

Elaboración de una colección palinológica de referencia de la vegetación de la Comarca del Jiloca (Teruel)

Uxue Villanueva Amadoz*

Resumen. Este atlas palinológico centrado en la comarca del Jiloca será un material útil para la comprensión de la dinámica vegetal en el entorno del área de estudio y como material comparativo y de referencia, tanto en sedimentos actuales como fósiles. El estudio de los granos de espóra y polen posee numerosas aplicaciones en Botánica, Geología, Medicina, Ciencias de la Alimentación, Agronomía, Arqueología, Estudios Forenses, etc.

Abstract. This palynological atlas centred in the region of the Jiloca, will be a useful material for the comprehension of the plant dynamics in this area and as comparative and reference material of current and fossil sediments. The study of the spore and pollen grains possesses numerous applications in Botany, Geology, Medicine, Sciences of the Nourishment, Agronomy, Archaeology, Forensic Studies, etc.

* Área de Paleontología, Dpto. Ciencias de la Tierra (Universidad de Zaragoza).



1. Introducción

Este trabajo ha podido realizarse gracias a la concesión de una "Ayuda a la Investigación" dentro del VII Certamen "Xiloca" a la investigadora Uxue Villanueva Amadoz, financiado por el Centro de Estudios del Jiloca durante el año 2003-2004. En este proyecto han colaborado el Dr. José Javier Ferrer Plou de la Universidad de Zaragoza y el Dr. José Bienvenido Diez de la Universidad de Vigo, a los cuales se agradece sus aportaciones y dedicación.

1.a. Generalidades

La Paleopalinología estudia los palinomorfos (dentro de los cuales se engloban no sólo los granos de polen y esporas, sino también los acritarcos, quitinozoos, algas, dinoflagelados, hifas de hongos), que son microfósiles compuestos por moléculas orgánicas muy resistentes generalmente de esporopolenina, quitina o pseudoquitina. Los tamaños de los palinomorfos oscilan entre 5-500 μm , a excepción de las megasporas de mayor tamaño.

A modo de sucinta introducción histórica decir que, NEHEMIAH GREW fue el primero en observar un grano de polen a través del microscopio en 1640. En la misma época, MALPIGHI también contribuyó a estos primeros trabajos de carácter descriptivo. En el siglo XVIII el estudio se enfocó hacia la función que desempeñaban los granos de polen en la fertilización de los óvulos. El desarrollo del microscopio en el siglo XIX permitió una descripción detallada de numerosos granos de polen, que ha sido ampliada con la aparición del Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y el Microscopio Electrónico de Transmisión (MET). Fue a partir del siglo XIX cuando empezaron los estudios bioestratigráficos cuando investigadores como GUSTAV LAGERHEIM sugirieron que el polen fósil podía suministrar información útil acerca de la paleoflora. Posteriormente, su discípulo LENNART VON POST (1916), propuso el empleo de standards estadísticos y estableció las bases de la teoría básica del análisis polínico. Además, observó que los cambios de la composición del contenido polínico de los depósitos cuaternarios de turba era el resultado de los cambios de vegetación y por tanto del clima. Posteriormente su discípulo ERDTMAN, gracias a su facilidad para los idiomas, divulgó los resultados obtenidos de las turberas cuaternarias, recopilados durante años por la escuela sueca. Este hecho favoreció una gran difusión y desarrollo de la Palinología, lo que provocó la definición del término palinología propuesto por dos científicos británicos, H.A. HYDE y D.A. WILLIAMS. Hacia 1940 la Palinología comenzó a aplicarse en diferentes campos para resolver problemas científicos. IVERSON (1941) presentó la primera aplicación concreta en arqueopalinología, relacionando el comienzo del período neolítico en Dinamarca con el declive de los taxones herbáce-

os respecto a los del Olmo. Tras la Segunda Guerra Mundial las aplicaciones se centraron en estudios sobre exploración del petróleo, Arqueología, ecología, fitotaxonomía, agricultura, melisopolinología, aeroalergología y glaciología. A partir de los años 60 MARGARET DAVIS evaluó por primera vez el significado del contenido polínico respecto a la vegetación y HENRIK TAUBER y M. KABAILIENE observaron la dispersión del polen en la atmósfera. Actualmente el uso de la Palinología en la industria del petróleo resulta muy útil como herramienta de correlación estratigráfica. Asimismo, su uso en los estudios pluridisciplinares descritos anteriormente ha adquirido gran importancia.

Desde un punto de vista estrictamente biológico, los granos de polen son las microsporas haploides originadas por la división de las células madre de los granos de polen (proceso denominado meiosis) que se localizan en las paredes de los sacos polínicos (microsporangios) dentro de la antera. La antera constituye el ensanchamiento terminal del estambre (parte masculina de la flor o androceo), que no es más que una hoja fértil modificada para la producción de microsporas.

Cada grano de polen está constituido por el citoplasma, el cual está rodeado por dos cubiertas: una interna (intina) compuesta mayoritariamente por celulosa y otra externa más resistente constituida principalmente por esporopolenina (exina). Esta distribución repercute en la fosilización ya que tras la acetólisis únicamente se preservan aquellas sustancias más resistentes como es la esporopolenina. Por tanto, en este atlas se representa la exina del grano de polen debido a que el resto de componentes han quedado destruidos. El resultado de la acetólisis se asemeja al proceso natural de la fosilización y podría considerarse como una “fosilización artificial” de los granos de polen. Por consiguiente, es lícito su uso como material de referencia.

La polinización es el proceso a través del cual los granos de polen son transportados desde las anteras de los estambres hasta los estigmas de los carpelos (parte femenina de la flor o gineceo). Para ello, se han recolectado plantas tanto de polinización anemófila (granos de polen que se dispersan mediante el viento, normalmente en grandes cantidades como son las gramíneas), como de polinización zoófila (contenido polínico dispersado gracias a animales, principalmente por los insectos –*polinización entomófila*–, aves –*polinización ornitófila*– o, raramente, por moluscos) o hidrófila (granos de polen dispersados mediante el agua).

