colpos largos, con abertura máxima en el ecuador. Exina adelgazada alrededor del colpo. Ornamentación estriada. Columelas pequeñas y poco visibles. Pólenes generalmente longuiáxicos. Aceráceas: *Acer*

1. Colpos cortos, muy abiertos y de forma más pronunciada en el ecuador. Colpos visiblemente abiertos hacia el exterior. Ornamentación generalmente estriada y, en algunos casos, rugulada. Estrias más o menos densas y más o menos ramificadas paralelas al colpo. Columelas visibles de relativa importancia. Pólenes esferoidales o breviáxicos. Rosáceas: *Prunus*

#### 7.6. *Polen tricolpado, de reticulado a insulado (areolado)*

1. Lúmenes del retículo menor o igual a 1  $\mu\text{m}$  (polen microreticulado) 2.
1. Lúmenes del retículo mayor de 1  $\mu\text{m}$  (polen reticulado)..... 11.
2. Colpos con gránulos o fragmentos de la ectexina adheridos a su membrana..... 3.
2. Colpos lisos..... 7.
3. Colpos con fragmentos de ectexina. Polen a veces tricolporoidado. Colpos con amplitud máxima en el ecuador, contornos claros aunque irregulares y extremos agudos. Parte central del colpo a menudo pronunciada. Exina de 1  $\mu\text{m}$  aprox. de grosor. Columelas apenas visibles. (23 x 20  $\mu\text{m}$ ). Rosáceas: *Rubus*
3. Colpos con gránulos..... 4.

4. Colpos de medianos a cortos, anchos, de bordes bien definidos y extremos romos. Polen de esferoidal a breviáxico. Platanáceas: *Platanus*
4. Colpos de medianos a largos. . . . . 5.
5. Exina delgada (aprox. 0.5  $\mu\text{m}$ ). Colpos con margen bien definido. (22  $\times$  19  $\mu\text{m}$ ). Resedáceas: *Reseda*
5. Exina más gruesa. Polen que en visión ecuatorial presenta un contorno circular o casi. . . . . 6.
6. Exina de hasta 2  $\mu\text{m}$  de grosor. Colpos anchos con márgenes claros y extremos romos. La ornamentación está formada por espinas que, reunidas por su base, forman un pequeño retículo. Papaveráceas: *Papaver*, *Chelidonium*, *Glaucium*, *Argemone*
6. Exina de 3  $\mu\text{m}$  de grosor. Colpos anchos y largos, con márgenes poco claros. Triángulo polar grande. Ornamentación de la exina de perforada a reticulada. Columelas visibles, ramificadas en sus 2/3 partes. (51-63  $\times$  48-61  $\mu\text{m}$ ). Convolvuláceas: *Convolvulus*
7. Colpos cortos y anchos, con su máxima amplitud y pronunciación en el ecuador; márgenes bien delimitados y extremos agudos. Columelas visibles. Polen subtriangular en visión polar (35  $\times$  31  $\mu\text{m}$ ). Rosáceas: *Pyrus*
7. Colpos de medianos a largos. . . . . 8.
8. Colpos estrechos, bien delimitados y de extremos agudos; a veces con poroides. Retículos con lúmenes circulares que disminuyen hacia los colpos. Muros duplibaculados. Exina de aprox. 2  $\mu\text{m}$  de grosor. (30  $\times$  40  $\mu\text{m}$ ). Peoniáceas: *Paeonia*
8. Colpos anchos, con amplitud máxima en el ecuador. Exina generalmente de más de 2  $\mu\text{m}$  de grosor. Ornamentación de reticulada a insulada. Polen de contorno de circular a rómbico-obtuso en visión ecuatorial. . . . . (Leguminosas) 9.
9. Columelas diferenciables, finas y regulares. . . . . 10.
9. Columelas no diferenciables. Márgenes de los colpos bien delimitados aunque irregulares. Triángulo polar grande. Ornamentación aparentemente granulosa. Exina de más de 2  $\mu\text{m}$  de grosor. (32.5  $\times$  30  $\mu\text{m}$ ). Leguminosas: *Robinia pseudacacia*
10. Márgenes de los colpos bien delimitados. Exina de 2.5  $\mu\text{m}$  de grosor. Ornamentación en realidad microfoveolada. Triángulo polar grande. (40-48  $\times$  34-37  $\mu\text{m}$ ). Leguminosas: *Spartium junceaum*
10. Márgenes de los colpos mal delimitados. Exina de menos de 2  $\mu\text{m}$  de grosor. (30  $\times$  24  $\mu\text{m}$ ). Leguminosas: Tipo *Ulex* incluye *Genista*, *Cytisus*, *Sarothamnus*)
11. Polen breviáxico. Colpos muy cortos; exina engrosada a su alrededor en forma característica. (25  $\times$  34  $\mu\text{m}$ ). Tiliáceas: *Tilia*
11. Polen esferoidal o longuiáxico. . . . . 12.

12. Polen de contorno rectangular o rómbico, en visión ecuatorial. (Leguminosas) 13.
12. Polen de contorno circular o elipsoidal en visión ecuatorial . . . . . 14.
13. Colpos largos y estrechos recorridos por una línea de gránulos. Retículo muy regular, con lúmenes casi isodiamétricos. Columelas poco visibles. Contorno rectangular. (41 × 29 µm).  
Leguminosas: Tipo *Onobrychis* (incluye *Hedysarum*)
13. Colpos largos y estrechos, sin gránulos, endoabertura mal definida y poco aparente. Retículo grande con menos de 15 lúmenes en el mesocolpio a nivel del ecuador. (41-46 × 32-35 µm).  
Leguminosas: Tipo *Trifolium* (incluye *Melilotus*)
14. Colpos con gránulos. . . . . 15.
14. Colpos sin gránulos . . . . . 16.
15. Colpos ligeramente granulados, largos y anchos, sobre todo en su parte central, mal delimitados y con los extremos agudos. Exina engrosada en los polos. Columelas visibles. Triángulo polar pequeño.  
Labiadas: Tipo *Stachys* (incluye *Ajuga*, *Clinopodium*, *Galeopsis*, *Lamium*, *Marrubium*, *Scutellaria*, *Sideritis*, y *Teucrium*)
15. Colpos con gránulos notables (0.5 a 1 µm). Colpos largos y anchos, bien delimitados. Retículo disminuyendo hacia el colpo. (38 × 27 µm).  
Ranunculáceas: *Helleborus*
16. Colpos con margen. . . . . 17.
16. Colpos sin margen . . . . . 18.
17. Colpos muy largos, casi sincolpados. Retículo fino que decrece hacia los colpos. En visión polar el grosor de la exina no disminuye hacia los colpos. Grano de contorno triangular en visión polar.  
Tamaricáceas: *Tamarix*
17. Colpos largos, triángulo polar pequeño. Retículo que decrece hacia el apocolpio y hacia los colpos, alrededor de los cuales forma un claro margen. Membrana del colpo granulosa. En el interior de algunos lúmenes puede apreciarse una báculo. En visión polar el grosor de la exina disminuye hacia los colpos.  
Salicáceas: *Salix*
18. Triángulo polar pequeño. . . . . 19.
18. Triángulo polar mediano o grande . . . . . 20.
19. Retículo de lúmenes bastante regulares (hasta 2 µm) y que disminuyen hacia el colpo. Colpo estrecho, a veces muy abierto y el grano se presenta deformado. Columelas muy juntas, visibles en sección óptica.  
Oxalidáceas: *Oxalis*
19. Retículo de lumen bastante irregular, menor en el triángulo polar y abierto al llegar al colpo. Columelas claramente diferenciadas. Colpos generalmente anchos.  
Crucíferas: *Diplotaxis erucoides* (25 × 20 µm)  
*Brassica napus* (26 × 24 µm)

