

CLAVE DETERMINATIVA GENÉRICA DE PÓLENES TRICOLPADOS

F. del Baño*

Recibido: marzo 1985

SUMMARY

Key for genera determination of tricolpate **pollens**

A dichotomic key for the identification of one hundred of genera and families of tricolpate pollen is proposed. The generic key is accessible through an entry key which selects the main types of pollinic sculptures and refers to the corresponding groups. In the preliminary sections of the entry key, the principal types of exin are described. Some general reflexions on pollinic morphology are given.

Key words: Pollen. Dichotomic key.

RESUMEN

Se propone una clave dicotómica para indentificar cerca de un centenar de géneros y familias que presentan pólenes tricolpados. A la clave genérica se accede mediante otra de entrada, que selecciona los principales tipos de escultura polínica y remite al grupo correspondiente de aquella, en cuyos apartados introductorios se describen los principales tipos de exina. Como preámbulo se exponen algunas consideraciones generales sobre morfología polínica.

Palabras clave: Clave dicotómica. Polen tricolpado.

INTRODUCCIÓN

Aunque desde la más remota antigüedad (Dioscórides y otros botánicos romanos del siglo IV a. J.C.) el polen fue conocido, no es hasta los trabajos de WODEHOUSE (1935) y sobre todo los de ERDTMAN (1943) cuando la Palinología adquiere un desarrollo gradual. Impulsado por los avances conseguidos a partir de las dos últimas décadas, el estudio del polen actual y fósil ha alcanzado tal auge que permite garantizar el gran valor asistencial que la palinología está prestando en campos del conocimiento muy distintos: médico farmacéutico (alergia, antibióticos, alimentación); botánico (taxonomía, fisiología, genética); geológico (estratigrafía, limnología, edafología, silvicultura); arqueológico (datación del pasado) e, incluso, el policial.

Dado que la morfología polínica, y sobre todo sus aspectos esculturales y estructurales tan variados, constituye un instrumento taxonómico cada vez más utilizado por los sistemáticos, se exponen como introducción algunas consideraciones generales sobre estructura y escultura.

El grano de polen o microgametófito en reposo de los espermatófitos (antófitos o fanerógamas) presenta alrededor de la parte central viviente una membrana inerte y muy compleja cuyo conjunto de capas constituye la esporodermis. Esta consta esencialmente de dos capas concéntricas: una interior, la intina, que se destruye con facilidad; otra exterior, la exina, constituida por uno de los materiales más resistentes del mundo orgánico y objeto predilecto de estudio del palinólogo.

La exina puede estar ausente (ciertas plantas acuáticas) o reducida a una sola capa; pero lo

* Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.

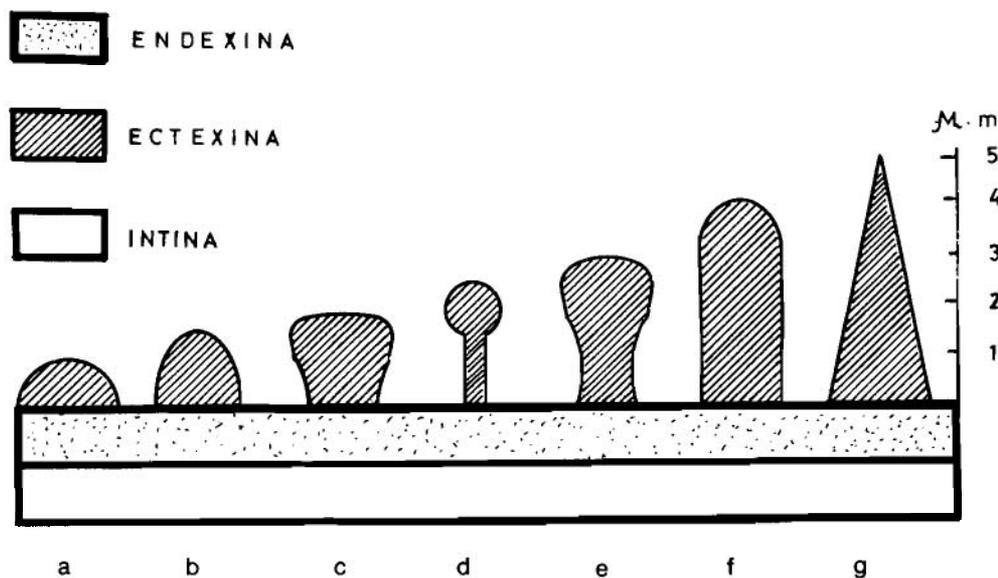


FIGURA 1. Esquema de los elementos esculturales: a, gránulo; b, verruga; c, gema; d, pilo; e, clava; f, columela; g, espina (de FAEGRI & IVERSEN, 1975 modificado).

Scheme of the sculpturing elements. a: granule; b: wart; c: gemma; d: pilum; e: clava; f: columella; g: spine (from FAEGRI & IVERSEN 1975 modified).

más frecuente es que esté formada por dos superpuestas: una interior, homogénea, continua, de estructura **tangencial** y poco susceptible de variar su espesor —excepto en las proximidades de los **colpos**—, constituye la endexina; otra exterior, de composición química diferente y en la mayoría de los casos de estructura radial, conforma la ectexina.

En la figura 1 se representan esquemáticamente los elementos esculturales cuyo desarrollo, forma, distribución y relaciones son el origen de los diferentes tipos de exina. Los principales modelos estructurales y esculturales (PONS, 1970) son (fig. 2):

1. Cuando en granos intactados los elementos esculturales se desarrollan aisladamente, ellos mismos constituyen sobre la endexina un tipo de escultura (A 1). El tamaño y la forma de estos elementos puede variar mucho, con predominio, a veces, de las formas **globosas** sobre las alargadas; su distribución puede originar diversos motivos ornamentales, como estnas, redes o **retículos**, etc., y, por la ausencia de **téctum** (véase n.º 3), este tipo de exina se llama intactada (B 1).

2. Los elementos esculturales pueden constituir, por fusión lateral completa, bien una

capa aparentemente continua (B 2), o un muro compacto en el cual se originan los mismos motivos ornamentales del caso anterior (A 8). Es, también, un tipo de exina intactada.

3. Al fusionarse los elementos esculturales sólo por la parte superior, la zona fusionada forma una nueva cubierta continua llamada **téctum** (A 3, 4, 5 y 6; B 3), la cual es sostenida por las columelas y constituye la región del **infratéctum**.

4. La desigual manera de fusionarse las **columelas** origina, entre otras formas ornamentales, bien un muro tectado (B 4), o pequeños islotes tectados (B 5), los cuales casi siempre se corresponden con granos de polen **reticulados** (fig. 8). En estos, los orificios de variada amplitud, reciben el nombre de lúmenes, y los anillos o engrosamientos de endexina (costillas) que los separan, el de muros (fig. 9B).