1.b. Interés

El interés de elaborar una palinoteca reside en su aplicación en infinidad de campos como material comparativo y de referencia, tanto en sedimentos actuales como fósiles. Son varios los campos de aplicación de la Palinología: Botánica, Medicina, Cien-

cias de la Alimentación, Agronomía, Arqueología, Estudios Forenses, etc. Dentro de esta Ciencia se distinguen varias disciplinas:

1. **Paleopalinología**, o registro polínico fósil, ya que la determinación de los granos de polen y esporas en el registro fósil puede aportar datos cronológicos y paleoambientales. Dentro de la Paleopalinología los estudios se centran en las siguientes disciplinas:

- *Geocronología*, en donde los palinomorfos ofrecen una importancia vital en la datación de rocas o sedimentos ya que son unos buenos indicadores de cortos períodos de tiempo debido a la rápida evolución de la paleoflora. Además son abundantes en rocas en donde no suelen aparecer otro tipo de fósiles.
- *Bioestratigrafía*, a través del cual podrían correlacionarse diferentes cortes geológicos. Económicamente este aspecto de la Palinología es el más importante, especialmente para la industria del petróleo, gas y carbón.
- *Paleoecología*, que estudia la evolución paleoclimática y paleoambiental a lo largo del tiempo, lo cual permitiría predecir y comprender mejor el actual Cambio Climático Global. Los palinomorfos están íntimamente influenciados por cualquier mínima fluctuación del entorno, por tanto, son indicativos del ambiente donde han sido depositados.

2. **Aerobiología**, en donde se estudian la producción y dispersión de los granos de polen a través de la atmósfera durante las diferentes estaciones del año, con aplicaciones en Agronomía para la mejora de las cosechas y en Alergología, ya que los granos de polen y esporas actúan como alérgenos, especialmente en primavera.

3. **Melisopalinología**, como herramienta básica para el estudio de la composición y calidad de las mieles, así como el comportamiento de la recolecta de las abejas.

4. **Biología del polen**.

5. **Actuopalinología**, o estudio del contenido polínico actual.

Los granos de polen poseen formas, aberturas, esculturas y estructuras de las paredes variadas. Estos caracteres combinados permiten identificar al vegetal que los produjo; por tanto, este estudio puede resultar enormemente útil en cualquier trabajo de palinología que se lleve a cabo en la Comarca del Jiloca, ya que el atlas se basa en las plantas localizadas en esta localidad.

La ventaja del empleo de la Palinología frente a otros fósiles radica:

- a. En la amplia distribución y gran abundancia de los granos de polen y esporas porque pueden encontrarse en un entorno terrestre, de agua dulce, marino o estuario.
- b. En su gran resistencia a procesos físico-químicos.
- c. En la rápida evolución de las palinofloras que permiten delimitar un rango de edad dentro de una escala cronológica. Además la presencia de ciertos taxones indican unas condiciones climáticas determinadas, que pueden aportar información del clima o del sustrato existente ya sea a nivel regional como a nivel local. En general las plantas anemófilas ofrecen datos de tipo regional debido a la producción de grandes cantidades de granos de polen y debido a que su área de dispersión es mayor. Por ejemplo, la producción polínica de *Quercus* según Moore & Webb (1978) se cifra en 1.250.000 granos de polen por flor. Sin embargo, la polinización entomófila es un mecanismo más eficiente por lo que requiere una menor producción de granos de polen y la distancia de transporte suele ser menor.

1.c. El trabajo

En este proyecto se han descrito por separado únicamente los granos de polen de diferentes familias de plantas, haciendo hincapié en los diversos tipos de polinización, con la finalidad de poder identificar los que se encuentran en un análisis polínico y reconstruir el conjunto florístico original o productor.

Debido a los condicionantes temporales derivados de la concesión de la ayuda, la recolección de plantas ha estado limitada a la estación primaveral tardía, por lo que existe una clara sobrerrepresentación de la familia Compositae.

Como ya es sabido, las especies estudiadas están íntimamente ligadas tanto al clima de la región como al sustrato geológico y al suelo que las sustentan. Así pues, con el fin de conseguir especies de plantas adaptadas a diferentes condiciones, se eligieron áreas de la Sierra de Cucalón sobre cuarcitas que constituían una vegetación de sustitución de quejigal, un área de suelo removido en el Barranco de Rudilla constituido por calizas, un área cerca de Barrachina bajo sustrato de yesos, un área de sotobosque de ribera en Villar del Salz, el puerto de Bañón de composición calcárea y el pedregal junto al Castillo Peracense compuesto por conglomerados y areniscas rojas micáceas del Buntsandstein.

2. Metodología

La metodología empleada consta del trabajo de campo, de laboratorio y de gabinete.

Trabajo de campo

Tras una planificación de las campañas de campo en base a los datos aportados por Ferrer (1993), se han realizado numerosas prospecciones a diferentes zonas enmarcadas dentro de la Comarca del Jiloca. Dichas prospecciones han permitido la elección de los lugares de mayor riqueza florística y natural, preferentemente lejos de cualquier acción antrópica.

Trabajo de gabinete

El primer paso de cualquier estudio es la búsqueda bibliográfica ya que en base a ésta se planifican las salidas al campo y el tipo de tratamiento más adecuado para el proyecto propuesto. Tras la recolección, se elaboró un herbario con la finalidad de identificar las diferentes plantas. Para ello, se prensaron las plantas separadas mediante papeles de periódico, que debían ser renovados cada dos días. Una vez secas, se clasificaron seleccionando de todas ellas diferentes representantes de cada familia, para poder comparar así las analogías y las diferencias morfológicas de cada uno de los géneros y especies.

Trabajo de laboratorio

Se depositaron directamente las flores secas en tubos de ensayo. Se siguieron los protocolos propuestos por Erdtman (1960) para tratamientos mediante acetólisis adaptándolos al entorno de trabajo de los laboratorios del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza.

Se ha seguido la siguiente metodología:

FASE I

1. Deshidratación de las flores por su inmersión en un tubo con 2 ml de ácido acético glacial (CH_3COOH).
2. Centrifugación durante 15 minutos para producir decantación.
3. Retirada del ácido.

FASE II

1. Añadir 2 ml a cada tubo de una mezcla acetolítica (una parte de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , y nueve partes de anhídrido acético, $(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{O}$) para eliminar la celulosa, así como las sustancias orgánicas adheridas al exterior de la exina. Se han calculado las proporciones necesarias para 32 muestras que coinciden con 4 tandas de 8 tubos en la centrifuga. Por tanto, para ese número se necesitan 64 ml de mezcla que se logra al mezclar 7,11 ml de H_2SO_4 con 56,89 ml

de $(\text{CH}_3\text{CO}_2)_2\text{O}$. Se añaden 2 ml de esta mezcla a cada tubo y se calientan unos 3 minutos al Baño María desde una temperatura ambiente hasta unos 90°C , sin que llegue a hervir para evitar la rotura de los granos de polen.