- Raphanus raphanistrum* (23 × 19 μm)  
*Sinapis arvensis* (31 × 29 μm)
20. Polen grande. Exina gruesa. . . . . 24.
20. Polen mediano o pequeño. Exina de grosor mediano o pequeño. A menudo polen tricolporoidado. . . . . (Oleáceas) 21.
21. Exina delgada (1 a 1.5 μm) no diferenciable en sexina y nexina. Reticulo fino. Colpos cortos y estrechos con extremos agudos. Apocolpio grande. Exina muy fina, ocasionalmente < 1 μm. (22 × 17 μm).  
Oleáceas: *Fraxinus*
21. Exina más gruesa (de 2 a 3.5 μm), diferenciada en sexina y nexina . . . . . 22.
22. Columelas del retículo poco diferenciadas. Reticulo fino y regular. Colpos cortos y estrechos. Exina fina (aprox. 2 μm) que mantiene el mismo grosor en todo el mesocolpio. . . . . Oleáceas: *Phillyrea*
22. Columelas del retículo bien diferenciadas e individualizadas . . . . . 23.
23. Exina de grosor mediano (2-2.5 μm). Polen pequeño. Colpos medianos, estrechos, con extremos agudos y márgenes claros. Mallas del retículo abiertas en el colpo. Columelas bien diferenciadas. Triángulo polar grande. (20 × 17 μm). . . . . Oleáceas: *Olea*
23. Exina gruesa (3-3.5 μm). Colpos cortos y ensanchados en la zona ecuatorial, bien delimitados y agudos en los extremos. Columelas bien diferenciadas y con el extremo apical muy engrosado. Triángulo polar grande. (29-35 × 30-33 μm).  
Oleáceas: Tipo *Ligustrum* (incluye *Jasminum* y *Syringa*)
24. Colpos muy cortos, que parecen poros. Reticulo sobrepasado por báculos que dejan pequeños lúmenes. Exina de unos 8 μm de grosor. Polen de breviáxico a esferoidal. (40 a 170 μm).  
Geraniáceas: *Geranium*
24. Colpos de tamaño mediano. Reticulo ancho con lúmenes de más de 7 μm y muros sobrepasados por hileras de espinas. Exina de más de 10 μm. Polen de breviáxico a esferoidal. (48 μm diámetro).  
Plumbagináceas: *Limonium*

## 8. Polen triporado

1. Ornamentación de la exina lisa, psilada o granulosa . . . . . 3.
1. Ornamentación de la exina equinada . . . . . 2.
1. Ornamentación de la exina reticulada-foveolada. Exina engrosada alrededor de las aberturas, en forma característica. Grano breviáxico. (Aberturas en realidad tricolporadas). . . . . Tiliáceas: *Tilia*
2. Polen grande, de más de 70 μm, equiáxico. Exina muy gruesa, las columelas forman una amplia empalizada muy aparente. (80-90 × 70-90 μm). . . . . Dipsacáceas: *Dipsacus*, *Knautia*, *Scabiosa*
2. Polen de menos de 50 μm de diámetro, más o menos equiáxico. Exi-

- na fina. Los poros están localizados en ligeros hundimientos de la exina (a menudo 4-5 poros). Campanuláceas
3. Poros localizados en una prominencia del cuerpo del grano de polen, formando una cúpula o vestíbulo ..... 4.
  3. Poros no localizados en prominencias del polen, o en todo caso ligeramente sobresalientes ..... 5.
  4. Polen grande, de 45 a 80  $\mu\text{m}$ . Las aberturas forman un vestíbulo muy aparente y característico. Granos breviáxicos, a menudo reunidos en tétradas. Onagráceas: *Epilobium*, *Fuchsia*
  4. Polen de menos de 45  $\mu\text{m}$  de diámetro. Poros vestibulados. Cuerpo del grano esférico. Exina lisa. Betuláceas: *Betula*
  5. Poros rodeados por un margen engrosado en forma de anillo, más o menos aparente ..... 6.
  5. Poros no rodeados por un anillo ..... 7.
  6. Poros pequeños, sin opérculo, localizados en una ligera depresión de la membrana. Exina lisa, engrosándose en las proximidades de las aberturas. Cannabáceas: *Humulus*, *Cannabis*
  6. Poros grandes, sin opérculo, no hundidos. Exina escábrida. Ocasionalmente con 4 o más poros. Ulmáceas: *Celtis*
  7. Polen de 10-20  $\mu\text{m}$ . Poros muy pequeños, ocasionalmente 4 o más. Exina muy delgada y lisa. Urticáceas: *Urtica*, *Parietaria*
  7. Polen de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de diámetro ..... 8.
  8. Polen de contorno esferoidal a ligeramente triangular en visión polar. La intina se aglomera en las zonas próximo-porales formando unos considerables acúmulos cupuliformes. Coriláceas: *Corylus*
  8. Polen muy breviáxico de contorno triangular en visión polar. Aberturas ligeramente alargadas en dirección polar. Las paredes de las zonas polares pueden quedar en contacto cuando el polen se embebe. Poros con engrosamientos característicos a su alrededor. Mirtáceas: *Eucalyptus*, *Myrtus*

## 9. Polen tricolporado

- Ornamentación de la exina lisa, psilada, escábrida, granulosa o verrugosa ..... 9.1
- Ornamentación de la exina equinada ..... 9.2
- Ornamentación de la exina fosulada, rugulada o estriada ..... 9.3
- Ornamentación de la exina reticulada, insulada o areolada ..... 9.4

### 9.1. Polen tricolporado, de liso a verrugoso

1. Polen con la ornamentación de la exina de liso a psilada ..... 2.
1. Polen con la ornamentación de la exina más aparente ..... 6.
2. Polen breviáxico. Contorno del grano, en visión polar, claramente

triangular. Zonas porales con acusadas y características cúpulas. Aspecto de polen tricolpado o incluso triporado. (máximo 24  $\mu\text{m}$ ).