Entre los tipos de endexina tectada, desde las de **téctum perforado** (A 5) hasta las **semitectadas fenestradas** (con lagunas o ventanas de gran dimensión), hay gran variedad de casos intermedios; así, una exina tectada de columelas fusionadas posibilita su transformación en una ectexina continua, y algunas columelas pueden,

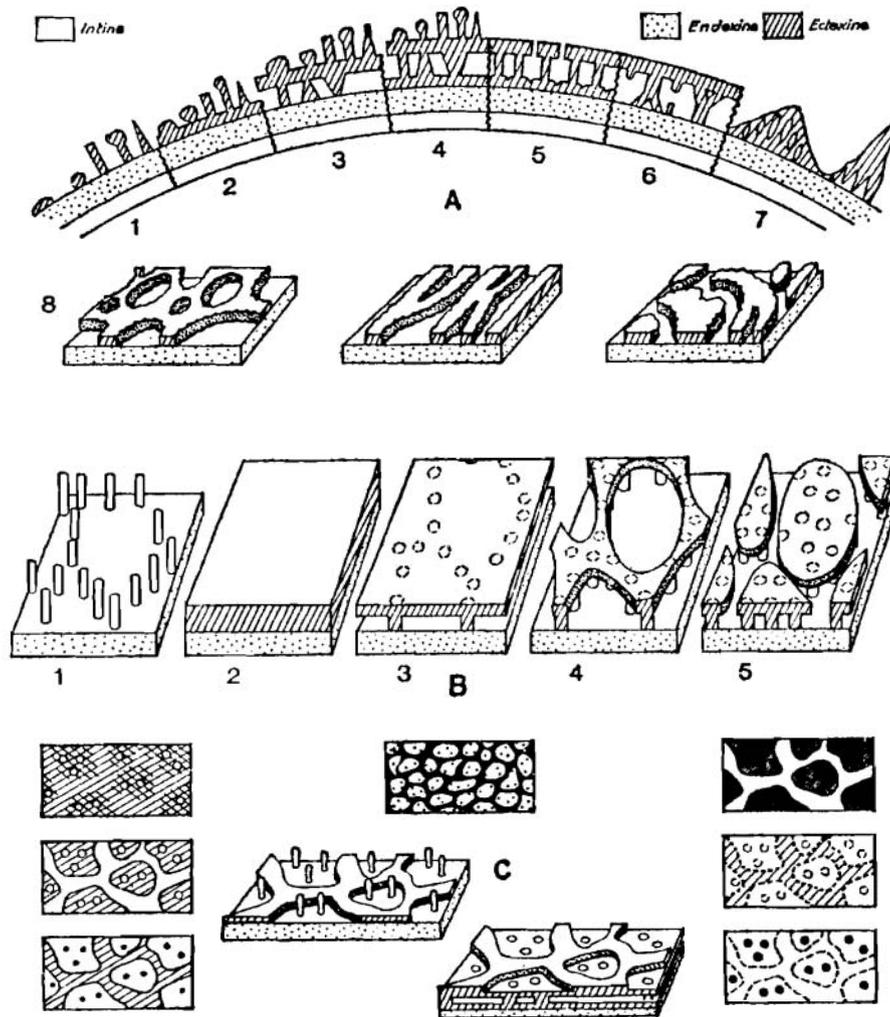


FIGURA 2. Diagrama de los principales modelos esculturales y estructurales (de PONS, 1970).

Diagram displaying the major structural and sculpturing types (from PONS, 1970)

también, bifurcarse por la base o ramificarse bajo el tectum (A 6).

Por otra parte, el tectum puede soportar esculturas variadas (A 3, 4), de igual manera que se depositaron sobre una capa de endexina (A 1), y los elementos **esculturales** ser simples o estar formados por la agrupación de varios y distintos (A 7).

Finalmente, los elementos esculturales pueden asentarse directamente sobre la endexina (A 1, 3, 6), o sobre la capa basal que bien resulta continua o aparece como yuxtaposición de la parte inferior de aquéllos.

Aunq ue bajo condiciones experimentales de

humedad y temperatura es posible modificar estructural y esculturalmente modelos exínicos, sin embargo, la mayoría de los palinólogos se refieren a la estructura como «**aquellos** caracteres y elementos internos de la exina correspondientes al tectum, infratectum y capa basal, así como a todo modelo ornamental posible en polen **intectado**». Y a la escultura como cualquier elemento de exina con particularidades geométricas externas de carácter supratectal, tanto en granos tectados como **semitectados**».

No obstante, estructura y escultura se confunden al considerar pólenes semitectados o intectados, sobre todo cuando la observación se

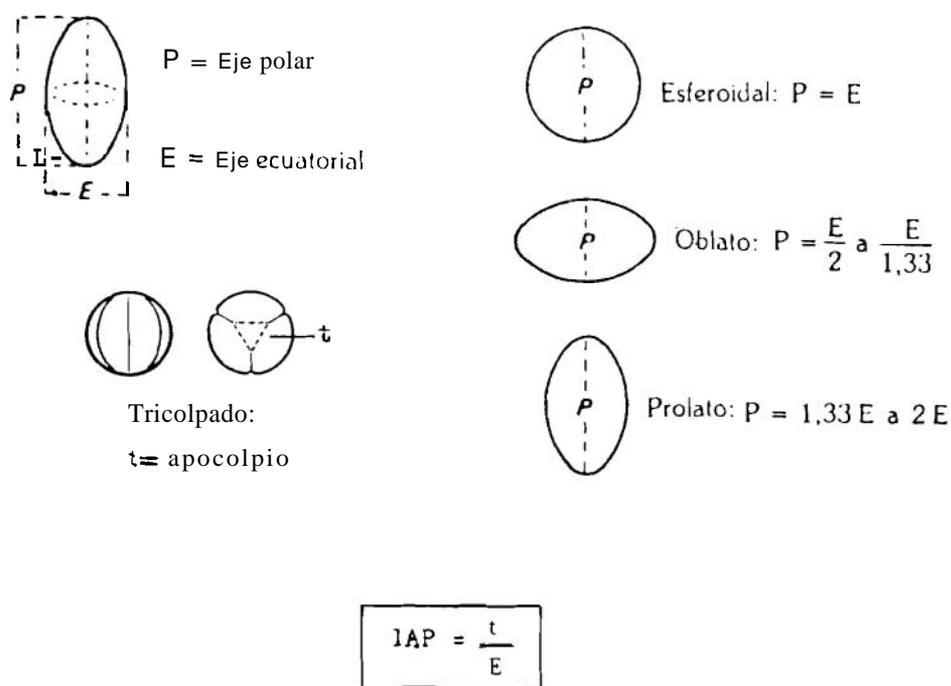


FIGURA 3. Formas y parámetros fundamentales de polen.
 Fundamental forms and parameters of pollen

hace con pequeños y medianos aumentos; entonces, un mismo aspecto puede corresponder a realidades bien diferentes. En efecto, a derecha e izquierda de la figura 2 C se representan tres enfoques microscópicos sucesivos, de menor a mayor profundidad óptica, correspondientes a un mismo supuesto aspecto de una exina reticular punteada, que igual puede adscribirse a una intectada provista de clavazas dispuestas entre los muros bajos de un retículo, o a una tectada con retículo sobre tectum continuo cuyas columelas simulan una puntuación. Este análisis óptico de la ectexina (fig. 6), se realiza por un método indirecto llamado L-O (luz-oscuridad), mediante el cual en enfoque alto del microscopio aparecen zonas claras (luz) separadas por otras oscuras (oscuridad) y en enfoque bajo, a la inversa. De esta manera se logra reconstruir diversos aspectos de la esporodermis mediante sucesivos cortes ópticos que pueden reemplazar, en ocasiones, a los anatómicos, los cuales, si bien son más pre-

cisos exigen una técnica más larga y delicada. La clave, genérica y dicotómica, es una adaptación resumida basada en las descripciones de FAEGRI & IVERSEN (1975) y MOORE & WEBB (1978), cuyas obras deben consultarse. Pretende la determinación de cerca de un centenar de géneros y familias de plantas que tienen polen tricolpado, generalmente considerado como tipo polínico básico en angiospermas. A ella se accede mediante una sencilla clave de entrada que selecciona los principales tipos de escultura polínica, remite al grupo correspondiente de la clave genérica cuyos apartados introductorios describen los principales tipos de exina ilustrados con dibujos y microfotografías, que si bien se refieren algunas a pólenes tetra-colpados no considerados en esta clave, aclaran, sin embargo, el modelo exínico que primordialmente interesa destacar. Igualmente, las formas y parámetros fundamentales del polen usados en esta clave se resumen en la figura 3. Algunos géneros se repiten cuantas veces es

conveniente (*Alchemilla, Hypericum, Quercus, Ranunculus, Rubus, Saxifraga, Valeriana*) bien porque puedan presentar, según los pólenes y especies, ya uno ya otro de los caracteres de alguna dicotomía o bien porque pueda esti-

marse dudosa su inclusión en un determinado y único grupo. En estos casos se llegará a ello por uno u otro camino y se indicará en la clave genérica del grupo donde se inserta su descripción complementaria.