2. Cuando los tubos se hayan enfriado se centrifugan para decantar.
3. Se retira el líquido.
4. Lavado con CH_3COOH para eliminar los productos de acetato de celulosa solubles derivados de la acetólisis.

Observación: Esta mezcla acetolítica debe prepararse en el día porque la disolución resultante es químicamente inestable.

FASE III [aplicable en función de los resultados obtenidos en la Fase II (1-2) y/o (3-4)]

1. Ataque con KOH al 10% si todavía quedan restos de celulosa que impidan su observación al microscopio.
2. 4 Lavados con agua destilada.
3. CLORACIÓN: Se realiza si tras la acetólisis resultara necesario porque la muestra no se presentase lo suficientemente nítida. Este paso consiste en añadir una mezcla de 2 ml. de ácido acético glacial, dos o tres gotas de solución saturada en clorato sódico y una o tres gotas de ácido clorhídrico.
4. Tras el ataque se realizan 3 lavados con agua destilada.

FASE FINAL

Montaje de las láminas en Bálsamo de Canadá y su secado en un horno durante 3 semanas a 52°C .

Tabajo de gabinete

En esta etapa se han observado los granos de polen al microscopio óptico para conocer tanto su estructura como la ornamentación de la exina. Asimismo, se han fotografiado (con un aumento $\times 100$) y mejorado infográficamente.

3. Colección palinológica

A continuación se describen los diferentes granos de polen ordenados según la familia a la cual pertenecen las plantas productoras siguiendo las claves de la Flora Euro-paea (Tutin *et al.*, 1964-1980) y de Aizpuru *et al.* (1999).

En la descripción de los granos de polen y esporas se ha utilizado la terminología de Punt (1994) en su intento de unificar todos los conceptos aparecidos hasta el momento con el único objeto de facilitar la comprensión del significado de cada tér-

mino. Se ha optado por aplicar términos en castellano basándonos en trabajos previos realizados en español (Sáenz, 1978; Saa, 1996). Asimismo, se han observado caracteres determinantes de cada especie según las claves expuestas por Moore (1978, 1991) y por Faegri *et al.* (1974).

Nota 1: Ver abreviaciones utilizadas en la página 15.

Nota 2: Cada unidad de la escala equivale a 1 μm .

GIMNOSPERMAS

CUPRESSACEAE

Polinización: **Anemófila**

Juniperus thurifera (lám. 1, fig. 1)

Isopolar, subesféricos de 30 μm de \varnothing medio con una fissura en su germinación; inaperturados y un pequeño adelgazamiento circular en forma de poro de la ex. que puede verse en granos no rotos; ex. relativamente delgada (0,6 μm); gemados con gemas dispersas, deciduas, redondeadas.

PINACEAE

Polinización: **Anemófila**

Pinus halepensis (lám. 1, fig. 2, 3)

Heteropolar, bilateral, bisacado, en v. ec. cuerpo subesférico y sacos circulares, en v. p. cuerpo esferoidal y sacos elípticos, con una constricción aparente entre el cuerpo y los sacos; cuerpo de anch. 89-95 μm y 39 μm de h, sacos de 26-28 x 40-45 μm ; ana-leptomado o inaperturado; gs. de la parte dorsal de la ex. del cuerpo igual o > 5 μm ; semitectado; sacos microverrugados con orn. no muy marcada; cuerpo muy verrugoso, con un engr. claro del cuerpo cerca de la unión con los sacos.

ANGIOSPERMAS

BORAGINACEAE

Polinización: **Entomófila**

Cynoglossum dioscoridis (lám. 1, fig.4)

Isopolar, prolato, en v. ec. elíptico-rectangular; 10-12 μm de long., 7 μm de anch.; sub-heterocolpado con 6 colpos y 3 poros con todos los colpos de aproximadamente la misma long., con un anillo de colpos transversales (de 1 μm de anch. cada uno) unidos ecuatorialmente, una ligera constricción en el área ec.; área p. grande (índice > 0.75); ex. de unas 0,4 μm ; psilado.

CAMPANULACEAE

Polinización: **Entomófila**

Jasione laevis (lám. 1, fig. 5)

Isopolar, subesférico; grano de \varnothing 25-(29) μm ; triporado con un \varnothing de poro de 3 μm ,

circulares; ex. delgada (0,5 μm); perforado, espinoso con 2 tipos de espinas regularmente espaciadas: unas muy cortas y delgadas y otras marcadas, un poco más largas y esparcidas; espinas ligeramente de mayor h que las verrugas; vestibulum pequeño y cónico o ausente; tectado.

Observaciones: Aparece frecuentemente doblado.

CAPRIFOLIACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Sambucus ebulus* (lám. 1, fig. 6, 7)

Isopolar, prolato elíptico de contorno ec. más o menos romboidal y contorno p. circular o interhex.; long. 22-23 μm y de anch. 15-18 μm ; tricolporado, endoporo alargado ecuatorialmente, con colpo transversal; ex. de gs. 1,5 μm , semitectado, menor número de columelas y de menor h hacia los polos; per-reticulado, retículo fino en donde algunos brochi alcanzan 1,5 μm , menor tamaño que las crucíferas y reticulado más tosco en Caprifoliaceae.

2. *Sambucus nigra* (lám. 1, fig. 8)

Isopolar, prolato de contorno ec. más o menos romboidal y contorno p. circular o interhex.; grano de 22-(28) μm de long. y 12-(16) μm de ancho; tricolporado con endoporos más o menos circulares de gran tamaño, con colpo transversal; ex. de gs. 1 μm , semitectado con un infratectum columelar marcado; per-reticulado, reticulum fino con brochi de 1 μm .

CARYOPHYLLACEAE

Polinización: **Entomófila**

Dianthus pungens spp. *hispanicus* (lám. 1, fig. 9, 10)

Apolar, esférico, de contorno subhexagonal; granos relativamente grandes de 40 μm de \emptyset ; periporados, con < 20 poros de 3 μm de \emptyset y annuli de 1,5 μm de gs.; ex. muy gruesa (3 μm de gs.), tectum con perforaciones dispersas similares en número a las columelas y espinas, o per-reticulado; microespinoso; columelas separadas.