Mirtáceas: *Eucalyptus*, *Myrtus*

2. Polen no brevíaxico ..... 3.
3. Polen anisopolar, piriforme, con los poros desplazados hacia el polo más ancho. Granos pequeños. Boragináceas: *Echium*
3. Polen isopolar ..... 4.
4. Colpos operculados y con márgenes pronunciados hacia el exterior. Colpos cortos. Polen de contorno circular en visión polar. Exina muy engrosada en la zona del colpo y su opérculo. (Diámetro aprox. 30  $\mu\text{m}$ ). Rosáceas: *Sanguisorba minor*
4. Polen con aberturas no operculadas ..... 5.
5. Polen pequeño (menor de 20  $\mu\text{m}$ ), poro elíptico prolongado ecuatorialmente. Colpo largo, estrecho y hundido. Contorno del polen elíptico en visión ecuatorial y circular en visión polar. (15-20  $\mu\text{m} \times 10-13 \mu\text{m}$ ). Fagáceas: *Castanea*
5. Polen algo mayor. Presencia de un poro circular y de un puente en la zona ecuatorial del colpo. Colpo largo, con abertura máxima en el ecuador. Polen subsférico en visión ecuatorial y subtriangular en visión polar. (19-20  $\mu\text{m} \times 21-22 \mu\text{m}$ ). Leguminosas: *Hippocrepis*
6. Ornamentación de la exina escábrida, poco aparente ..... 7.
6. Ornamentación más aparente. Claramente escábrida, granulosa, verrugosa o gemada ..... 9.
7. Polen pequeño (menor de 12  $\mu\text{m}$ ). Colpos estrechos, como una fisura, de márgenes algo prominentes. Exina algo engrosada en la zona polar Boragináceas: *Cynoglossum*
7. Polen de tamaño mayor de 12  $\mu\text{m}$ . ..... 8.
8. Colpos anchos. Poros representados por constricciones o rupturas en la zona ecuatorial. A menudo aparecen como colpados y con 3-5 aberturas. Polen longuiáxico. (33  $\times$  26  $\mu\text{m}$ ). Violáceas: *Viola*
8. Colpos estrechos. Poros prolongados ecuatorialmente (endocolpo). En corte óptico desde una visión polar presentan unos característicos salientes (picos) a nivel de los poros. Ornamentación de la exina de psilada a escábrida. (13-22  $\mu\text{m} \times 14-25 \mu\text{m}$ ). Solanáceas: *Solanum*
9. Ornamentación de la exina escábrida ..... 10.
9. Ornamentación de la exina granulosa, verrugosa o gemada ..... 13.
10. Polen acusadamente longuiáxico. Contorno de circular a triangular en visión polar. Poro rectangular, alargado ecuatorialmente. Exina de grosor uniforme en todo el grano o más engrosada en el mesocolpio. Columelas visibles. (25-48  $\mu\text{m} \times 12-27 \mu\text{m}$ ). Umbelíferas
10. Polen esferoidal o ligeramente longuiáxico ..... 11.
11. Polen esferoidal en visión polar y ecuatorial. Colpos cortos y poros circulares de diámetro mayor que la anchura del colpo. Grosor de la exina aprox. 1  $\mu\text{m}$  (38-42  $\times$  42-50  $\mu\text{m}$ ). Fagáceas: *Fagus*

11. Polen de contorno circular o trilobado en visión polar y rectangular o rómbico-obtuso en visión ecuatorial. Colpos largos y estrechos, endoaberturas alargadas ecuatorialmente. Exina engrosada en los polos ..... (Poligonáceas) 12.
12. Contorno rectangular en visión ecuatorial. Endocolpos libres. (29 × 22 µm). Poligonáceas: Tipo *Polygonum aviculare*
12. Contorno rómbico, en visión ecuatorial. Endocolpos en contacto. (24 × 21 µm). Poligonáceas: Tipo *Polygonum convolvulus*
13. Ornamentación de la exina granulosa. .... 14.
13. Ornamentación de la exina de verrugosa a gemada. Colpos largos, con extremos redondeados y la exina engrosada en toda su longitud. Membrana del colpo granulosa. (40-46 µm × 59-65 µm). Ebenáceas: *Diospyros kaki*
14. Ornamentación de la exina de granulosa a ondulada. Engrosamiento muy pronunciado de la exina en cada uno de los márgenes de los colpos, con lo que en visión polar adquiere una forma característica. (24 × 40 µm). Eleagnáceas: *Elaeagnus*
14. No presenta engrosamientos a lo largo del colpo ..... 15.
15. Ornamentación de la exina con aspecto granuloso-rugoso. .... 16.
15. Ornamentación de la exina claramente granulosa ..... 17.
16. Polen de longuiáxico a esferoidal. Colpos estrechos (abiertos 2 µm) y poros grandes (6 µm diámetro). Zona apocólpica reducida. (18 × 26 µm). Punicáceas: *Punica*
16. Polen esferoidal. Colpos anchos. Poros circulares y grandes (8 µm diámetro). Zona apocólpica reducida. Rutáceas: *Ruta*
17. Colpos no granulosos. Poros poco aparentes. .... 18.
17. Colpos anchos con gránulos pequeños. Polen breviáxico. Poros muy poco aparentes (pueden parecer tricolpados). Ornamentación de la exina formada por finas granulaciones distribuidas regularmente. (22-27 µm × 18-22 µm). Globulariáceas: *Globularia*
18. Colpos estrechos, como fisuras. Puente en la zona ecuatorial del colpo. Triángulo polar pequeño. Exina con gránulos distribuidos irregularmente (a veces formando estriaciones). Exina fina, grosor de 0.6 µm. (28-35 µm × 16-21 µm). Rosáceas: *Rubus*
18. Colpos anchos. Triángulo polar pequeño. Contorno triangular en visión polar. Exina granulosa y algo más gruesa que la anterior, 1 µm. (18-21 µm × 16-17 µm). Caparidáceas: *Capparis*

## 9.2. Polen tricolporado, equinado

1. Polen de tamaño grande (más de 50 µm). Contorno triangular en visión polar. Colpos cortos o medianos, hundidos, con membrana granulosa y abertura máxima en el ecuador. Endoaberturas alargadas

ecuatorialmente, a veces más largas que el ancho del colpo. Exina equinada, espinas de más de 1  $\mu\text{m}$  de alto y engrosadas en la base. (más de 70  $\mu\text{m}$ ).  
Caprifoliáceas: *Lonicera*

1. Polen de tamaño mediano (menos de 50  $\mu\text{m}$ ) . . . . . 2.
2. Ornamentación de la exina formada por diminutas espinas (microequinada). Exina gruesa y columelas visibles en sección óptica. . . . . 3.
2. Ornamentación de la exina formada por espinas más aparentes . . . . 4.
3. Polen esferoidal. Contorno circular en visión polar. Endoaberturas circulares. Grosor de la exina disminuyendo hacia el colpo. (máximo 30  $\times$  27  $\mu\text{m}$ ).  
Compuestas: *Artemisia*
3. Polen longuiáxico. Contorno subtriangular en visión polar. Endoabertura prolongada ecuatorialmente. Exina muy gruesa en el mesocolpio.  
Compuestas: *Centaurea*

4. Espinas romas y con la base estrecha, dispuestas de forma bastante regular sobre la superficie lisa del polen. Colpos cortos, de extremos redondeados y poro circular. Contorno triangular en visión polar.  
Lorantáceas: *Viscum*

4. Espinas agudas y con base ancha. Colpos de extremos agudos. Poros circulares. Polen esferoidal . . . . . (Compuestas) 5.