CLAVE DE ENTRADA

1a.	Granos de polen sin elementos esculturales	2
1b.	Granos de polen con elementos esculturales	3
2a.	Granos de superficie lisa o con orificios de diámetro < 1 µm: Polen <i>psilado</i>	Grupo 1
2b.	Granos de superficie con orificios de diámetro ≥ 1 µm: Polen <i>foveolado</i>	Grupo 1
2c.	Granos de superficie con surcos o diminutas hendiduras: Polen <i>fosulado</i>	Grupo 1
3a.	Altura de los elementos esculturales aproximadamente igual a su diámetro basal	4
3b.	Altura de los elementos esculturales aproximadamente igual al doble de su diámetro basal: Polen <i>rugulado-estriado</i> ...	Grupo 4
3c.	Los elementos esculturales forman una red: <i>Polenreticulado</i>	Grupos 5 y 6
4a.	Ninguno de los elementos esculturales ≥ 1 µm: Polen <i>escá-</i> <i>brido</i>	Grupo 2
4b.	Alguno de los elementos culturales ≥ 1 µm	5
5a.	Elementos esculturales no acuminados	6
5b.	Elementos esculturales acuminados: Polen <i>equinado</i>	Grupo 3
6a.	Elementos esculturales de base comprimida	7
6b.	Elementos esculturales de base no comprimida	8
7a.	Elementos esculturales con diámetro máximo 2 altura: Polen <i>gemado</i>	Grupo 3
7b.	Elementos esculturales con diámetro máximo < altura: Po- len <i>clavado</i>	Grupo 7
8a.	Elementos esculturales de altura y anchura equivalentes: Polen <i>verrugado</i>	Grupo 3
8b.	Elementos esculturales en los que anchura < altura: Polen <i>baculado</i>	Grupo 7

CLAVE DE LOS GÉNEROS

Grupo 1.º

Tipo de exina: PSILADO - FOVEOLADO - FOSULADO (fig. 4).

Pólenes comúnmente tectados de exinas; en general, desprovistas de muchos de los elementos esculturales representados en la fig. 1. Sin embargo, y dentro de muchas formas de transición se aprecian: poros de diámetro menor 1 µm (exina psilada); diminutas lagunas redondeadas (fovéolas o escrobículos) de diámetro no mucho mayor 1 µm (exina foveolada); y pequeñas hendiduras, hoyos o fosas difícilmente perceptibles al microscopio óptico (exina fosulada).

1a.	Granos de polen psilados sin pliegues en la zona ecuatorial de sus colpos	2
-----	--	---

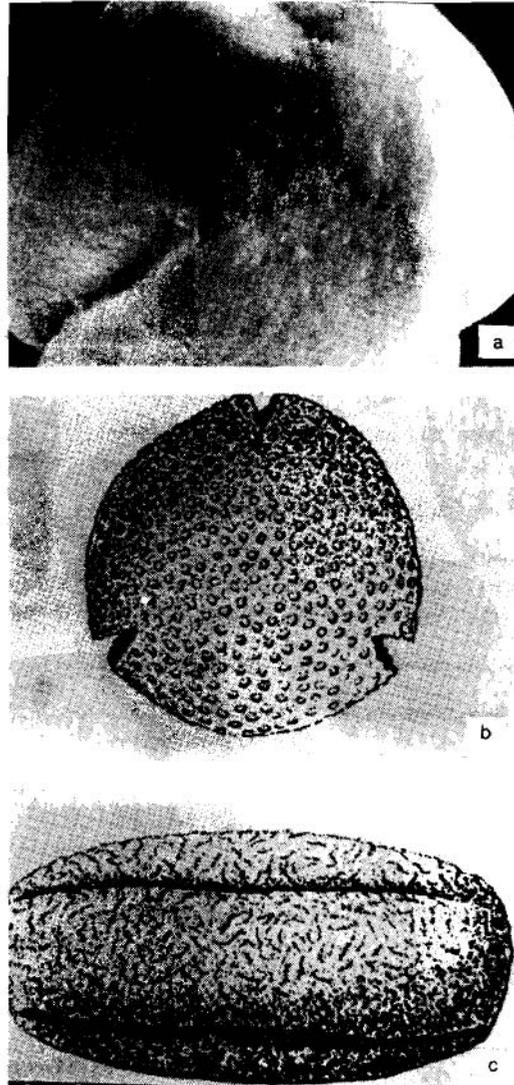


FIGURA 4. Exina psilada, foveolada y fosulada. a: grano de polen de *Robinia pseudoacacia* en visión polar y exina psilada. b: dibujo esquemático de polen de *Tilia platyphyllos* en visión polar y exina foveolada. c: dibujo esquemático de polen de *Castanea sativa* en visión ecuatorial y exina fosulada (de SAENZ, 1978).

Exine psilate, foveolate and fossulate a: pollen grain of *Robinia pseudoacacia* polar view, exine psilate b: scheme of the pollen grain of *Tilia platyphyllos* polar view, exine foveolate. c: scheme of the pollen grain of *Castanea sativa* equatorial view, exine fossulate (from SAENZ, 1978).

- 1b. Granos de polen psilados con pliegues en la zona ecuatorial de sus colpos 5
- 2a. Columelas más o menos ramificadas de 1-2 μm de grueso. Grano más largo que ancho con exina $> 3 \mu\text{m}$ de grosor .. Gén. *Convolvulus* (*Convolvulaceae*)

2b.	De características distintas		
3a.	Columelas muy reducidas en la parte central de cada intercolpo. Grano < 25 μm de largo; colpos estrechos y lisos ..	Gén. <i>Melampyrum</i> (<i>Scrophulariaceae</i>)	
3b.	De características distintas		4
4a.	Columelas imperceptibles o más o menos reunidas en grupos irregulares. IAP < 0'25	Gén. <i>Rhinanthus</i> (<i>Scrophulariaceae</i>)	
4b.	Columelas perceptibles y aisladas. IAP > 0'25	Gén. <i>Spergularia</i> (<i>Caryophyllaceae</i>)	
5a.	Granos con el borde de los colpos ondulado (muy frecuente en <i>Rosaceae</i>) (véase gr. 4. ^o)		6
5b.	Granos con el borde de los colpos no ondulado		8
6a.	Bastas columelas en la zona central del intercolpo. Granos con la superficie ecuatorial generalmente angulosa. Exina gruesa y no perforada (véase gr. 4. ^o)	Gén. <i>Alchemilla</i> (<i>Rosaceae</i>)	
6b.	De características distintas pero con la superficie del grano provista de diminutas hendiduras		7
7a.	Granos con eje polar > 25 μm . Endexina gruesa con amplias áreas poroides	Gén. <i>Cotoneaster</i> (<i>Rosaceae</i>)	
7b.	Granos con eje polar < 25 μm . Endexina fina con escasas áreas poroides. Colpos con abundante engrosamiento de endexina (véase grs. 3. ^o y 4. ^o)	Gén. <i>Rubus</i> (<i>Rosaceae</i>)	
8a.	Granos con eje polar < 25 μm . Exina perforada		9
8b.	Granos de características distintas		11
9a.	Columelas imperceptibles incluso con el microscopio de contraste de fase. Exina no perforada ni microrreticulada ..		10
9b.	Columelas perceptibles pero generalmente muy pequeñas. Exina escabrosa con diminutas perforaciones	Géns. <i>Lobelia</i> (<i>Lobeliaceae</i>) y <i>Digitalis</i> (<i>Scrophulariaceae</i>)	
10a.	Engrosamientos de endexina bien perceptibles en las áreas colpoides	Gén. <i>Elatine</i> (<i>Elatinaceae</i>)	
10b.	Engrosamientos de endexina imperceptibles en las áreas colpoides, incluso en polen hinchado (véase grs. 2. ^o , 4. ^o y 6. ^o)	Gén. <i>Saxifraga</i> (<i>Saxifragaceae</i>)	
11a.	Endexina bien desarrollada con engrosamientos muy perceptibles en las zonas colpoides. Téctum muy fino. Áreas polares de extensión variable. Granos con eje polar < 25 μm ..	Gén. <i>Gratiola</i> (<i>Escrofulariaceae</i>)	
11b.	Endexina y téctum bien desarrollados con engrosamientos casi imperceptibles en las zonas colpoides. IAP > 0'25. Columelas apiñadas	Gén. <i>Myricaria</i> (<i>Tamaricaceae</i>)	
11c.	Exina muy delgada. Columelas muy pequeñas y apiñadas ..	Gén. <i>Viola</i> (<i>Violaceae</i>)	