CISTACEAE

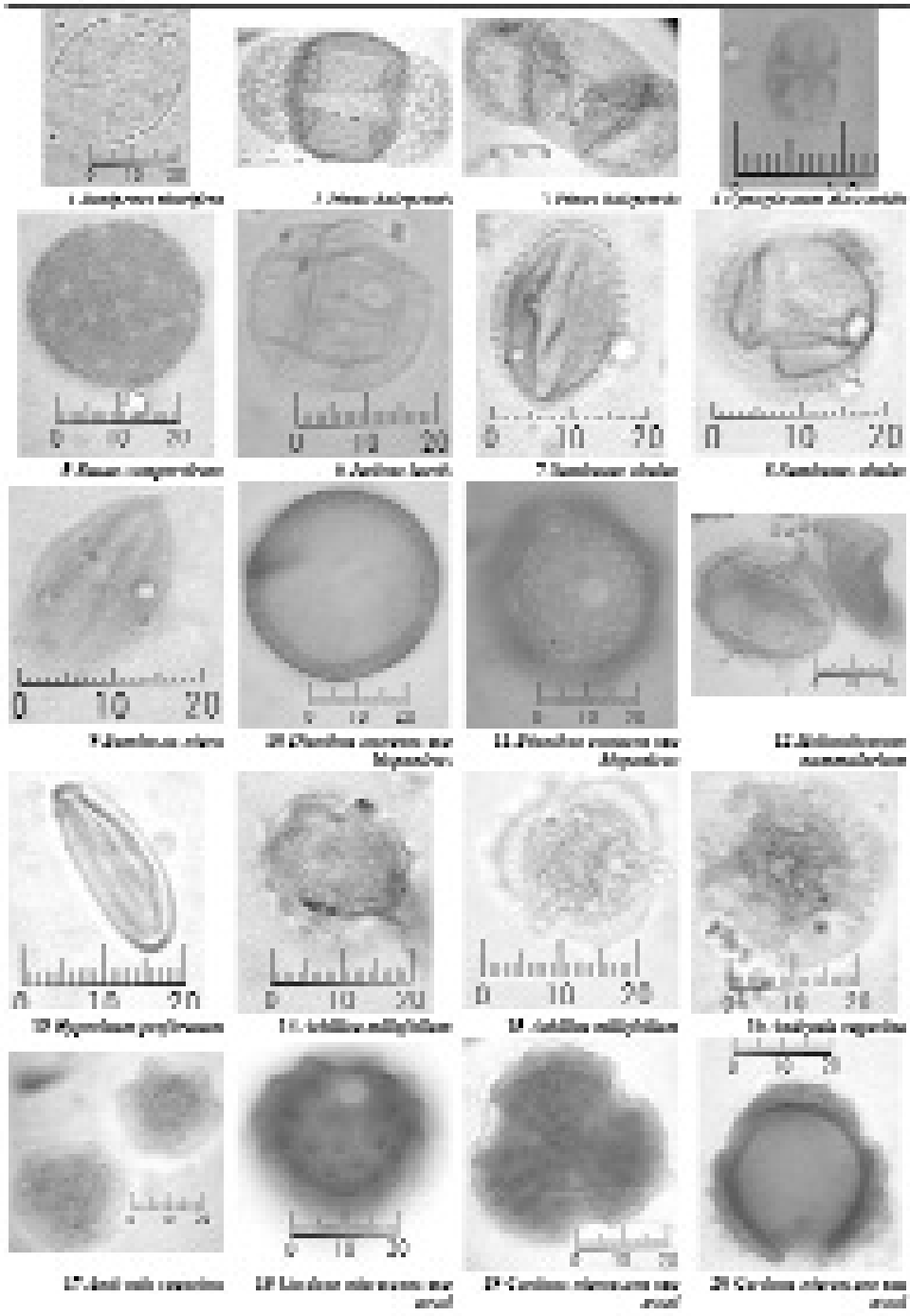
Polinización: **Entomófila**

Helianthemum nummularium (lám. 1, fig. 11)

Isopolar, prolato, subtriangular en v. p.; eje p. de 40-45 μm y eje ec. de 30-31 μm ; tricolporado, poro redondeado marcado y cubierto, relativamente de pequeño tamaño, colpos muy largos que llegan casi hasta los polos y más anchos que la ex., área p. apuntada (o redondeada); ex. de 1-1,8 μm , tectado, infratectum columelar con columelas finas muy juntas entre sí; estriado-rugulado con estrías finas y apuntadas.

Observaciones: La mayoría de los granos de polen aparecen doblados.

LÁMINA I



CLUSIACEAE = GUTTIFERAE

Polinización: **Entomófila*****Hypericum perforatum*** (lám. 1, fig. 12)

Isopolar, prolato a perprolato (P/E = 1,5-2,2), polos redondeados; tamaño del eje p. alrededor de 22-23 μm ; \emptyset ec. de unas 8-11 μm , área p. pequeña; tricolpado con colpos largos, colpos estrechados ecuatorialmente con costae marcados generalmente curvándose hacia el ecuador, gradualmente adelgazándose hacia los polos, colpos transversales anchos, algo indistinguibles; ex. 1 μm , endex. delgada en la cual no se distingue la separación existente con el retículo, tectado; superficie psilada, per-reticulado con muri grande de anch. más o menos igual a la anch. de las lumina, brochi < 1 μm .

COMPOSITAE

Polinización: **Entomófila**1. ***Achillea millefolium*** (lám. 1, fig. 13, 14)

Isopolar, subprolato en v. ec. y en v. p. subtriangular-trilobulado; granos de \emptyset de 20 μm ; tricolporado; ex. de gs. máximo de 3 μm , cresc., infratectum columelar prominente de igual o mayor gs. que el tectum; espinosos con espinas (2,5-3 μm de h) largas y punteagudas de base cónica ancha, sin huecos en las espinas.

2. ***Andryala ragusina*** (lám. 1, fig. 15, 16)

Isopolar, en v. p. posee forma subtriangular-subhexagonal; eje ec. de mayor long. de unos 28-29 μm ; fenestrado, lagunas no tan marcadas como en *Scolymus hispanicus* y espinas más numerosas que en este último género, posee crestas interlacunares; crestas de 4 μm de h; ex. de gs. 1 μm , cresc.; espinoso con espinas ligeramente más largas que en *Sonchus oleraceus*, así como poros más marcados y de mayor tamaño.