5. Presencia de diminutas báculas en la superficie, entre las espinas. Polen de tamaño mediano. (mayor de 25  $\mu\text{m}$ ).  
Compuestas: Tipo *Cirsium* (incluye *Achillea*, *Anthemis*, *Bellis*, *Chamomilla*, *Chrysanthemum*, *Tanacetum*).

5. Exina lisa o únicamente psilada entre las espinas. Polen de tamaño menor. (menos de 25  $\mu\text{m}$ ).

Compuestas: Tipo *Aster* (incluye *Arctium*, *Bidens*, *Calendula*, *Carduus*, *Carlina*, *Cynara*, *Eupatorium*, *Galactites*, *Inula*, *Petasites*, *Pulicaria*, *Senecio*, *Serratula*, *Silybum*, *Solidago*, *Tussilago*).

### 9.3. Polen tricolporado, de fosulado a estriado

1. Endoabertura formada por un poro circular bien definido . . . . . 2.
1. Endoabertura formada por una ruptura o constricción ecuatorial . . 6.
2. Colpos largos que dejan un reducido triángulo polar. . . . . 3.
2. Colpos cortos, más o menos anchos . . . . . 4.
3. Ornamentación de la exina formada por estrias bien marcadas, más o menos paralelas al colpo, ocasionalmente formando un retículo. Polen de longuiáxico a esferoidal. Tamaño mayor de 30  $\mu\text{m}$ .

3. Ornamentación de la exina cerebroide, muy laxa y débil, a veces difícil de observar. Colpos muy largos, de 6  $\mu\text{m}$  de ancho en la zona ecuatorial. Endoabertura formada por poros que pueden llegar a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Polen de esferoidal a longuiáxico.

Apocináceas: *Vinca*

4. Membrana del colpo con espinas o verrugas. La ornamentación de la exina está formada por finas estriás perpendiculares al colpo, en la región ecuatorial. Polen rectangular-obtuso en visión ecuatorial. (30-36  $\mu\text{m}$  de longitud). Hipocastanáceas: *Aesculus hippocastanum*
4. Membrana del colpo sin espinas ni verrugas. Ornamentación de la exina formada por estriás más o menos paralelas al colpo en la zona del mesocolpio. . . . . 5.
5. Polen de tamaño menor de 24  $\mu\text{m}$ . Ornamentación de la exina formada por estructuras ruguladas y estriadas. Crasuláceas: *Sedum*
5. Polen de tamaño mayor de 24  $\mu\text{m}$ . Grosor de la exina uniforme en todo el grano. Gencianáceas: *Gentiana*
- Colpos operculados . . . . . 7.
6. Colpos no operculados. . . . . 8.
7. Ornamentación de la exina de rugulada a estriada, muy débil y poco aparente. Colpos cortos. Polen equiáxico. Rosáceas: *Sanguisorba minor*
7. Ornamentación de la exina estriada, muy marcada. Colpos largos. Rosáceas: *Potentilla* (incluye *Fragaria*)
8. Polen mayor de 35  $\mu\text{m}$  de largo. Endoaberturas formadas por endocolpos transversales. Ornamentación de la exina formada por finas y densas estriás dispuestas perpendicularmente a los colpos en la zona ecuatorial. Rosáceas: *Agrimonia*
8. Polen de tamaño mayor o menor de 35  $\mu\text{m}$ . Aberturas sin endocolpos transversales. Ornamentación de la exina formada por estriás no perpendiculares al colpo . . . . . 9.
9. Ornamentación de la exina formada por estriás más o menos gruesas, curvadas y ramificadas. Presencia de puentes ecuatoriales en cada colpo. Rosáceas: *Prunus*
9. Ornamentación de la exina formada por estriás finas. Poro representado por una ruptura o una constricción del colpo . . . . . 10.
10. Colpos con puentes y constricciones a nivel ecuatorial. Rosáceas: *Rubus*
10. Colpos sin puentes ecuatoriales. Los poros o aberturas internas están representadas por rupturas irregulares. Rosáceas: Tipo *Crataegus* (incluye *Prunus*, *Pyrus*, *Rosa*, *Sorbus*)

#### 9.4. Polen tricolporado, de reticulado a insulado

1. Ornamentación de la exina reticulada, lúmenes menores de 1  $\mu\text{m}$  (microrreticulados) . . . . . 2.
1. Ornamentación reticulada, lúmenes de 1  $\mu\text{m}$  o más . . . . . 12.
2. Aberturas externas formadas por colpos cortos que dejan un triángulo polar grande. . . . . 3.
2. Aberturas externas formadas por colpos largos que dejan un triángulo polar reducido . . . . . 5.

3. Endoaberturas formadas por poros más o menos circulares. Polen longuiáxico. Begoniáceas: *Begonia*
3. Endoaberturas elípticas o elipsoidales, o formadas por una constricción o ruptura del colpo ..... 4.
4. Tamaño de los lúmenes del retículo disminuyendo en las proximidades de las aberturas. Colpos anchos. Escrofulariáceas: Tipo *Scrophularia* (incluye *Digitalis*, *Linaria* y *Verbascum*).
4. Tamaño de los lúmenes del retículo manteniéndose más o menos constante en toda la superficie del polen. Columelas visibles en sección óptica. Membranas de los colpos ligeramente granulosas. Saxifragáceas: *Saxifraga*
5. Endoaberturas formadas por poros más o menos circulares ..... 6.
5. Endoaberturas formadas por poros elípticos, rupturas en el colpo, constricciones o aberturas cruciformes ..... 7.
6. Ornamentación de la exina formada por un retículo denso y muy fino con lúmenes ovoidales. Polen ligeramente longuiáxico, de  $36 \times 32 \mu$  maproximadamente. En visión polar presenta un contorno subtriangular. Vitáceas: *Vitis vinifera*
6. Ornamentación reticulada con lúmenes de forma distinta. Polen esférico de 21 a 35  $\mu$ m de diámetro. Columelas visibles en sección óptica. Poligonáceas: *Rumex*
7. Endoaberturas formadas por poros de bordes deshilachados. Polen esférico. Retículo formado por la superposición de estrías. Anacardiáceas: *Rhus*
7. Endoaberturas formadas por poros de bordes no deshilachados .... 8.
8. Tamaño del polen menor de 20  $\mu$ m ..... 9.
8. Tamaño del polen mayor de 20  $\mu$ m ..... 10.
9. Endoaberturas representadas por una constricción del colpo. Membrana del colpo granulosa. Los lúmenes del retículo disminuyen en tamaño hacia el colpo. Hidrangeáceas: *Hydrangea* (incluye *Philadelphus coronarius*)
9. Endoaberturas cruciformes. Exina menor de 3  $\mu$ m de grosor, que se mantiene uniforme en todo el grano. Lúmenes del retículo más o menos isodiamétricos. Gutíferas: *Hypericum*
10. Colpos prominentes, con la endoabertura representada por una constricción ecuatorial. Polen esférico, más o menos triangular en visión polar. De 40 a 60  $\mu$ m de diámetro. Cornáceas: *Cornus*
10. Colpos no prominentes ..... 11.
11. Polen longuiáxico. Grosor de la exina mayor de 2  $\mu$ m, con engrosamientos en las zonas polares. Las columelas se presentan más distanciadas en la región polar. (38 a 46  $\mu$ m de diámetro polar). Poligonáceas: Tipo *Polygonum bistorta*, Tipo *Fagopyrum*

