

# Palinología Ibérica. Fam. 1 a 20. Cupressaceae a Betulaceae

Joan M. Roure

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

**Key words:** iberian peninsula, palynology, pollen morphology.

**Abstract.** *Palynology of the iberian peninsula. Fam. 1 to 20. Cupressaceae to Betulaceae.* This paper is the first one of a series of nine in which, successively, the morphological characters of the spores and the pollen of the flower plants present in the iberian peninsula will be described. Descriptions are specifically aimed to assist the identification in pollen analysis. Families are treated in alphabetical order and follow the nomenclature of *Flora Europaea*. Within each family, its more significant species in the Iberian Peninsula are dealt with.

**Resumen.** El presente trabajo es el primero de una serie de nueve en los que, sucesivamente, se describen las características morfológicas de las esporas y del polen de las plantas superiores existentes en la península ibérica. Las descripciones que se realizan están específicamente orientadas a servir como elemento de ayuda en la identificación en los análisis polínicos. Las familias se tratan siguiendo un orden alfabético y la nomenclatura de *Flora Europaea*. En cada una de ellas han sido analizadas sus especies más significativas para el territorio estudiado.

## Introducción

El trabajo que se presenta está específicamente orientado como ayuda en las identificaciones que se realizan durante los análisis polínicos, ya a partir de materiales fósiles o bien en materiales actuales, tanto en aeropalinología como en melisopalinología. Es el primero de una serie de nueve en los que, sucesivamente, se describen las características morfológicas de las esporas y del polen de las plantas superiores existentes en la península ibérica. Las descripciones se han estructurado reuniéndolas en familias que se ordenan alfabéticamente, para mayor comodidad en la consulta. Como es habitual en este tipo de trabajos dedicados a analistas de especialidades diversas (geología, arqueología, biología y medicina), se ha tomado como base de la nomenclatura empleada una obra que, como *Flora Europaea*, es accesible a los no especialistas en sistemática.

En cada una de las familias descritas se ha estudiado el polen de sus especies más significativas en la península ibérica. Igualmente se han descrito otras que, a pesar de ser introducidas, queda justificada su inclusión por la importancia que tienen. El tratamiento de las diferentes familias se inicia con un estudio sobre la constancia de las morfologías polínicas de sus integrantes. Ello da una idea de la variabilidad que cabe esperar en el seno de cada uno de

estos grupos taxonómicos. Si en una determinada familia existen varias morfologías polínicas diferentes, su descripción se realiza mediante la definición de los distintos tipos polínicos, lo cual permite la necesaria unificación de criterios para caracterizar este grupo taxonómico.

Para cada familia se describe la naturaleza del grano de polen, su simetría característica, así como la relación de las medidas de los ejes dominantes. En cuanto a las medidas de los ejes polar y ecuatorial (P,E), se relacionan los valores máximos y mínimos que se han encontrado. En la figura que acompaña la descripción de las morfologías polínicas de la familia, se presenta un esquema de aquellas más significativas en sus diferentes visiones y en corte óptico. Las características de la estructura de la exina se describen desde el punto de vista topográfico, como consecuencia del limitado poder de resolución del microscopio óptico con el que habitualmente se trabaja en los análisis polínicos. Para las especies estudiadas se dan los valores del grosor de la exina, la presencia o no de una estructura tectada y la relación entre el espesor de la sexina y de la nexina. Se acompaña de un esquema idealizado de los caracteres diferenciales apreciables a partir de la estructura de la exina. Otro grupo de caracteres diferenciales lo constituye la ornamentación de la superficie de la exina que, junto con la naturaleza, disposición y número de aberturas, representan los elementos necesarios para completar la identificación de los pólenes. En las figuras se señalan los rasgos fundamentales que presenta la ornamentación de la exina en cada familia, así como un esquema idealizado de la visión normal de la exina en análisis L-O.

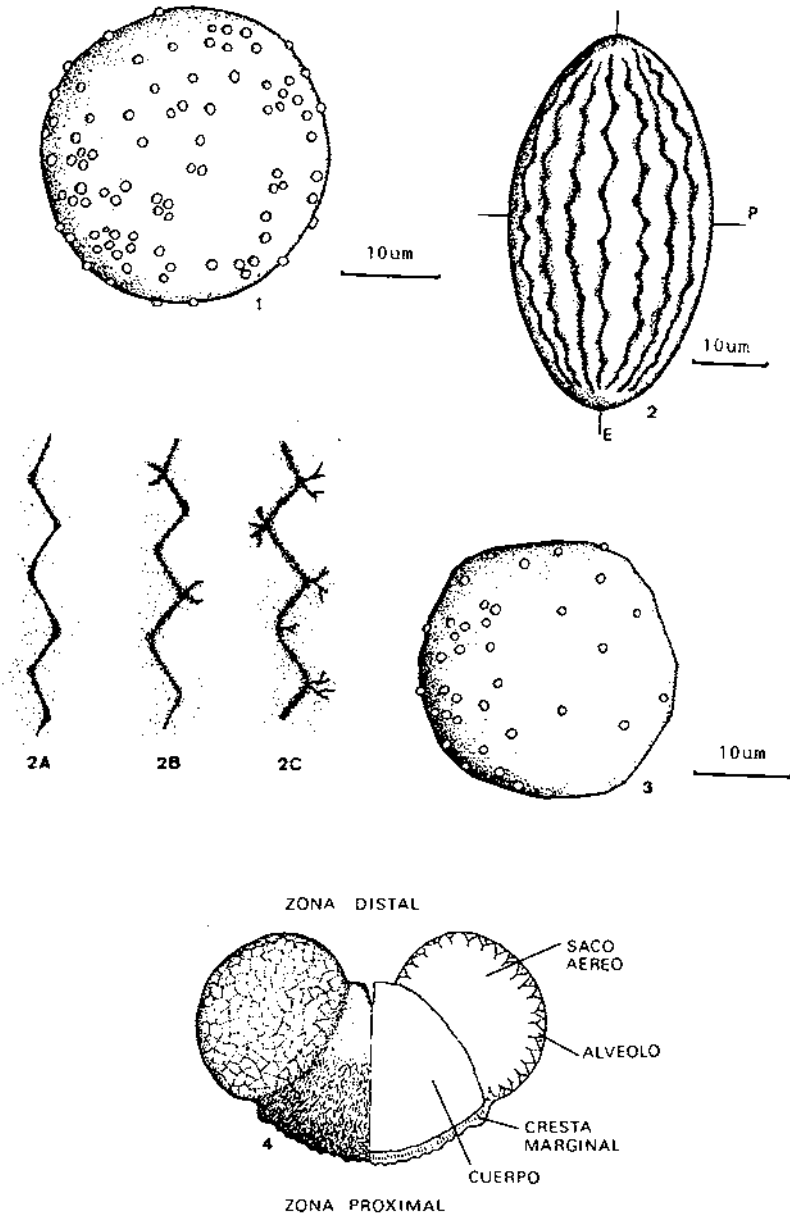
### Cupressaceae (Fig. 1)

Polen simple. Simetría central. Polen esferoidal. Tamaño mediano; la amplitud de medidas en cada una de las especies no permite su diferenciación.

<i>Cupressus sempervirens</i> L.	D: 18-40 $\mu\text{m}$
<i>Juniperus communis</i> L.	D: 16-31 $\mu\text{m}$
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	D: 18-33 $\mu\text{m}$
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	D: 21-32 $\mu\text{m}$
<i>Juniperus sabina</i> L.	D: 19-29 $\mu\text{m}$
<i>Juniperus thurifera</i> L.	D: 18-30 $\mu\text{m}$
<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl.) M.	D: 22-29 $\mu\text{m}$
<i>Thuja</i> L. sp.	D: 23-35 $\mu\text{m}$

La facultad de hidratarse que presenta la endexina (Duhoux 1975) sería, en parte, la responsable de las grandes variaciones de diámetro que pueden adquirir estos pólenes.

Exina tectada. En lugar de las columelas que sostienen el tectum, presentan una capa granulosa (Van Campo et al. 1973). Las pequeñas discontinuidades e interrupciones del tectum serían las responsables del aspecto irregular que, a gran aumento y con el microscopio óptico, presenta la superficie de la exina. La ornamentación de la exina se caracteriza por la presen-



Figuras 1-4. CUPRESSACEAE: 1. *Cupressus sempervirens*, visión general. EPHEDRACEAE: 2. *Ephedra fragilis*, visión polar. P. Eje polar. E. Eje ecuatorial. A. Detalle de un pliegue. B. *Ephedra distachya*, detalle de un pliegue. C. *Ephedra major*, detalle de un pliegue. TAXACEAE: 3. *Taxus baccata*, visión general. PINACEAE: 4. Morfología del grano de polen.

cia de estructuras psiladas, acompañadas por pequeñas gemas esféricas con una distribución totalmente irregular (Fig. 1).

Polen inaperturado, a la resolución del microscopio óptico. Se ha discutido la existencia, al menos en el interior de la pared del grano, de una zona apertural predeterminada (Duhoux 1975, Erdtman 1943, 1965, Ueno 1959, Wodehouse 1935, Yamazaki & Takeoka 1962). Puede deducirse la existencia de unseudoporo o una zona de germinación, visible al microscopio óptico únicamente en encontradas ocasiones.

Los cuatro géneros estudiados presentan morfologías polínicas extraordinariamente similares, sin que sea posible su diferenciación específica. Familia netamente estenopalynomorfológica. Las morfologías polínicas de Cupressaceae pueden confundirse con *Populus* o *Taxus*; sin embargo, las esculturas de la membrana, así como la forma de rotura que presentan estos pólenes permiten una cómoda diferenciación.

### Ephedraceae (Fig. 2)

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Breviáxico. La morfología del polen de *Ephedra* es muy característica por su forma de huso, surcado longitudinalmente por 3 a 15 pliegues. Se ha discutido la polaridad de este polen (Huynh 1975), determinándose que el eje más largo es perpendicular al eje polar (Fig. 2).