3. ***Carduus nigrescens ssp assoi*** (lám. 1, fig. 17, 18, 19)

Isopolar, oblatos, en v. p. subesférico trilobado; de gran tamaño con su eje mayor de 38 μm ; tricolporados, poros grandes, marcados y más o menos rectangulares, frecuentemente con colpo transversal de 5 μm de anch., abruptamente estrechado en el centro del colpo; ex. de 7 μm de gs. máximo, cresc., infratectum columelar marcado de triple gs. que el tectum, columelas muy marcadas; espinoso con numerosas espinas cortas (h= 3 μm) de punta redondeada, con su base (6 μm) de mayor long. que su h y generalmente con una cavidad interna.

4. ***Centaurea ornata*** (lám. 2, fig. 1)

Isopolar, subprolato de polos redondeados; long. 45 μm y 38-40 μm de anch., mayor tamaño que *Mantisalca salmantica*; tricolporado, poros muy marcados, colpos muy marcados que aparecen discontinuos en el ecuador donde aparecen costae endocolpi, colpo transversal presente; ex. (gs. 4 μm) ondulada aparentemente debido a la

presencia de espinas vestigiales, columelas prominentes, infratectum de menor gs. que el tectum.

5. *Cirsium monspessulanum* (lám. 2, fig. 2, 3)

Isopolar, forma subesférica, en v. polar subtriangular-redondeado; \emptyset medio 35-37 μm ; tricolporado, poro alargado meridionalmente, colpos muy estrechos muy delineados paralelos entre sí y que acaban abruptamente pero con bordes redondeados; infratectum columelar prominente de igual o mayor gs. que el tectum, columelas no rectas, no cresc.; espinoso con numerosas espinas apuntadas, cortas, casi triangulares con huecos (base de mayor anch. que su h, de 6 μm y 3 μm respectivamente) y generalmente con una cavidad interna, ex. granular sobre la superficie del grano y espinas.

6. *Cirsium pyrenaicum* (lám. 2, fig. 4, 5)

Isopolar, forma subesférica, en v. polar subtriangular-redondeado; grano de de \emptyset 36-40 μm , tamaño similar o menor que *Cirsium monspessulanum*; tricolporado, poro elongado meridionalmente; ex. de 6 μm de gs., no cresc., infratectum columelar prominente de igual o mayor gs. que el tectum, columelas convergentes hacia el tectum en el área comprendida debajo de las espinas y divergentes entre las espinas; espinoso con espinas cortas y apuntadas, de 2,5 μm de h, de long. igual o menor que el \emptyset basal de las mismas y generalmente con una cavidad interna, superficie granular por todo el grano.

7. *Echinops ritro* (lám. 2, fig. 6)

Isopolar, prolato; granos de polen grandes, long. 61 μm y 43 μm de anch.; tricolporado con poros de gran tamaño (6 μm de h y 20 μm de anch.), con colpo transversal; ex. muy gruesa (12 μm en el ecuador y 6 μm en los polos), columelas prominentes no rectas, con infratectum columelar de igual o mayor gs. que el tectum, con engr. del intercolpium ec. y longitudinales (intersemiangulosos); espinoso con espinas vestigiales.

8. *Helichrysum italicum ssp serotinum* (lám. 2, fig. 7, 8)

Isopolar, subprolato, subtrilobulado en v. p.; grano relativamente pequeño de long. 15,5 μm y de anch. 15 μm ; tricolporado, colpos marcados de 3 μm de anch. aunque poros difíciles de distinguir; ex. de 3 μm de gs., infratectum columelar de igual o mayor gs. que el tectum; espinoso con espinas grandes, que siguen una alineación meridional, de 2 μm de h acabadas en punta dispuestas sobre una base cónica.

9. *Mantisalca salmantisalca* (lám. 2, fig. 9, 10, 11)

Isopolar, subesférico o subprolato, con bordes redondeados; long. 30 μm y de anch. 29 μm ; tricolporado con poros grandes de h 7 μm y anch. 5 μm que poseen annu-

lus grandes y redondeados; ex. de gs. 7 μ m, cresc., columelas prominentes, infratectum de menor gs. que el tectum; espinoso con espinas subcilíndricas de 1,5-2 mm de h, más o menos triangulares, acabando abruptamente en punta, no muy marcadas o subredondeadas.

10. *Onopordon acaule* (lám. 2, fig. 12)

Isopolar, contorno poligonal-subtriangular en v. p.; \emptyset ec. 40 mm; tricolporado, anch. de la apertura 7,5 mm; ex. de 8 mm, infratectum columelar bien marcado de igual o mayor gs. que el tectum; espinoso con espinas cortas (1,5 mm de h) de long. igual o menor que el \emptyset basal de las mismas.

11. *Scolymus hispanicus* (lám. 2, fig. 13, 14)

Isopolar, contorno hexagonal; eje mayor de long. 42-44 mm, tamaño un poco más pequeño que *Carduus nigrescens* ssp *assoii*; fenestrado, con unas 12-14 lagunas de dimensiones 14 mm x 9mm, con crestas interlagunares, muri formado por una fila de numerosas espinas apuntadas muy juntas entre sí; espinoso con espinas de 2 mm de h.

12. *Senecio doria* (lám. 2, fig. 15)

Isopolar, subprolato, subesférico ligeramente trilobulado en v. p.; anch. ec. de 21-23 mm; tricolporado, poro alargado transversalmente y colpos muy estrechos; columelas difíciles de distinguir; espinoso con espinas de 2 mm de h y cavidad de las espinas ausentes o extremadamente pequeña.

13. *Senecio jacobaea* (lám. 2, fig. 16, 17)

Isopolar, subprolato, subesférico ligeramente trilobulado en v. p., con los polos redondeados; long. de 26-29 mm y una anch. de 20-26 mm; tricolporado, poro elongado transversalmente de unas 2,5 mm de \emptyset , colpos muy marcados (1 mm de anch.) llegando casi hasta los polos; columelas difíciles de distinguir; espinoso con numerosas espinas cortas de 2,5 mm de h y de punta redondeada, cavidad de las espinas ausentes o extremadamente pequeña.