11. Polen breviáxico. Grosor de la exina menor de 2  $\mu\text{m}$ . Columelas no apreciables. Exina suprareticulada o foveolada. Endoabertura de contorno cuadrangular, limitada por 4 prominencias más o menos aparentes. Ramnáceas: Tipo *Rhamnus*
12. Ornamentación de la exina suprareticulada o foveolada. . . . . 13.
12. Ornamentación de la exina eureticulada . . . . . 20.
13. Polen longuiáxico. . . . . 14.
13. Polen de equiáxico a breviáxico. . . . . 18.
14. En la ornamentación de la exina se aprecian más de 15 lúmenes en el mesocolpio en la línea ecuatorial . . . . . 15.
14. Menos de 15 lúmenes en la línea ecuatorial del mesocolpio . . . . . 17.
15. Ornamentación de la exina formada por un retículo que tiende a desaparecer en el apocolpio . . . . . 16.
15. Ornamentación de la exina reticulada, presente en toda la superficie del polen. Leguminosas: Tipo *Ononis*, Tipo *Melilotus*
16. Endoaberturas formadas por poros de contorno netamente elíptico. Las aberturas externas están formadas por colpos con engrosamientos exínicos (costillas). Leguminosas: Tipo *Lathyrus*
16. Endoaberturas representadas por una constricción en el colpo localizada en la región ecuatorial. Costillas poco marcadas. Leguminosas: Tipo *Astragalus*
17. Endoaberturas formadas por poros de contorno netamente elíptico, mal definidos. Colpos externos con o sin costillas. Leguminosas: Tipo *Trifolium*
17. Endoaberturas netamente elípticas, bien definidas y rodeadas por una costilla anular. En visión ecuatorial, el polen presenta un contorno rectangular obtuso. Leguminosas: Tipo *Vicia*
18. Grosor de la exina inferior a 2  $\mu\text{m}$ . Endoaberturas mal definidas, formadas por una ruptura o constricción en la zona ecuatorial. En visión ecuatorial, el polen presenta un contorno de triangular obtuso a circular. Leguminosas: Tipo *Genista* (incluye *Cytisus*, *Sarothamnus* y *Ulex*)
18. Grosor de la exina de más de 2  $\mu\text{m}$  . . . . . 19.
19. Polen netamente breviáxico. Colpos muy cortos. Engrosamientos característicos alrededor del colpo. Tiliáceas: *Tilia*
19. Polen más o menos equiáxico. Colpos largos con endoporos. Engrosamientos acusados en el colpo a nivel de la endoabertura, tomando el polen un aspecto muy característico en visión polar. Columelas anchas. Euforbiáceas: *Euphorbia*
20. Colpos abiertos, con los bordes ensanchados en la zona ecuatorial. . . . . 26.
20. Colpos estrechos de bordes paralelos . . . . . 21.
21. Endoaberturas mal definidas, representadas por una constricción o ruptura del colpo en la zona ecuatorial. Colpos largos . . . . . 22.

21. Endoaberturas bien definidas, circulares, elípticas o rectangulares ..... 23.
22. Lúmenes de retículo decreciendo en tamaño hacia la zona apertural, llegando a formar un margen sin lúmenes en los bordes del colpo.  
Salicáceas: *Salix*
22. Lúmenes del retículo decreciendo ligeramente en tamaño hacia la zona apertural, no se llegan a formar márgenes en los bordes de los colpos. Polen de esferoidal a longuiáxico. Caprifoliáceas: *Sambucus*
23. Endoaberturas formadas por poros circulares ..... 25.
23. Endoaberturas elípticas o rectangulares ..... 24.
24. Ornamentación de la exina formada por un retículo de paredes gruesas con lúmenes de formas variables que disminuyen en tamaño en las proximidades de los colpos. Margen en los colpos. Endoaberturas rectangulares. Polen de longuiáxico a esferoidal. ( $30 \times 29 \mu\text{m}$ ).  
Araliáceas: *Hedera*
24. Ornamentación de la exina formada por un retículo bien definido que pasa a formar estriaciones en los márgenes de los colpos. En visión polar el polen presenta un contorno triangular, ánguloaperturado. Longuiáxico-esferoidal. ( $30 \times 27 \mu\text{m}$ ).  
Simarubáceas: *Ailanthus altissima*
25. Ornamentación de la exina formada por un retículo de grandes lúminas. De ligeramente brevíáxico a longuiáxico. Diámetro del polen mayor de  $25 \mu\text{m}$ . Colpos largos con engrosamientos en los endoporos.  
Cistáceas: Tipo *Cistus*
25. Ornamentación de la exina formada por un retículo más fino. Polen esferoidal con un diámetro, en general, inferior a  $35 \mu\text{m}$ . Colpos largos y cerrados.  
Poligonáceas: Tipo *Rumex*
26. Endoaberturas formadas por poros circulares, bien definidos, o ligeramente elípticos. .... 27.
26. Endoaberturas formadas por un colpo transversal, una constricción o una ruptura localizadas en la región ecuatorial ..... 29.
27. Endoaberturas formadas por poros anchos (entre  $5$  y  $10 \mu\text{m}$ ). Exina gruesa, de unas  $3 \mu\text{m}$ . El retículo presenta un diámetro de lumen más o menos constante en toda la superficie del grano ..... 28.
27. Endoaberturas formadas por poros más pequeños. Exina más delgada, menor de  $3 \mu\text{m}$ . Los lúmenes del retículo disminuyen de diámetro hacia las proximidades del colpo, formando incluso un margen tectado-perforado. Colpos anchos en el ecuador. (más de  $3 \mu\text{m}$ ).  
Gencianáceas: *Gentiana*
28. Endoaberturas formadas por poros de menos de  $10 \mu\text{m}$ . de diámetro. Exina de  $3 \mu\text{m}$  de grosor en el centro del mesocolpio y menor de  $1 \mu\text{m}$  en los márgenes de los colpos. Polen menor de  $30 \mu\text{m}$  de diámetro.  
Celastráceas: *Euonymus*
28. Endoaberturas formadas por poros de unas  $10 \mu\text{m}$  de diámetro. Exina

de grosor más o menos constante a través del mesocolpio. Colpos largos que dejan un pequeño triángulo polar. Polen de más de 40  $\mu\text{m}$  de diámetro.