Grupo 2.º

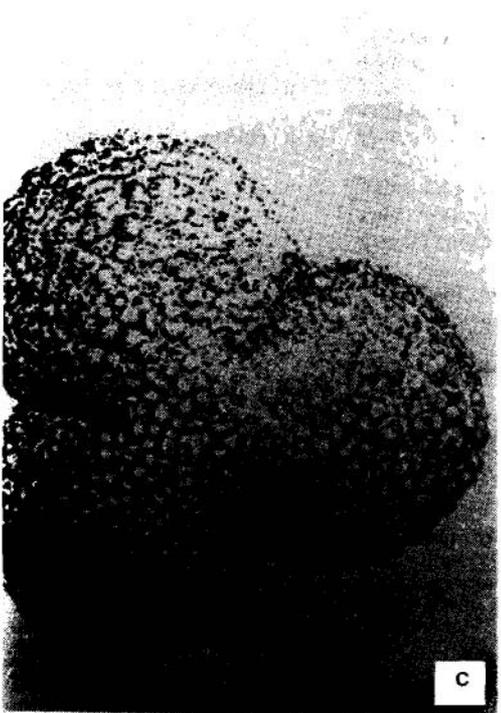
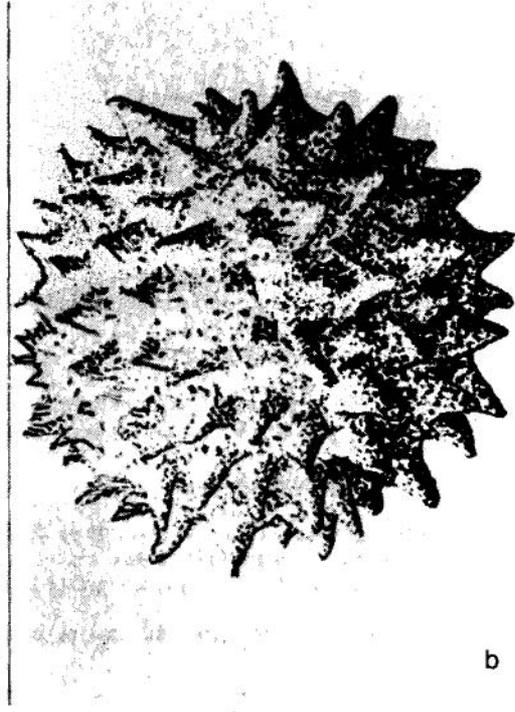
Tipo de exina: ESCÁBRIDO (fig. 5).

Pólenes en su mayoría tectados, de superficie exínica áspera, cuyos elementos esculturales de forma muy variable según los géneros, no sobrepasan en mucho 1 µm de altura.

- | | | | |
|-----|--|---|---|
| 1a. | Colpos con pliegues en su zona ecuatorial ribeteados por engrosamientos de endexina bien perceptibles. Granos con abundantes microverrugas esparcidas, y superficie ecuatorial de forma más o menos triangular..... | Gén. <i>Cornus</i> (<i>Cornaceae</i>) | 2 |
| 1b. | Colpos sin pliegues en la zona ecuatorial | | |
| 2a. | Téctum engrosado fuera del área polar, provisto de microverrugas muy esparcidas. Algunos colpos con opérculo .. | Gén. <i>Teucrium</i> (<i>Labiataceae</i>) | 3 |
| 2b. | De características distintas | | |
| 3a. | Colpos con grietas estrechas y, a veces, rotas. Columelas de pequeño tamaño frecuentemente apiñadas. Área polar bastante grande. Abundante escultura mixta escábrido-verrugosa (SÁENZ, 1973) (véase gr. 3.º) | Gén. <i>Quercus</i> (<i>Fagaceae</i>) | 4 |
| 3b. | Colpos sin grietas | | |
| 4a. | Granos con exina infrarreticulada provistos de téctum con microverrugas bien distribuidas que en algunas especies pueden faltar..... | Gén. <i>Papaver</i> (<i>Papaveraceae</i>) | 5 |
| 4b. | De características distintas | | |
| 5a. | Granos con eje polar > 30 µm. Exina ≥ 2 µm de grosor, sobre todo en el área polar. Endexina densa y téctum ondulado excepto en aquellas zonas adornadas de agudas espinas (véase gr. 3.º) | Gén. <i>Valeriana</i> (<i>Valerianaceae</i>) | 6 |
| 5b. | De características distintas | | |
| 6a. | Granos con eje polar siempre < 25 µm ornamentados con pequeñas espinas distribuidas regularmente. Casi todas las columelas más bien finas | Gén. <i>Caltha</i> (<i>Ranunculaceae</i>) | 7 |
| 6b. | Con algunas columelas bastante gruesas | | |
| 7a. | Granos con colpos sin opérculo que, si están hinchados, puede observarse columelas ordenadamente agrupadas ... | | 8 |
| 7b. | Granos con colpos que, algunas veces, exhiben opérculo. Columelas perceptibles y uniformes, rara vez reunidas. Téctum grueso con pequeñas proyecciones dispersas difíciles de observar (véase grs. 1.º, 4.º y 6.º) | Gén. <i>Saxifraga</i> (<i>Saxifragaceae</i>) | |
| 8a. | Téctum ligeramente ondulado con elementos esculturales de tipo mixto escábrido-verrugoso. Algunas columelas rodeadas de un anillo brillante (véase grs. 3.º y 4.º)..... | Gén. <i>Ranunculus</i> (<i>Ranunculaceae</i>) | |

FIGURA 5. Exina escábrida, equinada, verrucada y baculada. a: fotografía de un grano de polen de *Alnus glutinosa* con exina escábrida. b: dibujo esquemático de un grano de polen de *Solidago virgaurea*, con exina equinada. c: dibujo esquemático de un grano de polen de *Quercus pyrenaica* en visión polar y exina verrucosa. d: zona muy aumentada de la fig. 9 B para destacar las columelas independientes en una exina baculada de *Salix atrocinerea* (de SÁENZ, 1978).

Exine. scabrid, echinate, verrucate and baculate. a: pollen grain of *Alnus glutinosa* showing scabrid exine; b: scheme of a grain of *Solidago virgaurea* with echinate exine; c: scheme of a pollen grain of *Quercus pyrenaica*, polar view, exine verrucate; d: magnified zone of fig. 9b showing clearly the independent columellae into a baculate exine of *Salix atrocinerea* (from SÁENZ, 1978).