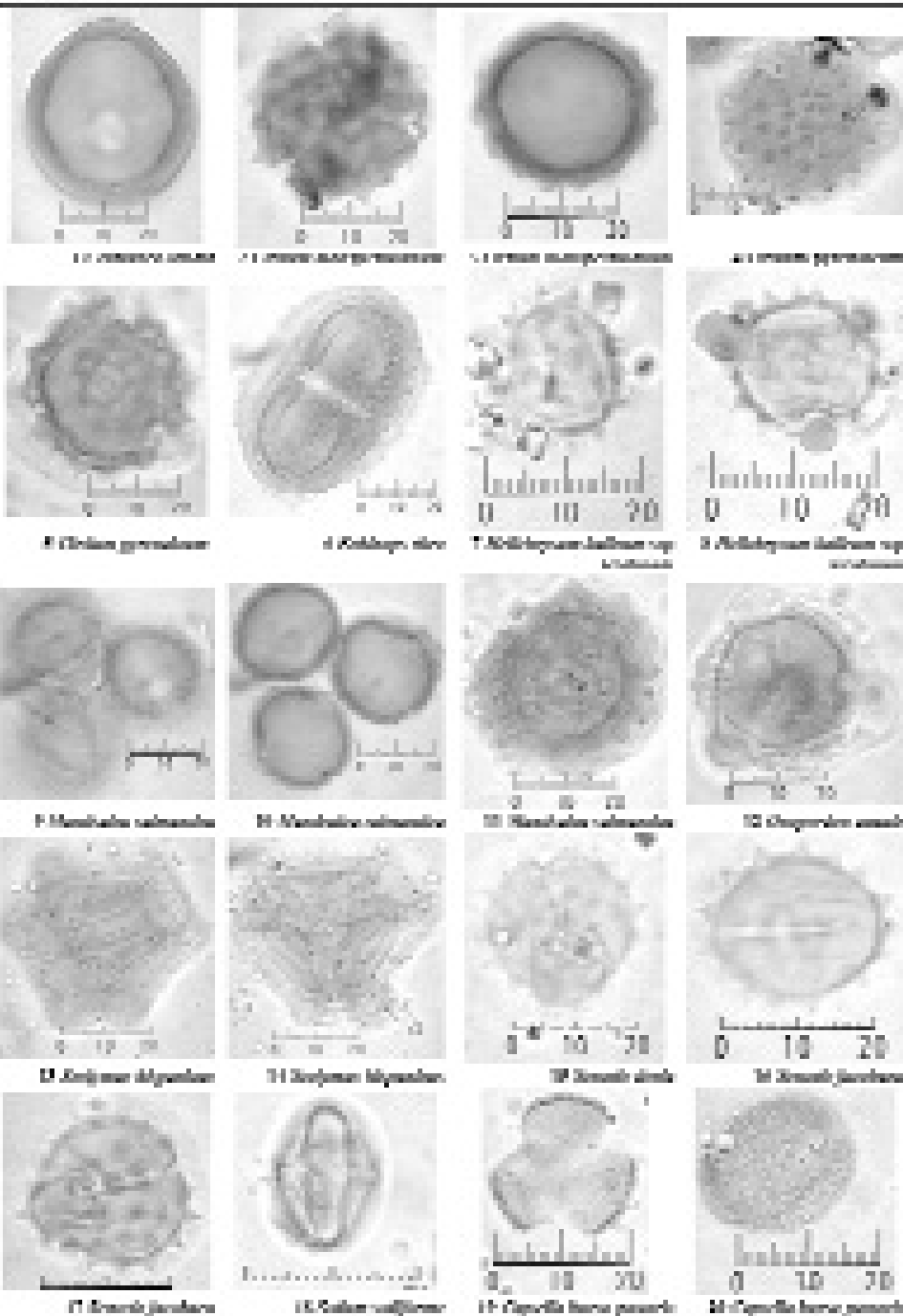
CRASSULACEAE

Polinización: **Entomófila**

Sedum sediforme (lám. 2, fig. 18)

Isopolar, prolato, apiculado; long. de 18-19 mm y una anch. de (10)-13 mm, P/E < 1,5; tricolporado, colpos anchos muy marcados y colpos transversales muy largos atenuándose y estrechándose hacia los polos con margos en el ecuador, poros pequeños más o menos redondeados; ex. tectada de 1 mm donde las columelas forman un patrón granular-estriado con estrías transversales.

LÁMINA 2



CRUCIFERAE=BRASSICACEAE

Polinización: **Entomófila**1. *Capsella bursa-pastoris* (lám. 2, fig. 19, 20)

Isopolar, subprolato, contorno trilobulado en v. p.; long. de (16)-21 μm y de anch. (12)-17 μm ; tricolpado, colpos largos sin margo marcado, con una anch. del colpo de 0.5 μm , más o menos convergentes en los polos, colpo sin gránulos o con estructura delicada; ex. semitectada de gs. 1,5 μm , columelas muy marcadas; endex. muy marcada; per-reticulado; microrreticulado con brochi < 1 μm , gránulos marcados, sólo sus partes más superficiales unidas en un reticulum fino, reticulum con muri estrecho.

2. *Diploaxis eruroides* (lám. 3, fig. 1, 2)

Isopolar, de prolato elíptico a perprolato; long. (20)-24 μm y una anch. de (11)-20 μm ; tricolpado, colpos largos y muy marcados sin gránulos o con estructura delicada, sin margo marcado; ex. semitectada de gs. 1,5 μm , cresc., columelas muy marcadas más juntas entre sí en los polos; per-reticulado, microrreticulado con al menos algunos brochi > 1 μm adelgazándose hacia los polos, reticulado más marcado y clavae más gruesas con cabezas más pequeñas que en *Capsella bursa-pastoris*; gránulos marcados, sólo sus partes más superficiales unidas en un reticulum con muri estrecho; colpos.

CUSCUTACEAE

Polinización: **Entomófila***Cuscuta epithimum* (lám. 3, fig. 3, 4)

Isopolar, subprolato, polos redondeados; long. de 22 μm y una anch. de 17 μm ; tricolpado con colpos anchos muy largos más o menos lineares y muy marcados; ex. tectada de gs. 0,75 μm , columelas simples marcadas, cresc.; psilado aunque posee algunas verrugas dispersas de diferentes tamaños de una 0,6 μm de h.