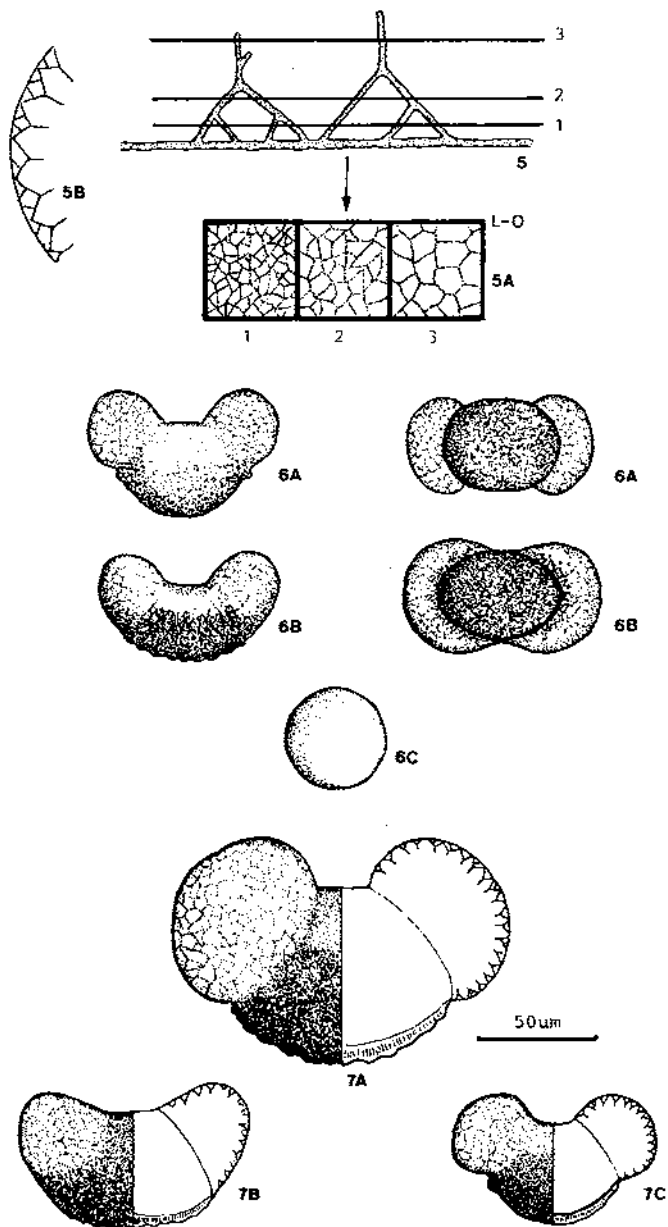
Tamaño mediano. Exina tectada, con la estructura típica en numerosas gimnospermas (Van Campo et al. 1973), endexina laminar y columelas granuladas.

<i>Ephedra fragilis</i> Desf.	P:30-40	E:49-53 $\mu\text{m}$	9-15 pliegues
<i>Ephedra distachya</i> L.	P:25-39	E:40-85 $\mu\text{m}$	3-8 pliegues
<i>Ephedra major</i> Host.	P:26-38	E:41-63 $\mu\text{m}$	5-8 pliegues

Polen inaperturado. La presencia de pliegues longitudinales da la sensación de la existencia de colpos; sin embargo, estos pliegues no son funcionales. El fondo de estos pliegues suele presentar una morfología zigzagueante, acompañado de cicatrices que constituyen unos buenos caracteres diferenciales de las especies estudiadas. *E. fragilis* (Fig. 2A), pliegues sin cicatrices. *E. distachya* (Fig. 2B), pliegues con cicatrices, ocasionales, poco ramificadas y poco apreciables. *E. major* (Fig. 2C), cicatrices de los pliegues muy aparentes y ramificadas.

### Pinaceae (Figs. 4-7)

Pueden definirse en esta extensa e importante familia (Erdtman 1943, 1952, 1965, Pokrovskaja 1950, Wodehouse 1935) tres grandes tipos polínicos. Familia curipalinomorfológica cuyas variadas morfologías son, sin duda, el resto de antiguos esplendores, y hablan de la existencia de varias líneas evolutivas englobadas en una misma unidad taxonómica.



Figuras 5-7. PINACEAE: 5. Estructura de los alveolos en el polen de *Pinus* sp. A. Análisis L-O. B. Corte óptico. 6. Tipos palinomorfológicos: A. Tipo *Abies-Pinus*. B. Tipo *Cedrus*. C. Tipo *Larix*. 7. Morfologías polínicas: A. *Abies alba*. B. *Cedrus* sp. C. *Pinus* sp.

Tipo polínico *Larix* (Fig. 6C). Polen simple. Simetría central, esferoidal. Exina lisa y sin aberturas aparentes. Dos géneros se pueden asignar a este grupo: *Larix* Mill. y *Pseudotsuga* Carr.

*Larix decidua* Mill. D: 75-98  $\mu\text{m}$  Esferoidal

Tipo polínico *Tsuga*. Polen simple. Simetría bilateral. Caracterizado por la presencia de una expansión transparente, a modo de ala o rudimentario saco aéreo, que rodea el cuerpo del polen. Inaperturado. Pertenece actualmente a este grupo el género *Tsuga* (Ant.) Carr.

Tipo polínico *Pinus* (Figs. 4, 6A). Morfología más característica y frecuente de la familia. Polen simple. Simetría bilateral, anisopolar. Breviáxico. Presentan verdaderos sacos aéreos. Pertenecen a este tipo los géneros vivientes: *Abies* Miller, *Cedrus* Trew., *Keteleeria* Carr., *Picea* A.D., *Pinus* L. y *Pseudolarix* Gord.

*Abies* Miller (Fig. 7A). El grosor de la parte central de la cúpula (zona proximal) oscila entre 5 y 10  $\mu\text{m}$ . Cuerpo del grano de más de 80  $\mu\text{m}$  de longitud.

*Abies alba* Miller long. cuerpo 80-145  $\mu\text{m}$

*Cedrus* Trew. (Fig. 7B). El grosor de la cúpula oscila entre 4 y 7  $\mu\text{m}$ . El borde exterior de la zona proximal es más o menos ondulado. Los sacos aéreos se prolongan por el cuerpo del grano.

*Cedrus atlantica* (Endl.) Carr. long. cuerpo 60-99  $\mu\text{m}$

*Cedrus deodara* (D. Don) G. Don long. cuerpo 68-97  $\mu\text{m}$

*Picea* A. Dietr. El tamaño de su polen es intermedio entre el de *Pinus* y el de *Abies*. El grosor de la exina, en la zona proximal, es de 3 a 4  $\mu\text{m}$ .

*Picea abies* A. Dietr. long. cuerpo 68-120  $\mu\text{m}$

*Pinus* L. El grosor de la pared, en la zona proximal, oscila entre 2 y 3,5  $\mu\text{m}$ . La longitud del cuerpo del grano de polen no llega a 80  $\mu\text{m}$ .

<i>Pinus canariensis</i> Sweet ex Spr.	48-67 $\mu\text{m}$	alv. largos	cúpula gruesa
<i>P. halepensis</i> Miller	43-65 $\mu\text{m}$	alv. largos	cúpula gruesa
<i>P. nigra</i> Arnold	45-65 $\mu\text{m}$	alv. cortos	cúpula gruesa
<i>P. pinaster</i> Aiton	50-75 $\mu\text{m}$	alv. cortos	cúpula gruesa
<i>P. pinea</i> L.	47-65 $\mu\text{m}$	alv. largos	cúpula gruesa
<i>P. sylvestris</i> L.	41-55 $\mu\text{m}$	alv. cortos	cúpula fina
<i>P. uncinata</i> Miller ex Mirbel	43-57 $\mu\text{m}$	alv. cortos	cúpula fina

En todos los géneros estudiados, la exina del área germinal (zona distal) es muy fina, de unas 0.5  $\mu\text{m}$ . En corte óptico se observa que la cúpula es netamente tectada, su grosor y el de sus componentes varía en cada una de las especies estudiadas, la altura de las báculas oscila de dos a siete veces el grosor del tectum que sustentan.

La ornamentación de la superficie de la exina, en el cuerpo del grano, es

poco significativa; variando de muy irregular en tamaño y morfología en la zona proximal a irregularmente lisa-finemente reticulada-rugulada en la zona distal.

Polen inaperturado. La salida del tubo polínico se produce mediante la rotura de la zona distal, situada entre los dos sacos aéreos.

La determinación específica de los integrantes de tipo polínico *Pinus* ha sido objeto de numerosas investigaciones. Inicialmente, se intentó resolver esta problemática mediante estudios biométrico-estadísticos más o menos complejos (Aytug 1960, 1961, 1962, Cain 1940, Ting 1966). Posteriormente se ha comprobado que la posible solución pasa por un detallado estudio de la estructura interna de los sacos aéreos (Sivak 1975, Sivak & Caratini 1973, Van Campo & Sivak 1972). Así como las medidas del cuerpo del polen pueden emplearse para su determinación genérica, la estructura de la pared de los sacos aéreos es, posiblemente, el carácter más interesante para la diferenciación específica.

El estudio detallado (Van Campo & Sivak 1972) de las estructuras alveolares, que sustentan el saco aéreo, revela que se trata de un carácter palinomorfológico bastante fijo; ello permite diferenciar con cierta seguridad las especies más próximas. En todo caso, es necesario estudiar la presencia y características morfológicas (Fig. 5) de los diferentes tipos de alveolos.

### Taxaceae (Fig. 3)

Una única especie estudiada, *Taxus baccata* L. Polen simple. Simetría central. Esferoidal de contorno más o menos irregular. Tamaño pequeño a mediano. Diámetro entre 17 y 35  $\mu\text{m}$ .

La exina es fina, 0.8 a 1.2  $\mu\text{m}$ , de grosor variable según el punto considerado. La escultura de la superficie del tectum recuerda a la de Cupressaceae, presenta gemas irregularmente repartidas, pero que se pierden con facilidad con la acetólisis.