8b. Exina engrosada en las zonas que bordean los colpos.... Gén. *Anemone* (*Ranunculaceae*)

Grupo 3.º

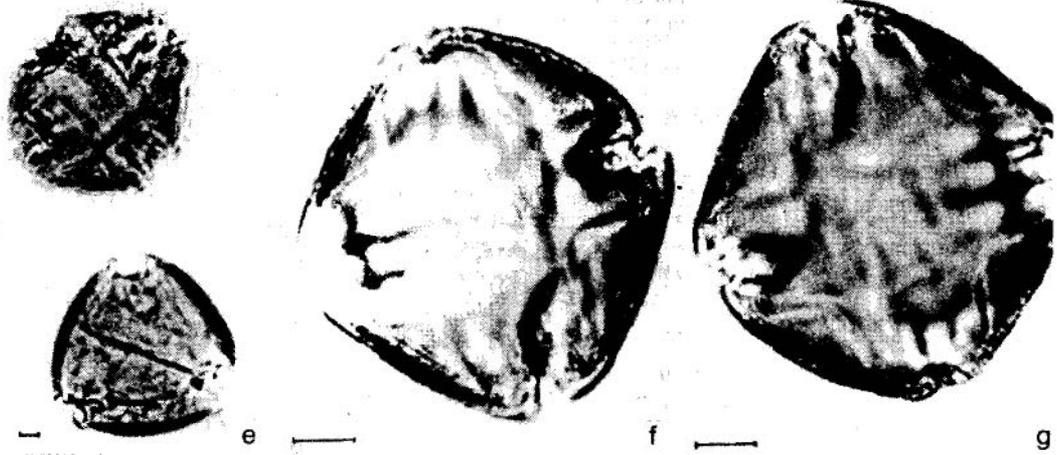
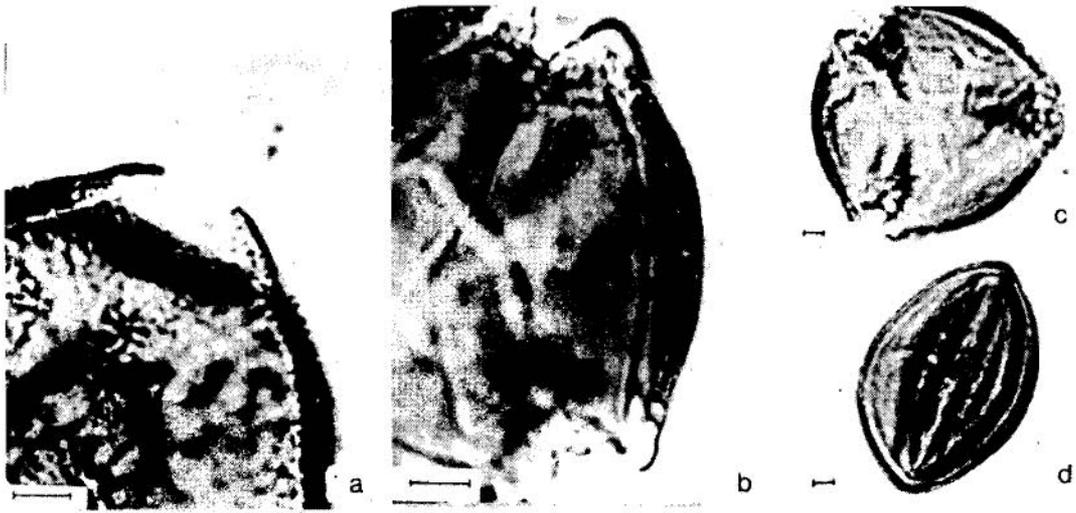
Tipo de exina: EQUINADO - VERRUCADO - GEMADO (fig. 5).

Comprende este grupo pólenes casi siempre provistos de tectum y elementos esculturales puntiagudos y no puntiagudos. Los puntiagudos (espinas, espínulas) tienen altura variable entre 3-5 µm y es siempre > anchura (exina equinada). Los no puntiagudos (verrugas y gemas) siempre su anchura ≥ altura que es de 2-3 µm; las verrugas no presentan la base comprimida (exina verrugosa); gemas con base comprimida (exina gemada).

- | | | |
|---|---|---|
| 1a. Colpos engrosados en la zona ecuatorial, visible en granos hinchados. Tectum con la base plegada y provista de espinas (véase grs. 1.º y 4.º) | Gén. <i>Rubus</i> (<i>Rosaceae</i>) | |
| 1b. De características distintas | | 2 |
| 2a. Tectum con espinas muy prominentes que emergen de una base verrucosa con forma de escudo (véase gr. 2.º) | Gén. <i>Valeriana</i> (<i>Valerianaceae</i>) | |
| 2b. De características distintas | | 3 |
| 3a. Granos con superficie ondulada de la cual emergen pequeñas espinas implantadas sobre verrugas irregularmente distribuidas. IAP < 0'25 (véase grs. 2.º y 4.º)..... | Gén. <i>Ranunculus</i> (<i>Ranunculaceae</i>) | |
| 3b. Granos de características distintas pero siempre de IAP ≥ 0'25 | | 4 |
| 4a. Con elementos esculturales irregulares. | | 5 |
| 4b. De características distintas | | 6 |
| 5a. Granos de superficie escabrosa (escábrido), con elementos esculturales ≤ 1 µm; son más frecuentes verrugas y gemas (SAENZ 1973) (Véase gr. 2.º) | Gén. <i>Quercus</i> (<i>Fagaceae</i>) | |
| 5b. Granos con elementos esculturales mixtos (verrucado-equinado); son más frecuentes espinas (véase grs. 1.º y 4.º) | Gén. <i>Rubus</i> (<i>Rosaceae</i>) | |
| 6a. Granos con pequeñas espinas dimorfas, lisas, implantadas entre otras escabrosas de difícil observación. Colpos cortos, redondeados y bordeados por una franja diferenciada de exina | Fam. <i>Dipsacaceae</i> | |
| 6b. Granos con espinas monomorfas. Colpos sin borde de exina diferenciada | | 7 |
| 7a. Con columelas abundantes pero muy finas que, a veces, son imperceptibles. | Gén. <i>Linnaea</i> (<i>Caprifoliaceae</i>) | |
| 7b. Con columelas escasas pero bien perceptibles de, al menos, 1 µm de grosor | Gén. <i>Lonicera</i> (<i>Caprifoliaceae</i>) | |

FIGURA 6. Exina regulado-estriada. Granos de polen de *Rosaceae* (frutales del género *Prunus*). a y b: *P. amygdalus*, vista polar mostrando sus colpos con vestíbulo. c: *P. armeniaca*, grano vestibulado en visión polar. d: *P. armeniaca*, visión ecuatorial. e: *P. persica*, grano tricolpado y tetracolpado, carentes de vestíbulo y en vista polar. f, g y h: *P. persica*, granos tetracolpados en visión polar (análisis L-O del mismo grano). i: *P. domestica*, grano en visión polar mostrando su gruesa exina. j: *P. cerassus*, grano en visión ecuatorial. Escala 10 µm.

Exine regulate-striate. Pollen grains of *Rosaceae* (genus *Prunus*). a & b: *P. amygdalus* polar view showing colpi with vestibule; c: *P. armeniaca*, pollen grain vestibulate in polar view; d: *P. armeniaca* equatorial view; e: *P. persica*, pollen grain tri-or tetracolpate, avoid of vestibule, polar view; f, g, & h: *P. persica*, tetracolpate pollen grains, polar view (L - O analyse); i: *P. domestica*, polar view of the pollen grain displaying his thickened exine; j: *P. cerassus*, pollen grain, equatorial view. The line represent 10 µm.