- Cucurbitáceas: Tipo *Bryonia* (incluye *Ecballium*)
29. Colpos largos. Ornamentación de la exina formada por un retículo con lúmenes de tamaño constante en toda la superficie del polen. Pequeños gránulos o báculos en el interior de los lúmenes.

- Caprifoliáceas: *Viburnum*
29. Colpos cortos. Lúmenes del retículo de diámetro más o menos constante en toda la superficie del polen. Muros simplibaculados. Columelas gruesas (1 a 1.5  $\mu\text{m}$  de ancho). Exina de 3 a 3.5  $\mu\text{m}$  de grueso. Polen esferoidal de 30 a 33  $\mu\text{m}$  de diámetro.

Oleáceas: *Ligustrum*  
Ocasionalmente *Olea* y algunas Geraniáceas pueden aparecer como tricolporoidados. (Ver tricolpados reticulados).

### 10. Polen tetracolpado

1. Polen con la ornamentación de la exina formando un retículo . . . . . 2.
1. Ornamentación de la exina no reticulada. . . . . 3.
2. Polen equiáxico (ver tricolpados) . . . . . Oleáceas: *Fraxinus*
2. Polen breviáxico, de contorno rectangular. Colpos cortos, localizados en los ángulos del grano. . . . . Balsamináceas: *Impatiens*
3. Ornamentación de la exina verrugosa-baculada, formada por báculos anchas y excrecencias menores. (24  $\times$  20  $\mu\text{m}$ ). . . . . Lináceas: *Radiola*
3. Ornamentación de la exina formada por espínulas gruesas y romas. . . . . Lorantáceas: *Viscum*

### 11. Polen tetraporado

Ver el apartado número 14 (polen estefanoporado).

### 12. Polen tetracolporado

1. Polen de contorno más o menos rectangular, en visión ecuatorial. El poro se presenta alargado, siguiendo el ecuador. . . . . Boragináceas: Tipo *Pulmonaria* (incluye *Lithospermum*)
1. Polen de contorno circular o elipsoidal, en visión polar . . . . . 2.
2. Exina de ornamentación reticulada. . . . . 3.
2. Exina de ornamentación psilada, escábrida o rugulosa . . . . . 5.
3. Exina de ornamentación finamente reticulada. Colpos estrechos y poros circulares. Columelas visibles en sección óptica. . . . . Poligonáceas: Tipo *Rumex*
3. Exina con un retículo muy aparente. . . . . 4.

4. Colpos estrechos, poros rectangulares. Colpos con una constricción en la zona ecuatorial. Rutáceas: *Citrus*
4. Colpos estrechos y poros circulares de diámetro mayor a la abertura del colpo, frecuentemente no visibles. Leguminosas: *Ceratonia*
5. Colpos largos y anchos, con constricciones o rupturas en la parte ecuatorial, que constituyen el poro. Violáceas: *Viola*
5. Colpos cortos. Poro circular de aproximadamente 5.5  $\mu\text{m}$  de diámetro. Exina gruesa; la nexina se proyecta hacia el interior en la zona que rodea al poro. (40-46  $\mu\text{m}$ ). Meliáceas: *Melia azederach*

### 13. Polen estefanocolpado

1. Ornamentación de la exina lisa, psilada o escábrida. Con 6 o más colpos ligeramente hundidos. Mesocolpio convexo. Polen de 16 a 20  $\mu\text{m}$  de diámetro.  
Rubiáceas: Tipo *Galium* (incluye *Asperula*, *Rubia*, *Sherardia*)
1. Ornamentación de la exina de microreticulada a reticulada. Polen de más de 20  $\mu\text{m}$  de diámetro ..... 2.
2. Ornamentación microreticulada, lumen menor de 1  $\mu\text{m}$ . Mesocolpios planos en visión polar. Primuláceas: *Primula*
2. Ornamentación reticulada. Lumen mayor de 1  $\mu\text{m}$  de diámetro.  
Labiadas: *Lavandula*, *Mentha*, *Nepeta*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Thymus*, etc.
2. Polen con tres colpos y tres pseudocolpos. Colpos verdaderos con membrana granulosa. (28  $\times$  18  $\mu\text{m}$ ). Hidrofiláceas: *Phacelia*

### 14. Polen estefanoporado (4 o más poros)

1. Ornamentación de la exina lisa, psilada o escábrida ..... 2.
1. Ornamentación equinada. Poros localizados en áreas ligeramente hundidas de la exina. Polen de 20 a 32  $\mu\text{m}$  de diámetro. Polen generalmente con 4 poros. Campanuláceas
1. Exina rugulada, con aspecto de surcos cerebroides. Tectum ondulado. En general 5 poros, ocasionalmente 4 o 7. Ulmáceas: *Ulmus*
2. Poros 5, ocasionalmente 4, vestibulados y prominentes. Exina lisa con engrosamientos en las zonas circumporales. Betuláceas: *Alnus*
2. Poros no vestibulados. .... 3.
3. Polen de más de 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ornamentación de la exina escábrida. Generalmente con 3 poros, ocasionalmente 4 o más.  
Ulmáceas: *Celtis*
3. Polen de menos de 20  $\mu\text{m}$  de diámetro. Poros ligeramente prominentes, con finos engrosamientos en su borde. En algún caso pueden observarse cúpulas de la intina. Número de poros de 3 a 7. Ornamentación de la exina lisa. Urticáceas: *Urtica*, *Parietaria*

**15. Polen estefanocolporado**

1. Polen con aberturas en número superior a seis. . . . . 2.
1. Polen con aberturas en número inferior a seis. Generalmente 3, 4 o 5. Aberturas formadas por colpos anchos con constricciones o rupturas que constituyen los poros. Ornamentación de psilada-escábrida a rugulada-estriada. Violáceas: *Viola*
2. Aberturas formadas únicamente por estructuras colporadas . . . . . 3.
2. Aberturas formadas por estructuras colporadas situadas en la zona ecuatorial y por depresiones poriformes en el apocolpio. De 11 a 18 colpos largos, anchos y con extremos romos. Poros grandes, alargados en el sentido del colpo. Ornamentación de psilada a escábrida. (30 × 29 µm). Poligaláceas: *Polygala*
3. Aberturas en número de 8 (excepcionalmente 9-10). Colpos estrechos, de extremos agudos, de longitud mediana y límites poco claros. Poros pequeños y bien definidos, en el centro de los colpos. Ornamentación psilada. Contorno del grano rectangular-obtuso en visión ecuatorial. Boragináceas: Tipo *Symphytum*
3. Aberturas en número de 10 (excepcionalmente hasta 12). Colpos anchos (5 µm), de extremos romos y cortos. Ornamentación escábrida. Visión ecuatorial circular o elíptica. Boragináceas: Tipo *Borago*

**16. Polen periculpado**

Polen de contorno esferoidal. Colpos muy cortos, en número muy elevado. Ornamentación reticulada, con retículo de grandes dimensiones con clavav o báculas en sus lúmenes.