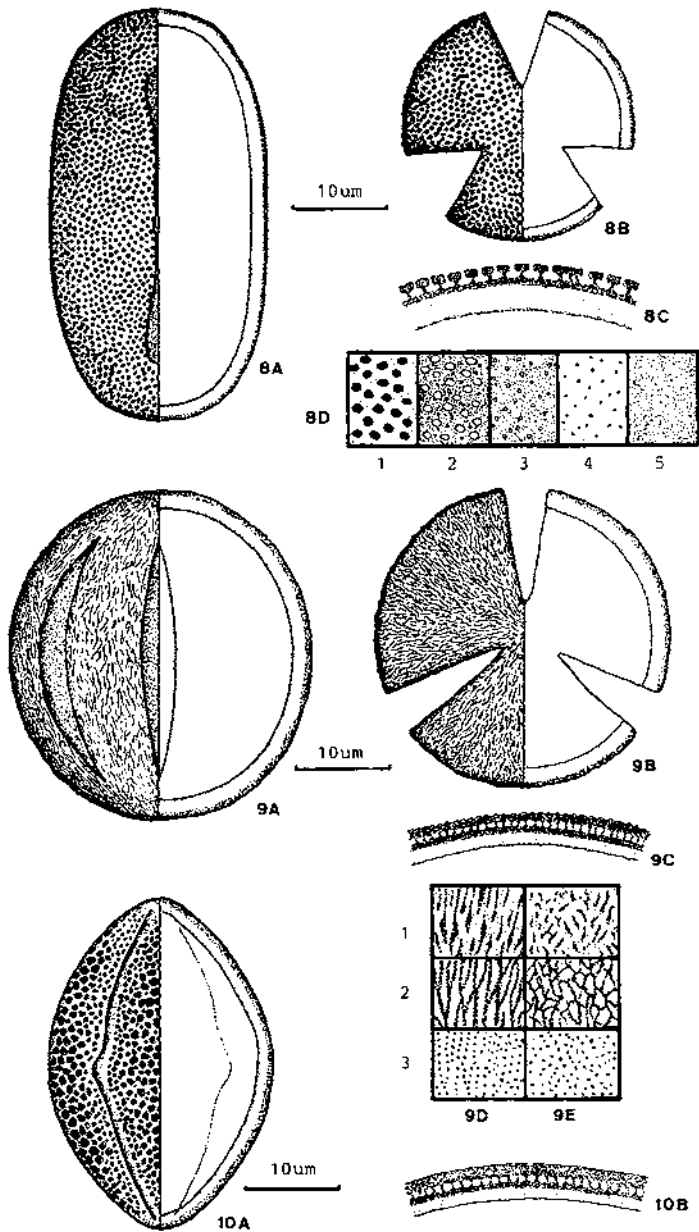
A la resolución del microscopio óptico se puede considerar su polen como inaperturado. Ha sido reconocida la presencia de una tenue estructura con las funciones de colpo, que sería mucho más aparente en otros géneros de esta misma familia (G. *Torrey*, Wodehouse 1935).

El contorno irregular-anguloso así como la pérdida de los elementos gemados del tectum permiten su diferenciación con relativa seguridad.

### Acanthaceae (Fig. 8)

El polen de esta familia presenta morfologías muy variables (Huang 1972, Raj 1961, 1963). Euripalinomorfológica. Aunque en las dos especies estudiadas se conserva una cierta constancia en los caracteres de familia, se ha confirmado (Erdtman 1952, Huard 1965) la gran variabilidad intraespecífica que, igualmente, presentan algunos de sus caracteres.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longiáxico. En visión polar,



Figuras 8-10. ACANTHACEAE: 8. *Acanthus mollis*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. Análisis L-O. ACE-RACEAE: 9. *Acer platanoides*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. *A. platanoides*, análisis L-O; E. *A. opulus*, análisis L-O. ADOXACEAE: 10. *Adoxa moschatellina*. A. Visión ecuatorial. B. Corte óptico de la exina.



presentan un contorno esferoidal a esferoidal-triangular. En visión ecuatorial, su contorno es longuiáxico. Tamaño del polen, mediano.

<i>Acanthus mollis</i> L.	P:40-67	E:18-31 $\mu\text{m}$	2-3-colp exina 2-3,5 $\mu\text{m}$
<i>Justicia nyssopifolia</i> L.	P:60-69	E:38-50 $\mu\text{m}$	2-colp exina 4-7 $\mu\text{m}$

En corte óptico, la exina aparece claramente tectada a tectada-perforada. Se ha observado que este carácter así como el número de aberturas es muy variable, incluso para un mismo individuo. Es frecuente la existencia de pólenes con cubiertas malformadas. La nexina es dos veces más gruesa que la sexina.

La ornamentación de la exina varía de areolada (*Justicia*) a perforada o perforada-reticulada (*Acanthus*). La superficie exterior del tectum adquiere, generalmente, un contorno finamente ondulado.

El número, disposición y morfología de las aberturas varía considerablemente en esta familia. *A. mollis* presenta aberturas simples en forma de colpos cortos en número de 1 a 3, generalmente tricolpado. *J. nyssopifolia* presenta aberturas compuestas, generalmente 2-colporado. El endoporo es muy aparente, con engrosamientos en la parte interior de la nexina. El colpo externo presenta la superficie escábrida, con restos de ornamentaciones.

#### Aceraceae (Fig. 9)

Esta familia presenta unas morfologías polínicas muy uniformes (Biesboer 1975, Clarke 1978, Erdtman 1952, Radulescu 1967). Seis especies del género *Acer* han sido estudiadas, apreciándose que las únicas variaciones significativas corresponden a la ornamentación de la superficie del tectum. Familia estenopalinomorfológica.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico a esferoidal. En visión polar presenta un contorno esferoidal, ligeramente ángulo-aperturado. En visión ecuatorial el contorno es longuiáxico a esferoidal, y muy ocasionalmente breviáxico.

El tamaño del polen mediano, oscilando entre las 20 y 40  $\mu\text{m}$ .

<i>Acer campestre</i> L.	P:33-39	E:31-34 $\mu\text{m}$	3-colp. estriado-reticulado
<i>Acer monspessulanum</i> L.	P:26-31	E:26-36,5 $\mu\text{m}$	3-colp. rugulado
<i>Acer negundo</i> L.	P:28-39	E:24-28 $\mu\text{m}$	3-colp. rugulado-estriado
<i>Acer opalus</i> Miller	P:24-34	E:29-34 $\mu\text{m}$	3-colp. estriado-reticulado-granuloso
<i>Acer platanoides</i> L.	P:31-41	E:30-37 $\mu\text{m}$	3-colp. estriado-reticulado
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	P:29-45	E:29-36 $\mu\text{m}$	3-colp. estriado-reticulado

La exina presenta una estructura tectada, de 1,1 a 2  $\mu\text{m}$ . La nexina es generalmente de mayor grosor que la sexina. La escultura de la superficie de la exina típica en el género *Acer* es estriada-reticulada, en visión al microscopio óptico recuerda el dibujo de las huellas dactilares (puede inducir a confu-

sión con el polen de Rosaceae). Algunas especies presentan una ornamentación escábrido-rugosa, así como toda la gradación entre ellas. La escultura de la exina permite definir dos tipos morfológicos.

Tipo polínico estriado-reticulado; incluye entre otros a *A. campestre*, *A. platanoides* y *A. pseudoplatanus*.

Tipo polínico rugulado-escábrido, de sexina más gruesa que la nexina; incluye entre otros a *A. opalus*, *A. monspessulanum* y *A. negundo*.

Las aberturas son simples. Polen tricolpado. Los colpos son cortos y no llegan a la región polar. Han sido descritas (Biesboer 1975, Pokrovskaja 1950) especies de este mismo género con aberturas compuestas.

### Adoxaceae (Fig. 10)

Una única especie de esta familia, *Adoxa moschatellina* L., ha sido estudiada. Su morfología puede considerarse la característica de esta familia (Reitsma & Reuvers 1975).

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico. En visión polar presenta un contorno esferoidal. En visión ecuatorial su contorno es longuiáxico a esferoidal. El tamaño del polen de esta especie es mediano. P:32-45  $\mu\text{m}$ , E:21-31  $\mu\text{m}$ .

La exina, que presenta un grosor de 2  $\mu\text{m}$ , es finamente tectada. La nexina y la sexina presentan un grosor semejante. La escultura de la superficie de la exina es finamente reticulada, aunque bien apreciable al microscopio óptico. El tamaño del retículo no es constante, el tamaño de la lúmina aumenta hacia la zona apocólpica.

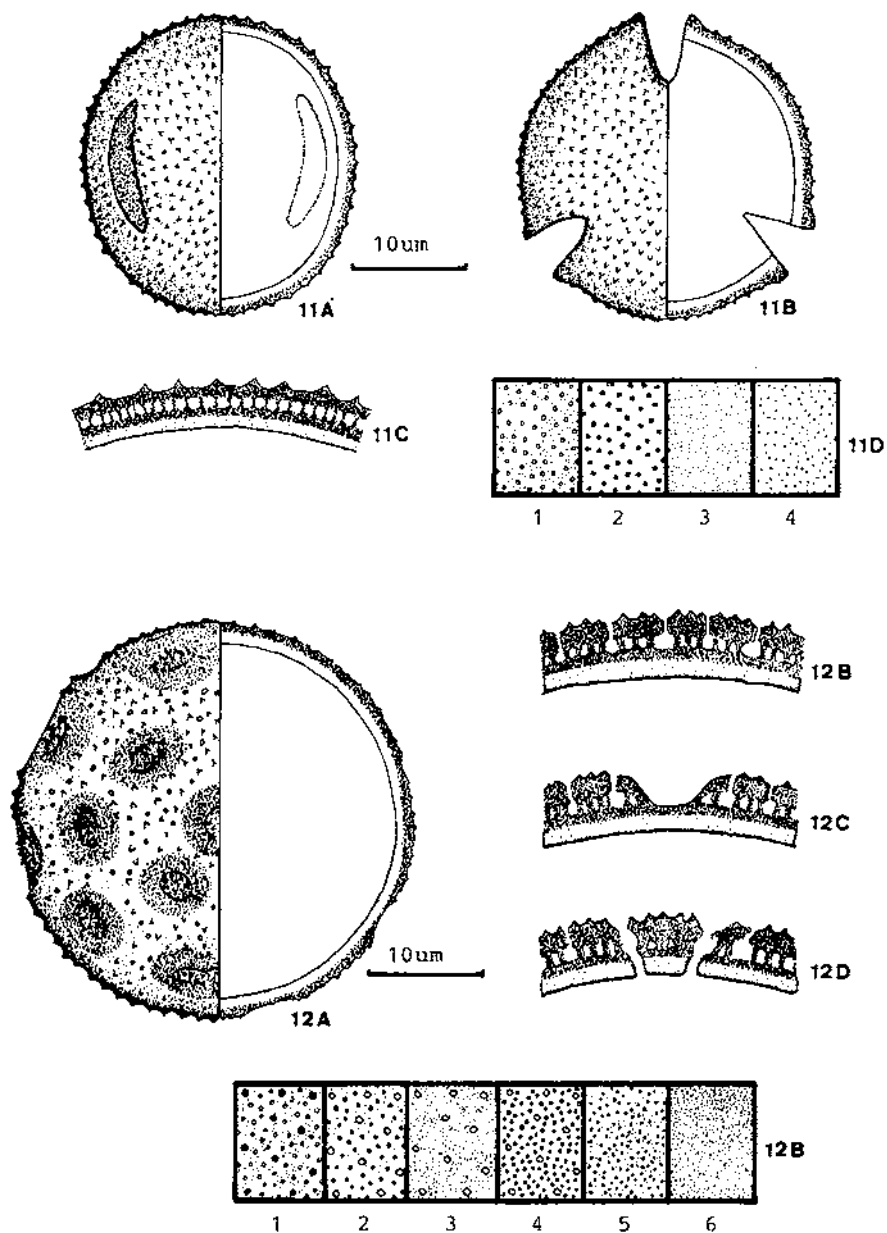
Las aberturas son compuestas. Polen 3-colporoidado. Los colpos, exteriores, son largos, dejando un pequeño triángulo polar; presentan el margen accentuado por el pequeño tamaño del retículo en sus proximidades. Los endoporos no son claramente visibles.