Grupo 4.º

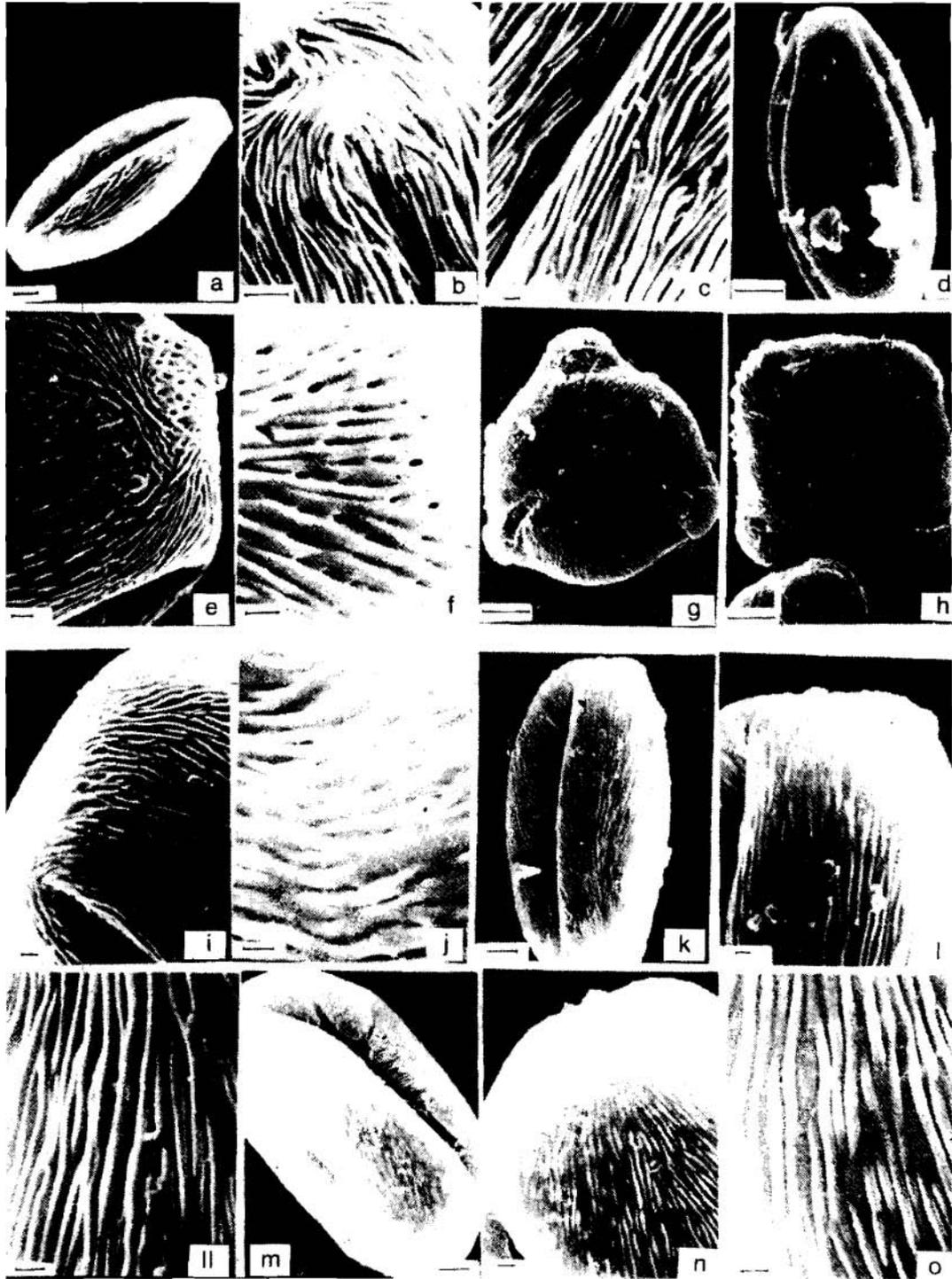
Tipo de exina: RUGULADO - ESTRIADO (figs. 6 y 7).

Abarca pólenes principalmente de plantas dicotiledóneas y, en su mayoría, tectados. Ornamentados de elementos esculturales en los cuales la relación altura/anchura ≥ 2 . Si estos elementos se distribuyen de modo más o menos irregular originan exinas ruguladas; si de manera más o menos paralela, exinas estriadas.

- | | | |
|-----|---|---|
| 1a. | Colpos sin pliegues en su zona ecuatorial; ausencia de espacios poroides | 2 |
| 1b. | Colpos con pliegues en su zona ecuatorial; presencia de algún espacio poroide, generalmente roto, delgado y, a veces, imperceptible. Apocolpio ondulado (véase gr. 1.º) | 6 |
| | Fam. <i>Rosaceae</i> | |
| 2a. | Exina infrarreticulada. Muros más o menos soldados. alargados, que cuando forman nudos irregulares se puede producir la obstrucción de los lúmenes | |
| | Gén. <i>Oxalis</i> (<i>Oxalidaceae</i>) | |
| 2b. | De características distintas | 3 |
| 3a. | Escultura confusa verrugosa-rugulada adornada de diminutas espinas, al menos el doble de largas que anchas e irregularmente distribuidas. Columelas dimorfas. unas grandes, bordeadas de un anillo brillante; otras, tan pequeñas que, a veces, son imperceptibles (véase grs. 2.º y 3.º) | |
| | Gén. <i>Ranunculus</i> (<i>Ranunculaceae</i>) | |
| 3b. | Escultura claramente estriada o estriado-rugulada | 4 |
| 4a. | Columelas sostenidas por muros que separan y delimitan lúmenes. Téctum perforado y hendiduras de borde biselado | 5 |
| 4b. | Columelas no sostenidas por muros cuya orientación meridiana impide delimitar lúmenes. Téctum o semitéctum no perforado y hendiduras de borde afilado (véase grs. 1.º, 2.º y 6.º) | |
| | Gén. <i>Saxifraga</i> (<i>Saxifragaceae</i>) | |
| 5a. | Granos con eje polar < 25 μm . Elementos esculturales y muros finos y variables en grosor y dirección. Columelas muy perceptibles y aisladas en el área polar | |
| | Gén. <i>Trollius</i> (<i>Ranunculaceae</i>) | |
| 5b. | Granos con eje polar ≥ 25 μm . Elementos esculturales orientados según el sentido de los meridianos del grano .. | |
| | Gén. <i>Acer</i> (<i>Aceraceae</i>) | |
| 6a. | Granos con eje polar > 40 μm . Superficie escabrosa con tendencia a rugulado-estriada y, en ocasiones, más o menos infrarreticulada. Colpos muy cortos | |
| | Gén. <i>Sanguisorba</i> (<i>Rosaceae</i>) | |
| 6b. | De características distintas | 7 |

FIGURA 7. Exina rugulado-estriada. Granos de polen de *Rosaceae* (frutales del género *Prunus*). a: *P. amygdalus* en visión ecuatorial. b: *P. amygdalus*, zona próxima a un colpo. c: *P. amygdalus*, estriás bifidas de la exina. d: *P. armeniaca* en visión ecuatorial. e: *P. armeniaca*, ornamentación estriada de la apocolpia. f: *P. armeniaca*, poros en la región semiestriada de la mesocolpia. g: *P. persica* en visión polar. h: *P. persica*, grano tetracolpado con apocolpia en cruz. i: *P. persica*, estriás lagunares. j: *P. persica*, mesocolpia con estriás bifurcadas. k: *P. domestica* en visión ecuatorial. l: *P. domestica*, mesocolpia y zona ecuatorial. ll: *P. domestica*, estriás ramificadas de la mesocolpia. m: *P. cerassus*, en visión ecuatorial. n: *P. cerassus*, extremo de la zona ecuatorial. o: *P. cerassus*, estriás paralelas de la mesocolpia. Escala: Figs. a, d, g y h ($\times 10\mu\text{m}$). Figs. b, k y m ($\times 5\mu\text{m}$). Figs. c, e, f, i, j, ll, n y o ($\times 1\mu\text{m}$).

Exine regulate-striate. Pollen grains of *Rosaceae* (genus *Prunus*). a: *P. amygdalus*, equatorial view; b: *P. amygdalus* area close to a furrow; c: *P. amygdalus* bifid stria of the exine; d: *P. armeniaca*, equatorial view; e: *P. armeniaca*, apocolpian striate sculpture; f: *P. armeniaca* pita in the halfstriated area of the mesocolpia; g: *P. persica*, polar view; h: *P. persica*, pollen grain tetracolpate with apocolpia in cross; i: *P. persica*, lacune atria; j: *P. persica*, mesocolpia with bifurcate stria; k: *P. domestica*, equatorial view; l: *P. domestica*, mesocolpia and equatorial area; ll: *P. domestica*, branched mesocolpia of the mesocolpia; m: *P. cerassus*, equatorial view; n: *P. cerassus*, tip of the equatorial area; o: *P. cerassus*, parallel stria of the mesocolpia. Scale: the line represent figs.: a, d, g and h: $10\mu\text{m}$; figs.: b, k and m: $5\mu\text{m}$; figs.: c, e, f, i, j, ll, n and o: $1\mu\text{m}$.