Poligonáceas: *Polygonum amphibium*

**17. Polen periporado**

1. Polen heteropolar. Poros distribuidos, en su mayoría, en uno solo de los hemisferios del polen. Juglandáceas: *Juglans*
1. Polen no heteropolar . . . . . 2.
2. Ornamentación de la exina lisa, escábrida, verrugosa o microequinada . . . . . 10.
2. Ornamentación de la exina netamente equinada . . . . . 3.
2. Ornamentación de la exina reticulada . . . . . 5.
3. Polen con aberturas operculadas . . . . . 4.
3. Polen con aberturas no operculadas. Poros numerosos. Ornamentación de la exina formada por espinas dimórficas. Diámetro del polen de 60 a 140 µm. Malváceas: *Althaea*, *Lavatera*, *Malva*
4. Polen de tamaño mediano (40 µm aprox.). Bordes de los poros no muy bien definidos. Opérculos equinados. Ranunculáceas: *Ranunculus arvensis*
4. Polen de tamaño grande a muy grande (85-130 µm). Ornamentación

- formada por espinas y espínulas. Generalmente menos de 10 poros. Opérculo con espina central. Cucurbitáceas: *Cucurbita*
5. Los poros están localizados únicamente en el interior de algunas de los lúmenes del retículo de la exina..... 6.
  5. Poros ubicados en cualquier otra localización ..... 7.
  6. Los lúmenes del retículo que no poseen abertura presentan gránulos o báculos. Poligonáceas: Tipo *Polygonum persicaria*
  6. Los lúmenes del retículo que no poseen abertura no presentan gránulos o báculos. El aparente retículo del grano se debe a la ausencia de algunas báculos en su superficie. Timeleáceas
  7. Poros rodeados por un anillo. Retículo del grano poco aparente. Ocasionalmente opérculo con ornamentación más o menos equinada. Cariofiláceas
  7. Poros no rodeados por un anillo, generalmente con sus bordes poco definidos..... 8.
  8. Polen de tamaño grande a muy grande (80-140  $\mu\text{m}$ ). Ornamentación formada por un retículo muy aparente. Aberturas (de 9 a 15) rodeadas por granulaciones. Cactáceas: *Opuntia*
  8. Polen de tamaño pequeño a mediano..... 9.
  9. Aberturas pequeñas y en número variable (generalmente más de 10) de contorno irregular. Poros no operculados distribuidos regularmente por la superficie del polen. Los muros del retículo están formados por báculos apretadas muy visibles. Buxáceas: *Buxus*
  9. Aberturas medianas y en número variable (generalmente menos de 10, de 5 a 7), de bordes irregulares y ocasionalmente operculadas. Ornamentación de la exina formada por unos retículos con muros continuos. Anacardiáceas: *Pistacia*
  10. Poros bordeados por un anillo, ocasionalmente ligeramente prominentes ..... 11.
  10. Poros ni bordeados por un anillo ni prominentes ..... 14.
  11. Polen con menos de 20 poros ..... 12.
  11. Polen con más de 20 aberturas distribuidas regularmente por la superficie del grano. Exina netamente tectada y perforada. Amarantáceas. Quenopodiáceas
  12. Con 6 a 12 poros muy grandes, ocupando con el anillo, más de una cuarta parte del diámetro del polen. Papaveráceas: *Fumaria*
  12. Poros más pequeños. Ornamentación de la exina psilada, escábrida y/o microequinada ..... (Plantagináceas: *Plantago*) 13.
  13. Más de 8 poros (10 a 14), regularmente dispuestos, no prominentes. Plantagináceas: *Plantago* tipo *lanceolata*
  13. Menos de 8 poros, anillos grandes y poros prominentes. Plantagináceas: *Plantago* tipo *coronopus*
  14. Polen de tamaño pequeño (hasta 16  $\mu\text{m}$ ), de 3 a 7 poros. (Ver polen triporado). Urticáceas: *Urtica*, *Parietaria*

14. Polen de tamaño mediano (23-28  $\mu\text{m}$ ). de 8 a 10 poros . . . . . 15.  
 15. Poros distribuidos de forma regular por toda la superficie del grano, ocasionalmente poco aparentes.

Plantagináceas: *Plantago* tipo *media*

15. Poros agrupados de dos en dos, en los extremos de unos surcos. Ornamentación de la exina microequinada. Grosulariáceas: *Ribes*

### 18. Polen pericolporado

Colpos de longitud variable, siempre muy estrechos. Poros circulares muy pequeños. Ornamentación de la exina de reticulada (lúmenes menores de 1  $\mu\text{m}$ ) a perforada. Columelas visibles en sección óptima. Poligonáceas: Tipo *Rumex acetosa* (incluye *R. acetosella*, *R. aquaticus*, *R. conglomeratus*, *R. crispus*, *R. maritimus*, *R. obtusifolius*, *R. pulcher*, *R. sanguineus*, así como algún representante del género *Polygonum*).

### 19. Polen sincolpado

1. Polen espiroaperturado. Contorno esferoidal, de 30 a 37  $\mu\text{m}$  de diámetro. Ornamentación de la exina finamente reticulada.

Berberidáceas: *Berberis*, *Mahonia*

1. Polen no espiroaperturado. Colpos dispuestos meridionalmente . . . 2.  
 2. Dos colpos meridianos reunidos en los polos . . . . . 3.  
 2. Tres colpos fusionados en la región polar. Ornamentación finamente reticulada. (24  $\mu\text{m}$  diámetro). Primuláceas: *Primula*

3. Márgenes de los colpos mal definidos. Polen longuiáxico (33  $\times$  19  $\mu\text{m}$ ). Escrofulariáceas: *Pedicularis*

3. Márgenes de los colpos bien delimitados. Polen equiáxico. Colpos anchos con membrana granulosa. Exina reticulada.

Papaveráceas: *Hypecoum*

Ocasionalmente *Tamarix* presenta los tres colpos fusionados por la región polar. (Ver tricolpados reticulados).