### Aizoaceae (Fig. 11)

Puede considerarse que esta familia es estenopalinomorfológica, dada la constancia que presentan sus caracteres polínicos (Dupont 1975, Erdtman 1952, Nowicke 1975, Rao et al. 1965). Tres especies han sido estudiadas: *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L. Bolus, *Mesembryanthemum crystallinum* L. y *M. nodiflorum* L.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico a equiáxico. En visión polar presenta un contorno subtriangular o esferoidal. En visión ecuatorial su contorno es de longuiáxico a esferoidal.

El tamaño del polen es mediano, de 20 a 35  $\mu\text{m}$ .



Figuras 11-12. AIZOACEAE: 11. *Carpobrotus acinaciformis*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. Análisis L-O. AMARANTHACEAE: 12. *Amaranthus albus*. A. Visión general. B. Corte óptico de la exina. C-D. Corte óptico de la zona apertural. E. Análisis L-O.

<i>Carpobrotus acinaciformis</i> (L.) Bolus	P:21-32	E:17-26 $\mu\text{m}$	3-colp. microequinado
<i>Mesembryanthemum</i> <i>crystallinum</i> L.	P:24-35	E:18-22 $\mu\text{m}$	3-colp. microequinado
<i>Mesembryanthemum</i> <i>nodiflorum</i> L.	P:21-33	E:18-20 $\mu\text{m}$	3-colp. microequinado

En corte óptico se puede observar que la exina es claramente tectada, con un grosor que oscila entre 1,2 y 2  $\mu\text{m}$ . La sexina es tan gruesa como la nexina. El tectum presenta microperforaciones y perforaciones de tamaño, disposición y número irregular. La ornamentación del tectum está formada por microverrugas y espinas de 0.2-0.3  $\mu\text{m}$ , ocasionalmente con la superficie del tectum estriada a rugulada.

Aberturas simples, polen tricolpado. Los colpos son cortos y de extremos redondeados. Se detecta la posible existencia de un poro. La membrana de los colpos es ocasionalmente granulosa.

### Amaranthaceae (Fig. 12)

Han sido descritos (Erdtman 1952) dos tipos polínicos en esta familia. El tipo polínico *Amaranthus*, caracterizado por presentar el polen poliporado (poliforado, pantoporado), similar al que presentan las quenopodiáceas. El segundo tipo polínico, tipo *Gomphrena* (incl. *Alternanthera* y *Gomphrena*), caracterizado por presentar las aberturas (oligo a poliforados), en menor número, localizadas en el fondo de depresiones formadas por la escultura de la exina, a modo de polen fenestrado. Todos los representantes del género *Amaranthus*, de nuestras regiones, pertenecen al primer tipo morfológico.

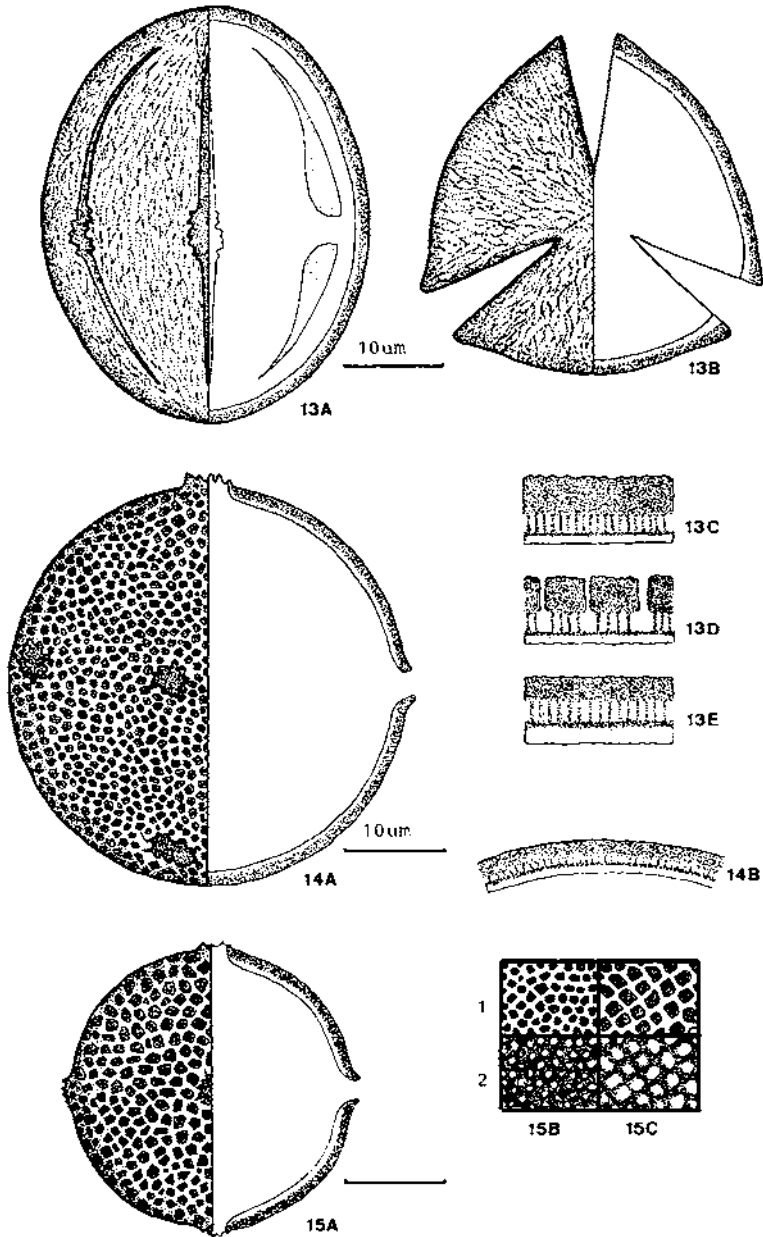
Esta familia que, aunque muy extensa, presenta una gran uniformidad en sus morfologías polínicas, puede considerarse como estenopalinomorfológica. Existe una gran similitud morfológica entre el polen de Amaranthaceae y Chenopodiaceae, lo que apoya la hipótesis de su gran proximidad filogenética y justifica su separación taxonómica relativamente reciente.

El tamaño del polen de las especies estudiadas es mediano, con un amplio margen de solapamiento de sus medidas que impide su diferenciación por este carácter.

<i>Amaranthus albus</i> L.	D:15-36 $\mu\text{m}$	poliporado
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	D:16-38 $\mu\text{m}$	poliporado
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	D:21-30 $\mu\text{m}$	poliporado

La exina está groseramente tectada, su espesor varía de 1 a 2  $\mu\text{m}$ , llegando ocasionalmente a 2.9  $\mu\text{m}$ . La sexina y la nexina presentan el mismo grosor. El tectum aparece atravesado por una serie de puntuaciones o perforaciones que, junto a las columelas que lo sustentan, dan lugar a una estructura bastante compleja y de laboriosa interpretación si se analiza en corte óptico.

La escultura de la exina, en esta familia, es bastante homogénea (Livingstone et al. 1973, Tsukada 1967) El perfil del tectum es psilado con ornamen-



Figuras 13-15. ANACARDIACEAE: 13. *Rhus coriaria*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. *Rhus coriaria*, corte óptico de la exina. D. *Cotinus coggyria*, corte óptico de la exina; E. *Schinus molle*, corte óptico de la exina. 14. *Pistacia lentiscus*. A. Visión general. B. Corte óptico de la exina. 15. *Pistacia terebinthus*. A. Visión general. B. *P. lentiscus*, análisis L-O. C. *P. terebinthus*, análisis L-O.

taciones que varían de escábridas a equinadas, repartidas regularmente por toda la superficie, intercaladas con las perforaciones que atraviesan el tectum de la exina.

Las aberturas son simples, poros de 2 a 2.5  $\mu\text{m}$  de diámetro, que en número elevado (siempre más de 20, entre 25 y 35) se reparten regularmente por toda la superficie del polen. Presentan un opérculo más o menos visible, a veces formando estructuras estrelladas (Nowicke 1975), que pueden llegar a desaparecer en el polen fosilizado o como consecuencia de tratamientos químicos.

### Anacardiaceae (Figs. 13-15)

Existe un gran dimorfismo entre los dos tipos polínicos que se describen en esta familia, por lo que se la considera como euripalinomorfológica.