CYPERACEAE

Polinización: **Anemófila***Scirpus holoschoenus* (lám. 3, fig. 5)

Heteropolar, grano ovoide o de contorno acampanado; long. de 24 μm y una anch. de 13 μm , L/A < 2; monoporado con poros poco distinguibles; ex. de 1 μm de gs., tectum perforado; psilado-escábrido; lagunas laterales más o menos circulares generalmente formando una orn. areolada.

Observación: Los granos frecuentemente aparecen doblados.

DIPSACACEAE

Polinización: **Entomófila***Scabiosa columbaria* (lám. 3, fig. 6, 7)

Isopolar, prolato, contorno ec. rómbico; eje longitudinal de 70 μm y una anch. de 55 μm ; tricolpado con colpos cortos, redondeados, rodeados por un margo denso muy marcado; ex. de gs. 5-10 μm , más gruesa en los polos, columelas ramificadas, elementos estructurales y ornamentales distribuidos regularmente, infratectum columelar muy marcado de mayor gs. que el tectum; espinoso con espinas dimórficas, con espinas minúsculas de 0,5 μm de h entre las espinas gruesas de 2 μm de h.

ERICACEAE

Polinización: **Entomófila**

Calluna vulgaris (lám. 3, fig. 8)

Heteropolar, tétrada tetraédrica irregular; 39 μm x 30 μm , en donde cada grano de 20-23 μm de \varnothing ; frecuentemente tetracolpado con 4 colpos cortos difíciles de observar; ex. delgada de 0,7-1 μm ; verrugoso con verrugas prominentes.

FABACEAE=LEGUMINOSAE=PAPILONACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. ***Anthyllis vulneraria*** (lám. 3, fig. 9)

Isopolar, en v. ec. rectangular-elíptico, granos subprolatos y subesférico en v. p.; long. de 32 μm y una anch. de 22 μm ; tricolporado, colpo continuo ligeramente contraído hacia el ecuador, costae transversales presentes pero no siempre distinguibles, área p. media; ex. delgada de 1,5 μm de gs., tectado, endex. delgada, columelas finas o indistinguibles; suprarreticulado-foveolado, poca orn. microverrugoso.

Observaciones: Frecuentemente grano doblado y a veces colpos y poros difíciles de observar.

2. ***Lathyrus latifolius*** (lám. 3, fig. 10)

Isopolar, limb ec. circular o semiangular, prolato; eje longitudinal de 37 μm y una anch. de 24-27 μm ; tricolporado con una anch. del colpo de 0,8 μm , colpos que tienen costae muy marcados; poro muy marcado de 3,5 μm de \varnothing rodeado por un annulus (enr. de la endex.) y cubierto por una ectex. casi sin estructura y delgada, área p. media; ex. tectada de 0,5 μm de gs., endex. delgada, columelas finas o indistinguibles; suprarreticulado-foveolado, orn. más marcada, retículo marcado aunque no tanto como *Trifolium*, en cada intercolpium < 15 brochi o perforaciones a lo largo del ecuador.

3. ***Medicago sativa*** (lám. 3, fig. 11)

Isopolar, granos subprolatos o subesféricos en v. p.; eje p. entre 32-35 μm y \varnothing ec. 24 μm (P/E_1,3-1,45); tricolporado, colpos largos con costae y cresta ec. pero no siempre distinguibles; poro algo indistinguible en v. dorsal, área p. media; ex. muy delgada (0,5 μm) y tectada con columelas muy cortas, endex. delgada; suprarreticulado-foveolado muy fino.

4. *Melilotus sulcatus* (lám. 3, fig. 12)

Isopolar, prolato y subsférico en v. p.; eje p. de 27-30 μm y eje ec. de 18 μm ; tricolporado con poros apenas distinguibles de 3 μm de \emptyset , costae transversales presentes; área p. media; ex. tectada de 0,5 μm de gs. con endex. delgada, columelas finas o indistinguibles; suprarreticulado-foveolado con reticulado muy fino, en cada intercolpium > 15 brochi o perforaciones a lo largo del ecuador.

5. *Ononis natrix* (lám. 3, fig. 13)

Isopolar, subprolado, polos de contorno redondeado, contorno p. circular o semiangular; 22 μm de long. y 12 μm de anch.; tricolporado con poros romboidales elongados ecuatorialmente (3 μm de \emptyset) no tan marcados como en *Ononis tridentata ssp barrelieri*, colpos muy largos con costae transversales marcados, área p. media; ex. tectada de 0,7 μm de gs., endex. delgada, columelas finas o indistinguibles; escábrido-suprarreticulado muy fino.

6. *Ononis spinosa* (lám. 3, fig. 14)

Isopolar, subprolato, polos de contorno redondeado, contorno p. circular; eje p. de 23 μm y eje ec. de 18 μm ; tricolporado, poros muy grandes y claramente distinguibles que aparecen ligeramente alargados meridionalmente; colpos largos, costae transversales presentes pero no siempre distinguibles, área p. media; ex. tectada muy delgada de 0,3 μm de gs., endex. delgada, columela fina o indistinguible; suprarreticulado con reticulado muy fino, en cada intercolpium > 15 brochi o perforaciones a lo largo del ecuador.