7a.	Granos con eje polar < 25 pm. Superficie escabrosa y estriada. Colpos con opérculo estriado, saliente y generalmente persistente. Muchas especies muestran un apocolpio con collarín que se extiende al ecuador del grano	Gén. <i>Potentilla</i> (<i>Rosaceae</i>)	
7b.	De características distintas		8
8a.	Granos con eje polar < 25 pm. Superficie finamente estriada. Apocolpio anguloso. Exina gruesa (véase gr. 1.º) .	Gén. <i>Alchemilla</i> (<i>Rosaceae</i>)	
8b.	Granos con apocolpio más o menos circular o semiangular		9
9a.	Colpos elípticos o alargados tapizados por capas de endexina que se cruzan con otras de ectexina a modo de protuberancias		10
9b.	Colpos no elípticos y cortos tapizados por una fina capa poroide, a veces, rota		13
10a.	Granos prolatos con eje polar > 35 pm. Téctum grueso, denso y estriado. Colpo transversal sin puente ecuatorial de ectexina (falsa ectoapertura)	Gén. <i>Agrimonia</i> (<i>Rosaceae</i>)	
10b.	De características distintas		11
11a.	Granos no prolatos. Téctum fino y estriado en sentido longitudinal. Muros raramente anastomosados. Colpos con puente ecuatorial de ectexina bien perceptible (auténtica ectoapertura)	Gén. <i>Geum</i> (<i>Rosaceae</i>)	
11b.	Granos de superficie generalmente rugulado-estriada. Muros frecuentemente anastomosados. Colpos con puente ecuatorial de ectexina difícilmente perceptible.....		12
12a.	Granos con eje polar < 25 pm. Colpos sin opérculo (véase grs. 1.º y 3.º)	Gén. <i>Rubus</i> (<i>Rosaceae</i>)	
12b.	Granos con eje polar > 25 pm. Colpos con opérculo más o menos persistente	Gén. <i>Rosa</i> (<i>Rosaceae</i>)	
13a.	Granos con eje polar < 25 pm. Téctum y endexina finos. Muros cortos y engrosados con nudos. Tendencia a superficies ruguladas..	Gén. <i>Dryas</i> (<i>Rosaceae</i>)	
13b.	Granos con endexina muy gruesa (frecuente en <i>Amygdalaceae</i> y <i>Pomaceae</i>).....		14
14a.	Granos con área polar muy grande, generalmente rota. Muros muy gruesos, cortos y densos. Tendencia a superficies débilmente ruguladas	Gén. <i>Crataegus</i> (<i>Rosaceae</i>)	
14b.	De características distintas y con tendencia a superficies estriadas..		15
15a.	Granos con ectexina gruesa y densa. Colpos con débiles engrosamientos de endexina y, a veces, imperceptibles ..	Gén. <i>Pyrus</i> (<i>Rosaceae</i>)	
15b.	Granos con ectexina fina, poco densa y, a veces, perforada. Colpos con fuertes engrosamientos de endexina y muy perceptibles (BANO, 1984)	Gén. <i>Prunus</i> (<i>Rosaceae</i>)	

Grupo 5.º

Tipo de exina: **RETICULADO** (fig. 8).

Esta sucinta sección, denominada modernamente **Reticulado-Compleja**, agrupa pólenes muritectados sobre cuya superficie es fácil observar cómo muros y lúmenes se ordenan conforme a las mallas de una red (exina reticulada).

- 1a. Colpos con la zona ecuatorial comprimida, bordeada por un anillo de endexina engrosada 2
- 1b. Colpos con la zona ecuatorial no comprimida, sin anillos de endexina engrosada y área poroide 3

- 2a. Colpos con cortos engrosamientos de endexina. Área polar grande y, generalmente, rota Fam. *Papilionaceae*
- 2b. Colpos con largos engrosamientos de endexina Área polar pequeña. Granos con eje polar < 20 µm (véase gr. 6.º) .. Gén. *Hypericum* (*Hypericaceae*)

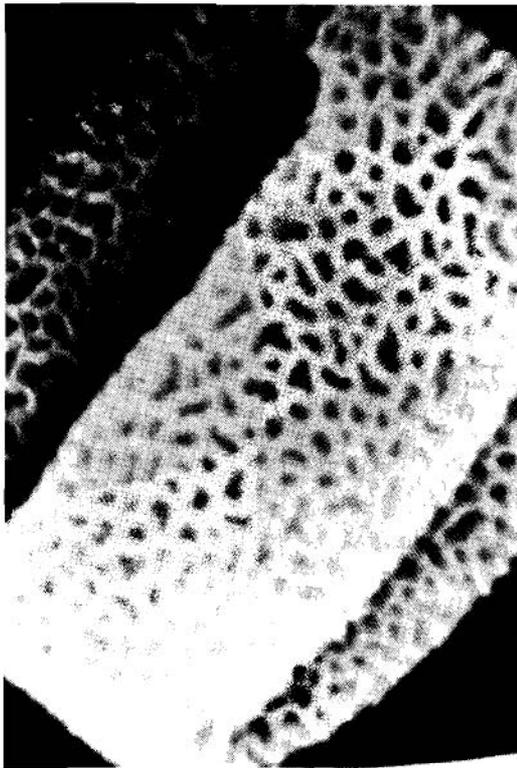


FIGURA 8. Exina reticulada. Grano de polen de *Platanus orientalis*, oblato, tricolpado con colpos cortos y anchos (× 2.800) (cedido por M. JEREZ).

Exine reticulate. Pollen grain of *Platanus orientalis*, oblate, tricolpate with short and thickened colpi (× 2.800) (with permission of M. Jerez).

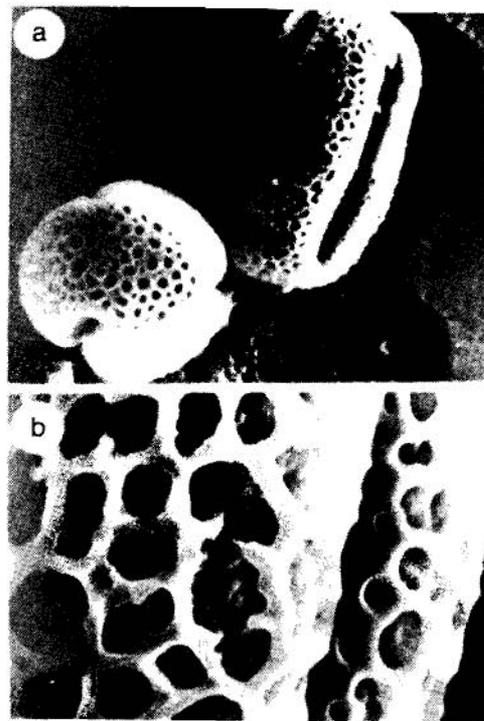


FIGURA 9. Exina per-reticulada. a: grano de polen de *Salix atrocinerea*, en vista meridiana mostrando el mesocolpio y otro en vista polar, el apocolpio (× 2.000). b: detalle de la exina en que se aprecia lúmenes de perímetro variable y columelas (báculos) libres (× 7.000) (de SAENZ, 1978).

Exine per-reticulate. a: pollen grain of *Salix atrocinerea*, transversal view showing the mesocolpium and another in polar view with the apocolpium (× 2.000); b: exine with lumina of variable perimeter and independent columellae (baculi) (× 7.000) (from SAENZ, 1978).

- 3a. Granos generalmente prolatos (véase fig. 3), con la zona meridional más o menos oval y comprimida. Colpos estrechos con gránulos dispuestos en una sola fila Géns. *Onobrychis* y *Hedysarum* (*Papilionaceae*)
- 3b. Granos no necesariamente prolatos, con la zona meridional circular. oval o romboidal no comprimida. Colpos en forma de canoa, con gránulos muy dispersos y, a menudo, rotos Géns. *Stachys*, *Galeopsis*, *Lamium*, *Ajuga* y *Scutellaria* (*Lamiaceae*)

Grupo 6.º

Tipo de exina: PER-RETICULADO (fig. 9).