Tipo polínico *Pistacia*. (Incluye el género *Pistacia* L.). Polen simple. Simetría central, isopolar. El contorno oblado del polen ha dado ocasión a algunos autores a considerarlo de simetría bilateral.

El tamaño del polen de las tres especies estudiadas da valores medianos para su diámetro (de 28 a 49  $\mu\text{m}$ ).

<i>Pistacia lentiscus</i> L.	D:25-38×36-49 $\mu\text{m}$	reticulado
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	D:24-35 $\mu\text{m}$	reticulado
<i>Pistacia vera</i> L.	D:30-42 $\mu\text{m}$	reticulado

Exina tectada, de 1.2 a 1.7  $\mu\text{m}$  de espesor. La sexina es más gruesa que la nexina. La ornamentación de la exina es netamente reticulada, siendo posible diferenciar *P. terebinthus*, al presentar un retículo más grande y regular que el de *P. lentiscus*.

Aberturas simples, en número variable que oscila de tres a seis poros, generalmente cuatro; localizados irregularmente en *P. lentiscus* y distribuidos en forma más regular en la superficie del polen de *P. terebinthus*. Los bordes de los poros son más o menos circulares, poco definidos e irregulares.

Tipo polínico *Rhus*. (incluye los géneros *Cotinus*, *Rhus* y *Schinus*). Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico. En versión polar presentan un contorno esferoidal, triangular. En visión ecuatorial, su contorno es netamente longuiáxico.

El tamaño de las cuatro especies estudiadas es mediano:

<i>Cotinus coggyria</i> Scop.	P:32-51 E:29-37 $\mu\text{m}$	1,5-2 $\mu\text{m}$	S > N
	3-colporoidado		
<i>Rhus coriaria</i> L.	P:36-48 E:24-34 $\mu\text{m}$	1,3-1,7 $\mu\text{m}$	S > N
	3-colporado		
<i>Schinus molle</i> L.	P:30-45 E:30-36 $\mu\text{m}$	2 $\mu\text{m}$	S < N
	3-colporado		
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	P:25-29 E:21-25 $\mu\text{m}$	2 $\mu\text{m}$	S < N
	3-colporado		

Exina tectada. La relación entre el grosor de la sexina y de la nexina permiten diferenciar el género *Schinus*, que presenta la sexina y nexina del mismo grosor, mientras que *Cotinus* y *Rhus*, en corte óptico (Fig. 13C-E) presentan la nexina mucho más fina que la sexina.

La ornamentación de la superficie del tectum es estriado-reticulada a granulosa.

Aberturas compuestas. 3-colporado (*G. Rhus, Schinus*) a 3-colporoidado (*G. Cotinus*).

En *Rhus coriaria* el colpo exterior es largo y el endoporo está muy marcado. *Schinus* sp. presenta la endoabertura ligeramente alargada en sentido ecuatorial.

En *Cotinus coggyria*, el colpo exterior es más corto y la endoabertura está poco definida, tomando el aspecto de un poroide.

### Apiaceae (Véase Umbelliferae)

### Apocynaceae (Figs. 16-17)

De las observaciones realizadas en las especies de la península ibérica así como en otros taxones de esta familia, realizadas por otros autores (Erdtman 1952, Huang 1972, Serbanescu-Jitariu 1972), pueden definirse dos tipos polínicos como característicos. Se define esta familia como euripalinomorfológica.

Tipo polínico *Vinca*. Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico. En visión polar presenta un contorno esferoidal-triangular. En visión ecuatorial su contorno es longuiáxico a ligeramente breviáxico. El tamaño del polen es mediano, las medidas observadas en las tres especies estudiadas varían entre 24-41 y 17-41  $\mu\text{m}$ .

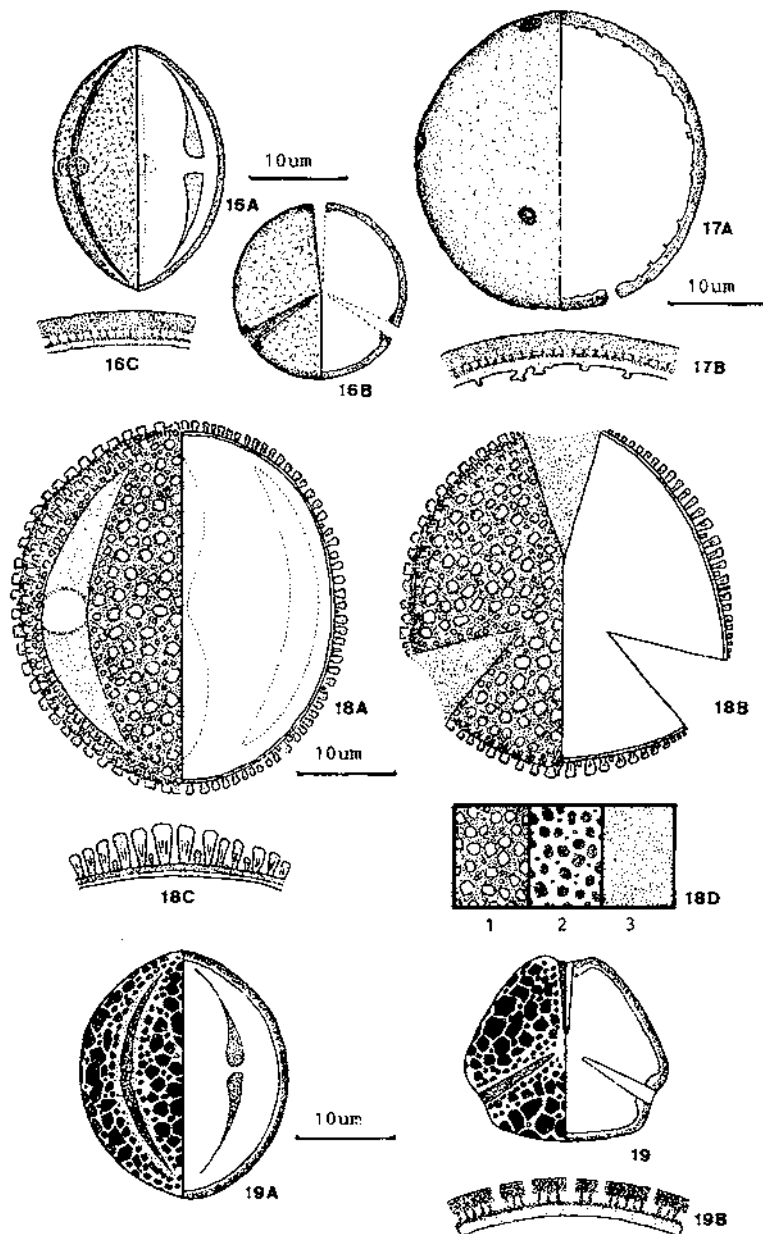
<i>Vinca minor</i> L.	P:35-41	E:32-41 $\mu\text{m}$	3,5-4 $\mu\text{m}$	baculado
<i>Vinca difformis</i> Pourret	P:32-35	E:25-28 $\mu\text{m}$	3-3,5 $\mu\text{m}$	reticulado
<i>Vinca major</i> L.	P:24-26	E:17-19 $\mu\text{m}$	1,5-4 $\mu\text{m}$	granuloso-estriado

Exina tectada. Su espesor varía, según las especies, de 1.5 a 4  $\mu\text{m}$ . En la zona apocólpica, la sexina presenta mayor grosor que la nexina. La ornamentación del tectum varía de baculada a reticulada y granuloso-estriada.

Aberturas compuestas. Polen 3-colporado. La nexina presenta un notable engrosamiento en los bordes de las aberturas. Las endoaberturas, situadas en la mitad del colpo, son alargadas y se disponen perpendicularmente a la ectoabertura.

Tipo polínico *Nerium*. Polen simple. Simetría central. Esferoidal, ocasionalmente el grano de polen adquiere un contorno tetragonal. Una única especie estudiada, *Nerium oleander* L., de polen de tamaño mediano D:30 a 33  $\mu\text{m}$

La exina es finamente tectada, de 1.8 a 2  $\mu\text{m}$  de espesor. La sexina es más grande que la nexina. Un carácter interesante es la presencia, en la cara



Figuras 16-19. APOCYNACEAE: 16. *Vinca major*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. 17. *Nerium oleander*. A. Visión general. B. Corte óptico de la exina. AQUIFOLIACEAE: 18. *Ilex aquifolium*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. Análisis L-O. ARALIACEAE: 19. *Hedera helix*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina.



interna de la nexina, de excrescencias irregulares. La ornamentación es irregular, de escábrida a granulosa.

Aberturas simples. Generalmente 4-6 poros, de 4-6  $\mu\text{m}$  de diámetro, distribuidos irregularmente. La exina está engrosada en los bordes del poro formando un anillo bien visible.

### Aquifoliaceae (Fig. 18)

Familia con una morfología polínica muy homogénea (Bonnefille 1971, Erdtman 1952, Martin 1977). En nuestras regiones existe un único género, *Ilex* L., del que se han estudiado dos especies, con morfologías muy similares.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longuiáxico a breviáxico. En visión polar presenta un contorno esferoidal-subtriangular. En visión ecuatorial el contorno varía de longuiáxico a esferoidal-breviáxico. El tamaño del polen es mediano.

<i>Ilex aquifolium</i> L.	P:34-41, 8	E:30,8-36,3 $\mu\text{m}$	3-colporado
<i>Ilex perado</i> Aiton	P:40-43	E:28-33 $\mu\text{m}$	3-colporado

Exina tectada. El grosor de la exina, incluyendo los elementos esculturales varía de 4 a 5  $\mu\text{m}$ . La ornamentación del tectum es muy característica y aparente, formada por clavias y gemas. La altura de las clavias de la superficie del tectum disminuye gradualmente hacia las zonas aperturales. A diferencia de *Ilex aquifolium*, *I. perado* presenta una ornamentación formada por clavias de forma más regular y estrecha.

Aberturas compuestas. Polen 3-colporado. Las ectoaperturas son colpos, anchos y que no llegan a los polos. La endoapertura es un poro, ligeramente alargado ecuatorialmente.