### 20. Polen heterocolpado

1. Polen con seis aberturas, de las cuales tres son colporadas y tres, intercaladas con las anteriores, colpadas . . . . . 2.

1. Polen con nueve aberturas, de las cuales tres son colporadas y seis colpadas (dos colpos sin poro entre cada colpo con poro). Ornamentación de la exina de escábrida a rugulada. (24  $\times$  22  $\mu\text{m}$ ).

Verbenáceas: *Verbena*

2. Polen menor de 20  $\mu\text{m}$ . Aberturas colporadas con las endoaberturas prolongadas ecuatorialmente. El contorno del polen presenta, a menudo, una constricción ecuatorial. (10-20  $\times$  5-16  $\mu\text{m}$ ).

Boragináceas: Tipo *Myosotis*. (incluye *Cynoglossum* y *Lithospermum*)

2. Polen mayor de 20  $\mu\text{m}$ . Endoporos circulares bien definidos. Colpos sin poros de igual amplitud que los colpos con poros. Polen no constreñido ecuatorialmente. (aprox. 30  $\mu\text{m}$  diámetro).

Litráceas: *Lythrum*

### 21. Polen fenestrado

Polen de brevíaxico a esferoidal. Con lagunas o ventanas simétricamente dispuestas (fenestras o lofos). Espinas más o menos largas sobre las aristas de las ventanas. 3-4-5 porados o tricolporados.

Compuestas ligulifloras: *Andryala*, *Cichorium*, *Leontodon*, *Taraxacum*

Pueden incluirse en este grupo algunas especies de *Polygonum*, con la ornamentación formada por un retículo muy amplio que toma la apariencia de fenestrada.

### 22. Polen compuesto, en tétradas

1. Ornamentación psilada, escábrida, granulosa o verrugosa ..... 2.
1. Ornamentación reticulada. .... 6.
2. Tétradas en disposición tetragonal ..... 8.
2. Tétradas en disposición plana, no tetragonal. Exina de lisa a ondulada. De 3 a 6 aberturas, de forma irregular, localizadas en la pared divisoria de dos de los granos de polen de la tétrada.
 

Asclepiadáceas: Tipo *Periploca*
3. Tétradas de tamaño muy grande (más de 100  $\mu\text{m}$ ). Polen triporado y ánguloaperturado con grandes cúpulas en la base de los poros.
 

Onagráceas: *Epilobium*, *Fuchsia*
3. Tétradas de menor tamaño ..... 4.
4. Polen inaperturado. Tétradas en disposición tetragonal. Exina fina y lisa. En ocasiones existe un sulco, prácticamente invisible, en el polo distal del grano.
 

Juncáceas: *Juncus*, *Luzula*
4. Polen aperturado. Tricolpado a tricolporado ..... 5.
5. Polen sin surcos transversales.
 

Ericáceas: *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Calluna*, *Erica*, *Rhododendron*
5. Polen con surcos transversales.
 

Empetráceas: *Empetrum*
6. Tétradas en disposición tetragonal, ornamentación areolada.
 

Bignoniáceas: *Catalpa bignonioides*
6. Tétradas en disposición cuadrangular. Ornamentación finamente reticulada. Polen monoporado. Poros definidos tan sólo por la ausencia de retículo.
 

Tifáceas: *Typha*. Esparganiáceas: *Sparganium*

### 23. Polen compuesto, políadas

1. Polen dispuesto en grupos de forma irregular ..... 2.

1. Polen dispuesto en grupos de forma regular. El conjunto toma el aspecto de un disco plano y más o menos convexo. Mónada de forma más o menos cuadrada, ornamentación lisa y poros en los ángulos.  
Mimosáceas: *Acacia*
2. Polínios de 240 a 1300  $\mu\text{m}$  de largo. Ornamentación de lisa a ondulada.  
Asclepiadáceas: Tipo *Cynanchum*
2. Polínios mayores. Los granos individuales poseen un contorno angular. Pueden ser inaperturados, mono, di o trisulcados, o también tri o tetraporados.  
Orquidáceas

### Bibliografía

- Bermúdez-Cañete, C. 1978. Estudio del sedimento polínico en la miel de la Alcarria. Boletín de la Estación Central de Ecología. 14:39-51.
- Biri, M. & Alemany, J.M. 1979. Cría Moderna de las Abejas. De Vecchi. Barcelona.
- Bonet, A., Rita, J. & Sebastià, M.T. 1985. La flora melífera de la circumscripció de Barcelona. Estudis i monografies 7. Diputació de Barcelona. Barcelona.
- Crane, E. 1975. Honey: A Comprehensive Survey. Heinemann. London.
- Erdtman, G. 1943. An Introduction to Pollen Analysis. Waltham. New York.
- Fægri, K. & Iversen, J. 1950-1975. Textbook of Pollen Analysis. Munksgaard. Copenhagen.
- Free, J.B. 1970. Insect Pollination of Crops. Academic Press. London.
- Gómez, C. & Saenz, C. 1980. Análisis polínico de mieles de Cáceres (España). Anal. Inst. Bot. J. Cavanilles. 36:191-201.
- Herce, P. 1939. Flora y regiones melíferas de España. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- Howes, F.N. 1953. Plantas melíferas. Reverté. Barcelona.
- Louveaux, J. & Vergeron, P. 1964. Étude du spectre pollinique de quelques miels spagnols. Annals Abeille 7:329-347.
- Maurizio, A. & Louveaux, J. 1960-1964. Pollens des plantes mellifères d'Europe. Pollen et Spores 2:159-182; 3:219-246; 4:247-262; 5:213-232; 6:5-44.
- Pons, M. 1904. Flora Apícola de España. Administración del Apicultor. Barcelona.
- Ricciardelli, F. & Persano, L. 1981. Flora apistica italiana. Instituto Sperimentale per la Zoologia Agraria. Roma.
- Rita, J. 1983. Flora melífera de la Provincia de Lleida. Diputació de Lleida. Lleida.
- Rivera, M.D. 1964. La miel de la Alcarria. An. Bromatología 16:47.
- Romero, P. 1973. Mieles levantinas. Espectro polínico, composición química y cambios al envejecer. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Sala, A. 1983. Estudi palinològic dels sediments de les miels de Xixona. Tesina de licenciatura. Universitat de Barcelona.

- Sanz, B. & Triguero, A. 1970. Composición química y espectro polínico de mieles españolas. *An. Bromatología*, 22:277-406.
- Sawyer, R. 1981. *Pollen identification for beekeepers*. University College Cardiff Press. Cardiff.
- Vieitez, E. 1950a. El polen de las mieles de Galicia. *Anales de Edafología y fisiología vegetal* 10:79-100.
- Vieitez, E. 1950b. Palynological observation on some Spanish honeys. *Bull. Torey Bot. Club* 77:495-502.

*Manuscrito recibido el 4 de diciembre de 1985.*