Pólenes semitectados e intactados, relieve escultural reticular de variadas formas poligonales, según el diámetro de los lúmenes y el ancho de los muros.

- 1a. Colpos con la zona ecuatorial comprimida 2
- 1b. Colpos con la zona ecuatorial no comprimida 13
- 2a. Con lagunas o depresiones limitadas por crestas $< 1 \mu\text{m}$ (sólo visibles con objetivos de inmersión) 3
- 2b. Con algunas lagunas $> 1 \mu\text{m}$ 7
- 3a. Superficie meridional del grano romboidal. Endexina densa claramente diferenciada del retículo 4
- 3b. De características distintas 5
- 4a. Esculturas irregulares con el contorno generalmente rugoso Gén. *Limosella* (*Escrofulariaceae*)
- 4b. De características distintas pero siempre con retículo de muros estrechos. Gén. *Sambucus* (*Caprifoliaceae*)
- 5a. Colpos con engrosamientos de endexina que, en la zona ecuatorial, se curvan hacia afuera. Muros estrechos con amplitud aproximada al diámetro de los lúmenes (véase gr. 5.º) Gén. *Hypericum* (*Hypericaceae*)
- 5b. De características distintas 6
- 6a. Colpos bordeados de una capa de endexina ancha, libre y bien diferenciada Gén. *Linaria* (*Scrophulariaceae*)
- 6b. Colpos bordeados de una capa de endexina generalmente imperceptible 7
- 7a. Colpos bordeados de una capa de endexina ancha. Tectum, cuando existe, perforado en el área polar 8
- 7b. De características distintas 9
- 8a. Columelas anastomosadas en la parte superior que generan un retículo de lúmenes semicerrados Gén. *Adoxa* (*Caprifoliaceae*)
- 8b. Columelas dispersas no formadoras de retículo Gén. *Sambucus* (*Caprifoliaceae*)
- 9a. Granos con $\text{IAP} < 0.4$ 10
- 9b. Granos con $\text{IAP} \geq 0.4$ 12

10a.	Con columelas casi imperceptibles	11
10b.	Con columelas claramente perceptibles	12
11a.	Polen dimorfo en cuyo retículo la anchura de los muros < diámetro de los lúmenes	Gén. <i>Hottonia</i> y <i>Samolus</i> (<i>Primulaceae</i>)
11b.	Polen monomorfo en cuyo retículo la anchura de los muros es igual al diámetro de los lúmenes	Gén. <i>Diapensia</i> (<i>Diapensiaceae</i>)
12a.	Columelas en hileras. Tamaño de gránulos y diámetro de lúmenes decrece en las proximidades de los colpos	Gén. <i>Ligustrum</i> (<i>Oleaceae</i>)
12b.	Columelas pequeñas no dispuestas en hileras. Tamaño de gránulos y diámetro de lúmenes no decrecen en las proximidades de los colpos	13
13a.	Granos con eje polar > 50 μm	14
13b.	Granos con eje polar < 50 μm	15
14a.	Polen dimorfo. Gránulos no ramificados. Retículo espinoso o escabroso	Fam. <i>Plumbaginaceae</i>
14b.	Polen monomorfo. Gránulos ramificados con tendencia a la fusión en el fondo del retículo. Clavas grandes	Gén. <i>Geranium</i> (<i>Geraniaceae</i>)
15a.	Exina microrreticulada con lagunas o depresiones limitadas por crestas < 1 μm . Columelas imperceptibles	16
15b.	Exina con lagunas > 1 μm	17
16a.	Área polar tectada y con pocas perforaciones	Gén. <i>Chrysosplenium</i> (<i>Saxifragaceae</i>)
16b.	Área polar semitectada o intectada. Superficie microrreticulada (véase grs. 1.º, 2.º y 4.º)	Gén. <i>Saxifraga</i> (<i>Saxifragaceae</i>)
17a.	Surco germinal amplio	18
17b.	Surco germinal estrecho. IAP > 0'4	23
18a.	Extensa superficie de exina delgada y tectada, claramente diferenciable de la del colpo que, generalmente, se halla ribeteado por una franja de exina intectada	19
18b.	Áreas de exina diferenciada muy difíciles de percibir. Es posible observar gránulos con la parte superior anastomosada semejante a un retículo	22
19a.	Elementos esculturales irregulares en forma y número. Es posible observar muros entrelazados a manera de gruesos nudos	20
19b.	De características distintas dependientes de los variados modelos de <i>brochus</i>	21
20a.	Columelas imperceptibles tipo herbácea	Gén. <i>Salix</i> (<i>Salicaceae</i>)
20b.	Columelas perceptibles. Lúmenes con gránulos aislados tipo <i>polaris</i>	Gén. <i>Salix</i> (<i>Salicaceae</i>)
21a.	Granos con lagunas contiguas irregulares (polen heterobrochado)	Gén. <i>Salix</i> (<i>Salicaceae</i>)

- 21b. Granos con lagunas contiguas regulares (polen homobrochado) tipo glauca Gén. *Salix* (*Salicaceae*)
- 22a. Retículo de muros estrechos. Colpos sin gránulos u otro tipo de escultura poco perceptible. Exina gruesa Fam. *Cruciferaeae*
- 22b. Retículo de muros amplios. Colpos con gránulos gruesos y dispersos Gén. *Glaucium* (*Papaveraceae*)
- 23a. Colpo estrecho con gránulos dispersos Gén. *Platanus* (*Platanaceae*)
- 23b. Colpo ancho sin gránulos Gén. *Fraxinux* (*Oleaceae*)

Grupo 7.º

Tipo de exina: CLAVADO - BACULADO (figs. 5 y 9).

Se incluyen pólenes intectados y semitectados. Los elementos esculturales predominantes clavos (exina clavada), o báculos (exina baculada), están libres y, por consiguiente, constituyen simultáneamente la estructura y la escultura del grano.

- 1a. Clavas de diversos tamaños. Colpos amplios con constricción en la zona ecuatorial 2
- 1b. Clavas del mismo tamaño. Colpos estrechos sin constricción en la zona ecuatorial 3
- 2a. Intercolpo y área polar poblados de clavos libres. esparcidas, de mediano tamaño. envueltas por un denso tapete de pequeñas clavos y/o báculos (columelas) que tienden a fundirse Gén. *Viscutn* (*Loranthaceae*)
- 2b. Todas las clavos libres. Pequeñas clavos dispersas por debajo de otras voluminosas. En las proximidades de los colpos, pequeñas clavos formando un área diferenciada de exina..... Gén. *Ilex* (*Aquifoliaceae*)
- 3a. Polen con clavos. báculos (columelas), espigas y verrugas de regular distribución. la misma altura y diferente grosor. Exina gruesa..... Fam. *Linaceae*
- 3b. Polen con escasas y pequeñas clavos irregularmente distribuidas y con tendencia a formar un retículo. Colpos que presentan alguna dificultad para su observación Gén. *Callitriche* (*Callitricheae*)

BIBLIOGRAFÍA

- BAÑO, F. DEL. 1984. Estudio palinológico sobre cinco especies frutales del género *Prunus* de la Región Murciana. *Anal. Asoc. Pal. Lengua Esp.* 1: 59-69.
- ERDTMAN, G. 1943. *An introduction io Pollen Analysis*. Chronica Botanica. U.S.A.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. 1975. *Texibook of Pollen Analysis*. Munksgaar, Copenhagen.
- MOORE, P. D. & WEBB, J. A. 1978. *An illustrated Guide to Pollen Analysis*. Hodder and Stoughton, London.
- PONS, A. 1970. *Le Pollen*. Presses Universitaires de France. Paris.
- SAENZ, C. 1973. Estudios palinológicos sobre «*Quercus*» de la España Mediterránea. «*Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*», 71: 315-329.
- SAENZ, C. 1978. *Polen v Esporas*. H. Blume. Madrid.
- WODEHOUSE, R. P. 1935. *Pollen grains*. McGraw-Hill, Nueva York.