### Araliaceae (Fig. 19)

El polen de los componentes de esta familia presenta una cierta constancia en la morfología de su contorno, así como en la naturaleza, número y disposición de las aberturas (Erdtman 1952, Ngog-Sangh Bui 1970). Por el contrario, la variación es más amplia en cuanto a los caracteres de la ornamentación de la exina. Puede, a pesar de ello, considerarse que esta familia presenta una tendencia estenopalinomorfológica.

Ha sido estudiado el polen de dos especies, *Hedera helix* L. y *Fatsia japonica* Decne et Planch, como representantes de esta familia en estas latitudes.

Polen de tamaño pequeño a mediano, de 20 a 38  $\mu\text{m}$ .

<i>Hedera helix</i> L.	P:20-27	E:18-24 $\mu\text{m}$	3-colporado reticulado-heterobrochado
<i>Fatsia japonica</i> Decne et Planch.	P:28-38	E:20-31 $\mu\text{m}$	3-colporado verrucoso-equinado

Exina tectada, de 1 a 3  $\mu\text{m}$  de espesor. La sexina y la nexina son de igual espesor. La ornamentación típica de la familia es reticulada. En *Hedera helix*, el reticulado es irregular (heterobrochado) y muy característico: a gran aumento está formado frecuentemente por elementos simples, como claveado, que dan la impresión de unirse formando una estructura reticulada. La ornamentación del polen en *Fatsia japonica* toma el aspecto, a pequeño aumento, de una escultura reticulada, pero a mayor aumento se observa que está formada por elementos granuloso-equinados a dos niveles.

Las aberturas son compuestas. Polen 3-colporado. La ectoapertura es un colpo largo y estrecho que deja un pequeño triángulo polar. La endoapertura es un poro situado en la zona ecuatorial.

### Aristolochiaceae (Fig. 20)

Las características polínicas de los integrantes de esta familia son muy constantes (Beug 1961, Erdtman 1952), por lo que puede considerarse como estenopalynomorfológica.

Polen simple. Simetría central. Esferoidal, más o menos irregular a subtriangular.

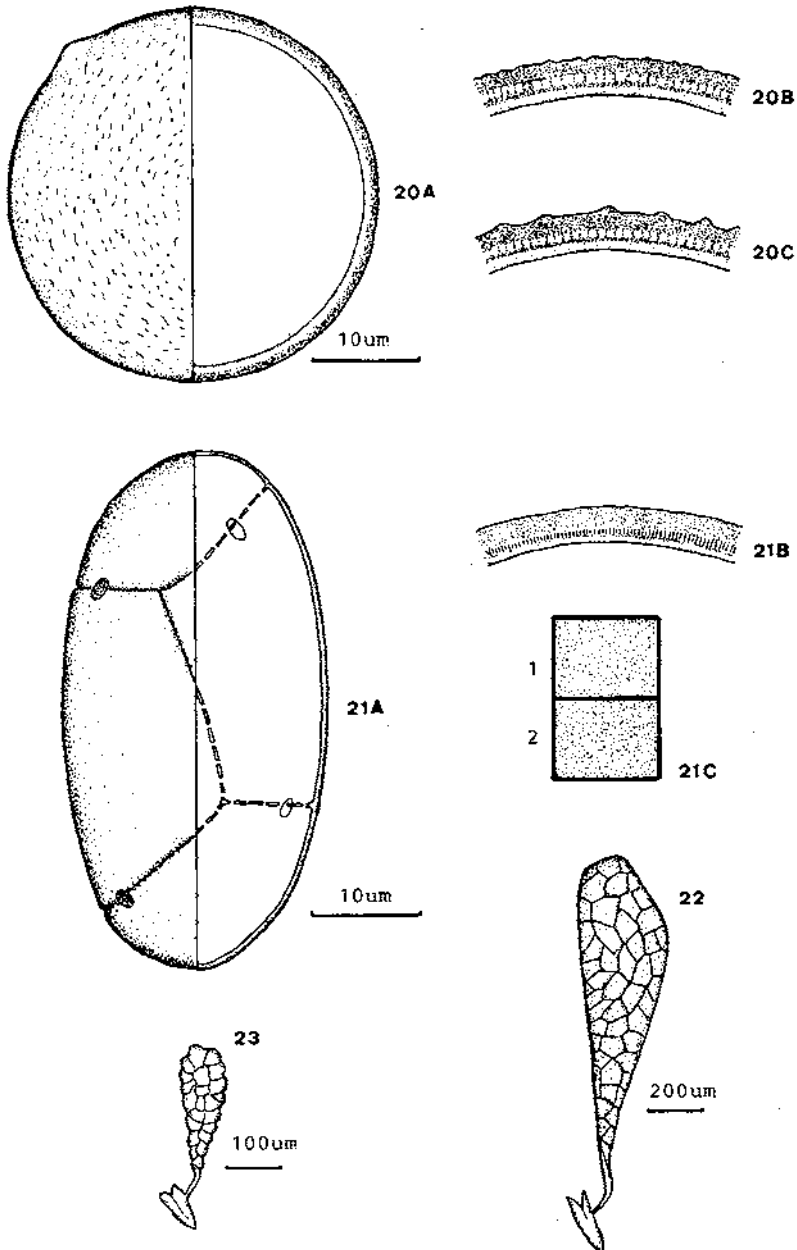
<i>Aristolochia baetica</i> L.	D:34,5-38,5 $\mu\text{m}$	S = N	2,2 $\mu\text{m}$	granuloso
<i>Aristolochia bianorii</i> Sennen & Pau	D:34-36,3 $\mu\text{m}$	S = N	1,7 $\mu\text{m}$	rugoso-granuloso
<i>Aristolochia clematitis</i> L.	D:40-50 $\mu\text{m}$	S = N	3 $\mu\text{m}$	escábrido-granuloso
<i>Aristolochia longa</i> L.	D:42-52 $\mu\text{m}$	S $\leq$ N	2,5-3 $\mu\text{m}$	escábrido
<i>Asarum europaeum</i> L.	D:30-45 $\mu\text{m}$	S = N	1-1,5 $\mu\text{m}$	gemado

Exina finamente tectada. El grosor de la exina varía, en las especies estudiadas, de 1 a 3  $\mu\text{m}$ , siendo en *Asarum europaeum* en la que aparecen valores más bajos. La sexina y la nexina presentan, en general, el mismo grosor. La superficie del tectum es ligeramente ondulada, especialmente en *A. bianorii*, lo que produce un aspecto cerebroide. La ornamentación del tectum varía de escábrida a granulosa y gemada (*A. europaeum*); en algunas especies llega a ser débilmente reticulada (Erdtman 1952).

Polen inaperturado. Pueden aparecer roturas como consecuencia de los tratamientos químicos. Un carácter interesante, aunque no siempre constante, es la presencia de engrosamientos (de uno a tres) en la superficie del tectum (Fig. 20) que posiblemente tendrían alguna función en el momento de la germinación.

### Asclepiadaceae (Figs. 21-23)

Han sido descritos dos tipos polínicos (Erdtman 1952, Schill & Jakel 1978) que corresponden a las dos subfamilias propias de Asclepiadaceae. Tipo polínico Periplocoideae (Fig. 21). Polen compuesto. Tétradas planas. Tamaño del polen mediano. Exina muy finamente tectada, de 1 a 1,5  $\mu\text{m}$  de espesor.



Figuras 20-23. ARISTOLOCHIACEAE: 20. *Aristolochia bianorii*. A. Visión general. B. *Aristolochia baetica*, corte óptico. C. *Asarum europaeum*, corte óptico. ASCLEPIADACEAE: 21. *Periploca laevigata*. A. Visión general. B. Corte óptico de la exina. C. Análisis L-O. 22. *Gomphocarpus fruticans*, visión general del polinio. 23. *Vincetoxicum nigrum*, visión general del polinio.

Sexina de igual al doble del grosor de la nexina. Son características las punteaduras existentes entre las paredes de separación de los granos de polen de la tétrada; estas punteaduras podrían tener un significado evolutivo (Guinet 1965) hacia la desaparición de las paredes intermedias.

*Periploca laevigata* Aiton                      44-56 × 22-25 µm                      tétrada plana

La ornamentación de la exina es de lisa a escábrida y la superficie del tectum se presenta ligeramente ondulada.

Las aberturas son simples, su número varía de tres a seis y su repartición es irregular, pero siempre sobre la pared divisoria de dos de los granos de polen de la tétrada.

Tipo polínico Cynanchoideae (Figs. 22, 23). Polen compuesto. Polinios prolongados por caudículos (Schill & Jakes 1978). Estos polinios presentan formas mazudas que llegan a alcanzar grandes tamaños, aunque bastante más pequeños que los polinios de Orchidaceae.

<i>Araujia sericifera</i> Brot.	680-750 × 360-375 µm
<i>Gomphocarpus fruticosus</i> (L.) Aiton	1210-1300 × 340-400 µm
<i>Asclepias cornuti</i> L.	670 × 1350 µm
<i>Cynanchum acutum</i> L.	330-360 × 210-240 µm
<i>Vincetoxicum nigrum</i> (L.) Moench	240-254 × 88-94 µm
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Med.	240-249 × 80-83 µm
<i>Caralluna europaea</i> R. Br.	380-400 × 250-300 µm

Exina muy finamente tectada, grosor de 3 a 8 µm. La ornamentación del tectum es generalmente lisa o plisada o más raramente escábrida. No se aprecian mecanismos aperturales.

#### **Balanophoraceae** (Fig. 24)

En esta familia han sido descritos varios tipos polínicos (Erdtman 1952, Huang 1972), por lo que se la considera euripalinomorfológica. Una única especie, *Cynomorium coccineum*, L., ha sido estudiada.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Longiáxico. En visión polar presenta un contorno esferoidal-triangular. En visión ecuatorial su contorno es longiáxico. El tamaño del polen es mediano.

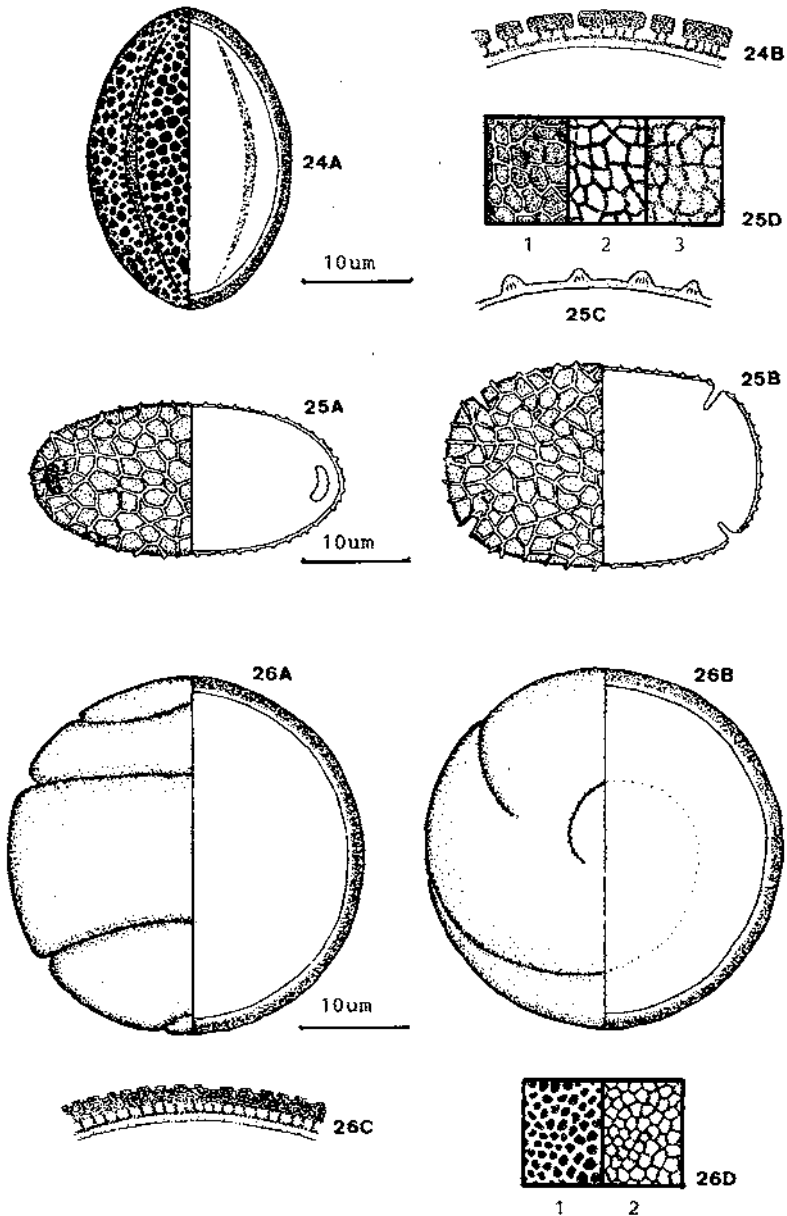
*Cynomorium coccineum* L.    P:24-30    E:15-24 µm    3-colpado 3 µm reticulado

La exina es tectada. Su espesor es de 3 µm. La sexina es algo más gruesa que la nexina. La ornamentación de la exina es reticulada. Los muri son duplibaculados. El tamaño del retículo disminuye hacia las zonas aperturales.

Aberturas compuestas. 3-colporoidado. La ectoapertura es un colpo largo y estrecho. La endoapertura es poco aparente.

#### **Balsaminaceae** (Fig. 25)

Familia con unas características polínicas muy uniformes (Erdtman 1952,



Figuras 24-26. BALANOPHORACEAE: 24. *Cynomorium coccineum*. A. Visión ecuatorial. B. Corte óptico de la exina. BALSAMINACEAE: 25. *Impatiens noli-tangere*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. Análisis L-O. BERBERIDACEAE: 26. *Berberis vulgaris*. A. Visión ecuatorial. B. Visión polar. C. Corte óptico de la exina. D. Análisis L-O.

Huynk 1966, 1969), por lo que se la considerará estenopalinomorfológica. Una única especie, *Impatiens noli-tangere* L., ha sido estudiada, pero en ella se aprecian las morfologías polínicas que caracterizan a este grupo taxonómico.

Polen simple. Simetría bilateral isopolar. Breviáxico. En visión polar presenta un contorno subrectangular. En visión ecuatorial su contorno es elíptico-subrectangular, marcadamente breviáxico.

El tamaño del polen es mediano.

*Impatiens noli-tangere* L. P:12.6-14.3 EI:28.6-34 EII:19.8-24  $\mu\text{m}$

La exina es finamente tectada; su grosor oscila entre 0.6 y 1  $\mu\text{m}$ . La sexina y la nexina presentan igual espesor. En las proximidades de las zonas aperturales, la nexina se engrosa ligeramente. La ornamentación de la exina es netamente reticulada, no apreciándose ningún tipo de diferenciación o variación en las proximidades de las aberturas.

Aberturas simples, formadas por colpos cortos (5-6  $\mu\text{m}$  de largo) en número de cuatro. Polen 4-colpoidado. Los colpos están situados, en visión polar, en los vértices del contorno subrectangular.

### Basellaceae

Ha sido estudiada una única especie, *Boussingaultia cordifolia* Ten., cuya morfología polínica sería representativa de la característica de esta exótica familia (Erdtman 1952).

Polen simple. Simetría central. Contorno esferoidal a romboidal. El tamaño del polen es mediano, de 26 a 40  $\mu\text{m}$  de diámetro.

La exina es finamente tectada, su espesor oscila entre 10 y 12  $\mu\text{m}$ . La sexina es de tres a cinco veces más gruesa que la nexina. La ornamentación es baculada. Las báculos aparecen muy compactas, lo cual produce el efecto de una ornamentación reticulada o granulosa.

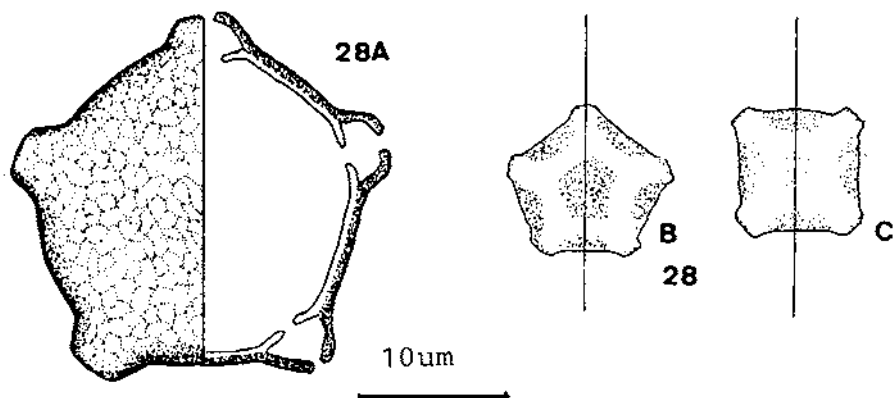
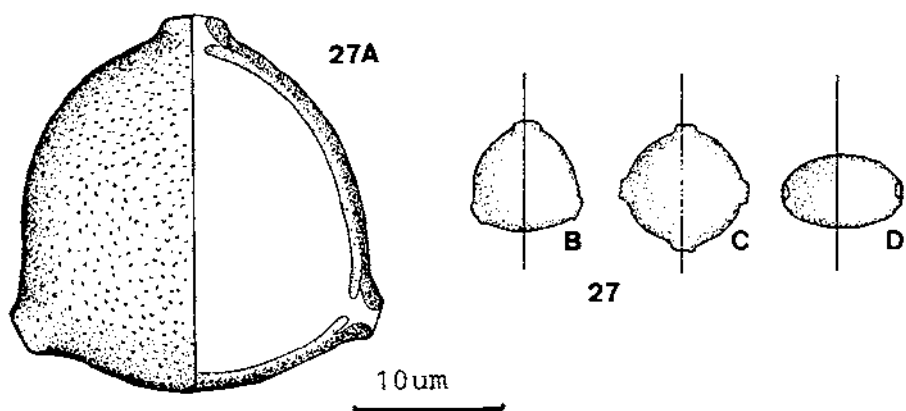
Aberturas simples, formando cortos colpos (*6-rugate*, Erdtman 1952), distribuidos regularmente en la superficie del polen.

### Berberidaceae (Fig. 26)

Esta familia presenta unas amplias características polínicas (Arkhangessky 1972, Beug 1961, Erdtman 1952), por lo cual se definen tres tipos polínicos, de polen bicolpado a polen espiroaperturado, como representativos.

Han sido estudiadas las dos especies de esta familia existentes en la península ibérica, *Berberis hispanica* Bois & Reuter, *Berberis vulgaris* L., que presentan unas características morfológicas muy similares.

Polen simple. Simetría central. Tanto en visión polar como ecuatorial presentan un contorno netamente esferoidal, que queda más o menos alterado a causa de la situación de las aberturas.



Figuras 27-29. BETULACEAE: 27. *Betula pendula*. A. Visión polar. B-D. Visión general. 28. *Alnus glutinosa*. A. Visión polar. B-C. Visión general. 29. Características diferenciales de las aberturas. A. *Betula*. B. *Alnus*. C. *Corylus*.

Tamaño del polen mediano; su diámetro varía de 31 a 36.5  $\mu\text{m}$ , sin que sea posible la diferenciación de las dos especies a partir de su tamaño.

La exina es finamente tectada, con valores de 1.6 a 2  $\mu\text{m}$ . La sexina es ligeramente más gruesa que la nexina. La ornamentación de la exina es finamente reticulada.

Aberturas simples, colpos largos en disposición espirada y en número variable de cuatro a seis. Polen 4-6-espiroaperturado. Frecuentemente, en especial después de tratamientos químicos; el polen se rompe siguiendo las aberturas, con lo cual presentan grandes deformaciones que hacen difícil la interpretación de su morfología.

### Betulaceae (Figs. 27-29)

Ha sido estudiado el polen de los géneros *Alnus* Miller y *Betula* L. La manifiesta homogeneidad de los caracteres polínicos generales (Erdtman 1952) permite considerar a esta familia como estenopalinomorfológica.

Polen simple. Simetría bilateral, isopolar. Breviáxico. En visión polar presenta un contorno de tetra a pentagonal en *Alnus*, muy ocasionalmente triangular. En *Betula*, el contorno es subtriangular. En visión ecuatorial, el contorno es elipsoidal breviáxico en los dos géneros estudiados.

El tamaño del polen es pequeño a mediano, con valores que oscilan entre las 15 y 30  $\mu\text{m}$ .

<i>Betula pendula</i> Roth.	P:15-18	E:17-26 $\mu\text{m}$	3-pororado
<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	P:18-21	E:22-28 $\mu\text{m}$	3-pororado
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertner	P:18-21	E:20-26 $\mu\text{m}$	4-5-pororado

La exina es finamente tectada, de 1.5 a 2  $\mu\text{m}$  de espesor. La sexina es de dos a tres veces más gruesa que la nexina. En las proximidades de las aberturas, la sexina se despega y separa de la nexina, levantándose ligeramente, y se engrosa considerablemente dando la impresión de una protuberancia cupuliforme.

Hay que señalar, como característico de esta familia, la presencia en el polen de *Alnus*, y en menor grado en el polen de *Betula*, de unos engrosamientos de la exina denominados arcos (Erdtman 1943), que recorren el grano de polen de abertura a abertura (Fig. 28A).

La ornamentación de la superficie de la exina varía de lisa a finamente equinada. Para observar los elementos esculturales equinados de la exina hay que hacerlo al mayor aumento. En *Alnus glutinosa*, las espínulas presentan una clara tendencia a adoptar disposiciones que recuerdan ornamentaciones rugosas o más o menos reticuladas.

Aberturas simples. Poros. Polen 3-4-5-pororado. Los poros presentan un ligero alargamiento en sentido longitudinal. En *Betula* el número de aberturas es de tres, mientras que en *Alnus* el número de poros varía de tres a cinco, siendo 5-pororado lo más frecuente.



El estudio detallado de la estructura de la exina, con la disposición de la sexina y de la nexina, permiten la diferenciación de los géneros *Alnus*, *Betula* y *Corylus*.

<i>Alnus</i> Miller	(3-4)5-pororado contorno pentagonal. Sexina netamente separada.
<i>Betula</i> L.	3-pororado contorno esferoidal-triangular. Nexina engrosada.
<i>Corylus</i> L.	3-porado contorno subtriangular. Nexina no engrosada.

La presencia de una estructura cupuliforme en las zonas aperturales permite diferenciar claramente los componentes de la familia Betulaceae de otros taxones con morfología polínica similar.

### Bibliografía

- Arkhangessky, D.B. 1972. Morphology of pollinated grains of *Leontice* L., *Gymnospermium* Spach and genera of the family Berberidaceae. *Botaniceskij Zurnal* 57:921.
- Aytug, B. 1960. Quelques mensurations des pollens de *Pinus sylvestris* L. *Pollen et Spores* 2:304-309.
- Aytug, B. 1961. Étude des pollens du genre *Cedrus* Link. *Pollen et Spores* 3:47-54.
- Aytug, B. 1962. Diagnose des pollens de *Pinus sylvestris* et *Pinus uncinata* des Pyrénées. *Pollen et Spores* 4:283-296.
- Beug, H.J. 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Stuttgart.
- Biesboer, D.D. 1975. Pollen morphology of the Aceraceae. *Grana Palyn.* 15:19-28.
- Bonnefille, R. 1971. Atlas des pollens d'Ethiopie. Principales espèces des forêts de montagne. *Pollen et Spores* 13:15-72.
- Cain, S.A. 1940. The identification of species in fossil pollen of *Pinus* by size-frequency. *Am. J. Bot.* 27:301-308.
- Clarke, G.C. 1978. Aceraceae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 26:181-193.
- Clausen, E.K. 1960. A survey of variation in pollen size within individual plants and catkins of three taxa of *Betula*. *Pollen et Spores* 2:299-304.
- Duhoux, E. 1975. L'aperturación dans l'exine et dans l'intine externe du pollen de *Juniperus chinensis* L. et de *Juniperus communis* L. *Pollen et Spores* 17:191-202.
- Dupont, S. 1975. Étude du pollen de Messembryanthemaceae peu succulentes. *C. R. Acad. Sci. D.* 281:791-794.
- El-Gazzar, A. & Hamza, M. K. 1973. Morphology of the twin pollinia of Asclepiadaceae. *Pollen et Spores* 15:460-470.
- El-Gazzar, A., Hamza, M.K. & Badawi, A.A. 1974. Pollen morphology and taxonomy of Asclepiadaceae. *Pollen et Spores* 16:227-238.
- Erdtman, G. 1943. *An Introduction to Pollen Analysis*. Whithman. New York.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy*. Hafner. New York.
- Erdtman, G. 1965. III. Gymnosperme. *Almqvist & Wiksell*. Stockholm.
- Guinet, P. 1965. Remarques sur les pollens composés a parois internes perforées. *Pollen et Spores* 7:13-18.

- Huang, T.C. 1968. Pollen grains of Formosan Plants. *Taiwania* 14:133-270.
- Huang, T.C. 1972. Pollen Flora of Taiwan. nat. Taiwan Univ. Bot. Dep. Press. 297 pp.
- Huard, D. 1965. Origine de quelques anomalies observées chez les pollens d'Acanthacées. *Pollen et Spores* 7:19-26.
- Huynk, K.L. 1966. Cinq espèces d'*Impatiens* au pollen insolite. *Pollen et Spores* 8:455-460.
- Huynk, K.L. 1967. Le déterminisme de l'emplacement des ouvertures sur le pollen d'une espèce à quatre ouvertures: *Impatiens scabrida* D.C. *Grana Palyn.* 7:37-45.
- Huynk, K.L. 1968. Morphologie du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. I. *Grana Palyn.* 8:87-184.
- Huynk, K.L. 1968. Morphologie du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. II. *Grana Palyn.* 8:277-516.
- Huynk, K.L. 1969. Morphologie du pollen des Tropaeolacées et des Balsaminacées. III. *Grana Palyn.* 9:34-49.
- Huynk, K.L. 1974. Le problème de la polarité du pollen d'*Ephedra*. *Pollen et Spores* 16:469-474.
- Livingstone, D.A., Tomlinson, M., Friedman, G. & Broome, R. 1973. Stellate pore ornamentation in pollen grains of the Amaranthaceae. *Pollen et Spores* 15:345-351.
- Martin, H.A. 1977. The history of *Ilex* with special reference to Australia. *Austr. J. Bot.* 25:655-673.
- Ngoc-Sanh Bui. 1970. Contribution palynologique à l'étude du genre *Panax* L. *Pollen et Spores* 12:5-19.
- Nowicke, J.N. 1975. Pollen morphology in the Order Centrospermae. *Grana Palyn.* 15:51-78.
- Pragowski, R.J. 1962. Notes on the Pollen Morphology of Swedish trees and shrubs. *Grana Palyn.* 3:45-65.
- Pragowski, R.J. 1966. On pollen size variations and the occurrence of *Betula nana* in different layers of a bog. *Grana Palyn.* 6:528-543.
- Pokrovskaia, I.M. 1950. Analyse Pollinique. *Ann. B.R.G.G.M.* 24.
- Radulescu, D. 1967. Cercetari palynologicereferitoare la familiile Anacardiaceae, Aceraceae. *Lucr. Grad. Bot. Bucuresti:* 169-185.
- Raj, B. 1961. Pollen morphological studies in the Acanthaceae. *Grana Palyn.* 3:3-108.
- Raj, B. 1973. Further contribution to the pollen morphology of the Acanthaceae. *J. Palyn.* 9:91-141.
- Rao, A.R. et al. 1965. Palynological studies in Indian Aizoaceae. *Palynol. Bull. Lucknow* 1:50-51.
- Reitsma, T. & Reuvers, A.A.M.L. 1975. Adoxaceae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 19:71-74.
- Schill, R. & Sakel, U. 1978. Beitrag zur Kenntnis der Asclepiadaceae Pollinarien. *Akad. Wissenschaften und der Literature. Mainz. Math. Natur. Klasse* 22:1-222.
- Serbanescu-Jitariu. 1972. Cercetari asupra morfologiei pelenului familiei Apocynaceae. *Acta Bot. Horti. Bucuresti* 1970-79:285-294.
- Sivak, J. 1975. Les caractères de diagnose des grains de pollen à ballonets des Abietacées. *Pollen et Spores* 15:349-421.
- Sivak, J. & Caratini, C. 1973. Détermination de pollens de *Pinus* américains dans le Miocène inférieur des landes (France), d'après la structure de l'ectexine de leurs ballonets. *Grana Palyn.* 13:1-17.

- Ting, W.S. 1966. Determination of *Pinus* species by pollen statistics. Univ. Calif. Publ. Geol. Sci.
- Tsukada, M. 1967. Chenopod and Amaranth Pollen: electron-microscope identification. Science 157:80-82.
- Ueno, J. 1959. Some Palynological observations of Taxaceae, Cupressaceae and Araucariaceae. Journ. Inst. Poly. Osaka Univ. 10:75-87.
- Van Campo, M. & Sivak, J. 1972. Structure alveolaire de l'ectexine des pollens a ballonets des Abietacées. Pollen et Spores 14:115-142.
- Van Campo, M., Sivak, J. & Lugardon, B. 1973. Structure grenue infratectale de l'ectexine des pollens de quelques Gymnospermes et Angiospermes. Pollen et Spores 15:172-187.
- Van Went, J.L. 1974. The ultrastructure of *Impatiens* pollen fertilization in higher plants. North Holland Publ.: 81-88.
- Vishnu-Mittre & Sharma, B.D. 1963. Pollen morphology of the Indian species of *Alnus*. Grana Palyn. 4:302-305.
- Walker, J.W. 1976. Comparative pollen morphology and phylogeny of the Ranalean complex. In: C.B. Beck (ed.) Origin and Early Evolution of Angiosperms. Columbia University Press. New York.
- Wodehouse, R.P. 1935. Pollen grains. Mc Graw-Hill. New York.
- Yamazaki, T. & Takeoka, M. 1962. Electron-microscope investigations of the fine details of the pollen grain surface in Japanese Gymnosperms. Grana Palyn. 3:3-12.

*Manuscrito recibido en septiembre de 1985.*