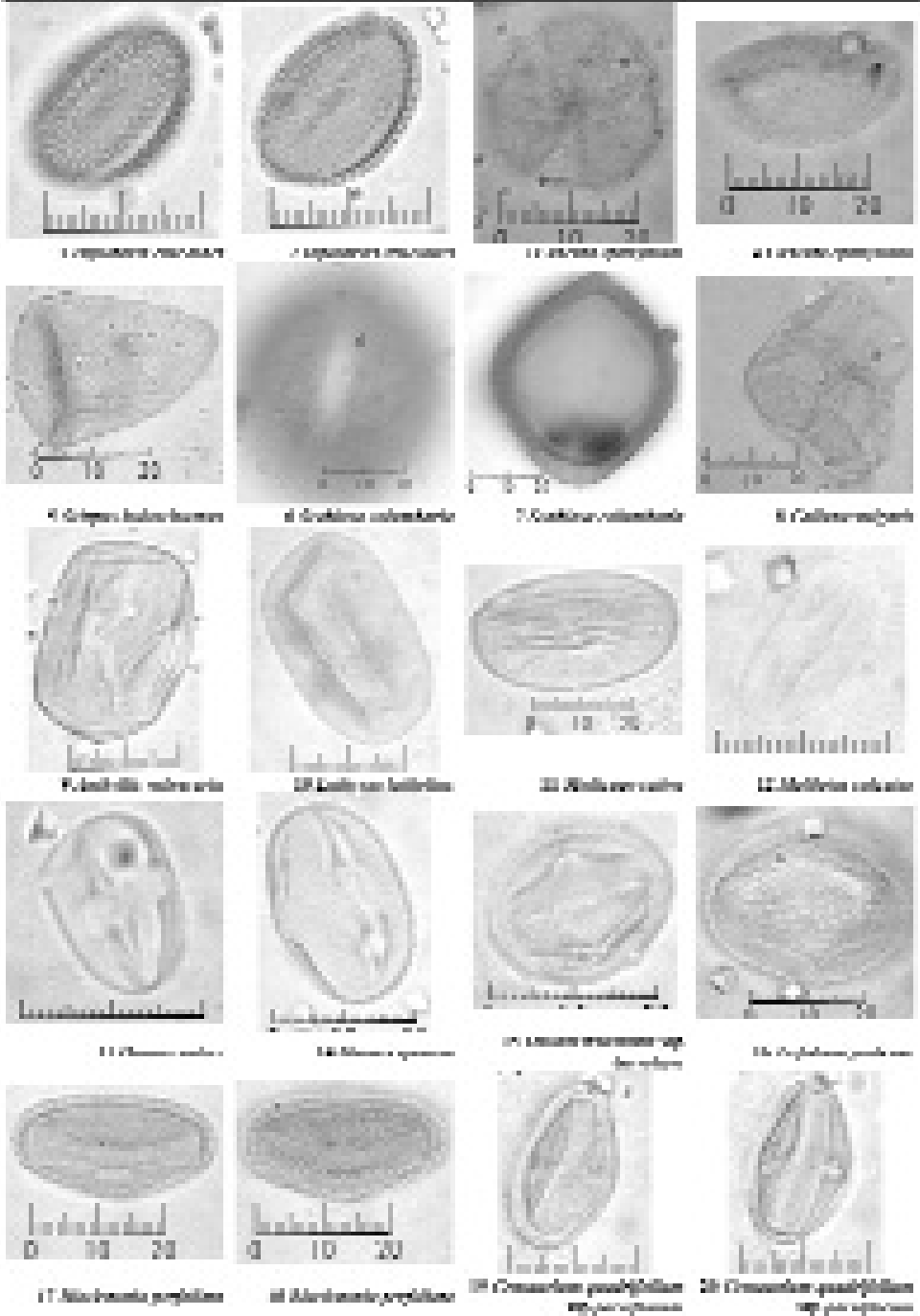
7. *Ononis tridentata ssp barrelieri* (lám. 3, fig. 15)

Isopolar, contorno p. circular o semiangular, subprolato casi esférico en muchos casos, a veces prolato elíptico; 23 μm de long. y 19 μm de anch.; tricolporado, poro marcado y redondeado, costae transversales muy marcadas, área p. media; ex. tectada delgada de 0,5 μm de gs., endex. delgada, columelas finas o indistinguibles; suprarreticulado-foveolado con un reticulado muy fino, superficie escábrida con perforaciones en la ex., orn. fina.

8. *Trifolium pratense* (lám. 3, fig. 16)

Isopolar, contorno p. circular o semiangular, granos subsféricos o prolatos; 37 μm de long. y 29 μm de anch.; tricolporado, poro no muy marcado en algunos casos de 3,5 μm de \emptyset , costae transversales presentes pero no siempre distinguibles, área p. media; ex. tectada delgada de 1 μm de gs. aunque más gruesa en los polos, endex. delgada, columelas indistinguibles; suprarreticulado-foveolado, orn. muy marcada con brochi grandes > 1 μm y muri grueso, gemas de 0,5 μm de h.

LÁMINA 3



GENTIANACEAE

Polinización: **Entomófila**1. *Blackstonia perfoliata* (lám. 3, fig. 17, 18)

Isopolar, perprolato, rectangular en v. ec., subesférico en v. p., polos achatados; long. 30-31 μm y de 16-19 μm de anch.; tricolporado, colpo más largo que el \emptyset del poro, grano de poro marcado que puede aparecer cubierto o no, poro elongado meridionalmente, colpo contraído en el ecuador, área p. redondeada; ex. intactada muy gruesa en el ecuador (3 μm) y más delgada en los polos (1,5 μm), columelas marcadas; estriado-rugulado con algunas estrías no meridionales, bordes de los intelcolpia estriados meridionalmente, clavae largas y muy gruesas, muy marcadas.

2. *Centaurium quadrifolium ssp parviflorum* (lám. 3, fig. 19, 20)

Isopolar, prolato elíptico con los polos achatados, subesférico en v. p.; (25)-28 μm de long. y (13)-17-20 μm de anch.; tricolporado, colpo más largo que el \emptyset del poro, poro marcado que puede aparecer cubierto o no, colpo contraído en el ecuador, área p. redondeada, poros más esféricos, grano de menor tamaño y clavae de mayor h que en *Blackstonia*, grano de intercolpium mediano o regular; ex. intactada gruesa de unas 2 μm , columelas marcadas; estriado-rugulado con todas o casi todas las estrías meridionales.

GERANIACEAE

Polinización: **Entomófila**1. *Geranium robertianum ssp robertianum* (lám. 4, fig. 1, 2)

Isopolar, tricolporado con poros de 10 μm de \emptyset , colpos indistinguibles sin constricción ec.; ex. semitectada de 4,5 μm de gs.; per-reticulado con reticulum compuesto por brochi de unas 2 μm , con grandes y numerosas clavae de base rectangular y de cabeza semicircular alargada, gránulos ramificados, unidos al reticulum a cierta distancia del limb del grano.

2. *Geranium rotundifolium* (lám. 4, fig. 3, 4)

Isopolar, subesféricos; granos grandes de 79 μm de \emptyset ; tricolporado, colpos sin constricciones ec. estrechos-lineares y muy cortos; ex. intactada de 5,5 μm de gs.; per-reticulado con reticulum con grandes clavae, gránulos ramificados, unidos al reticulum a cierta distancia del limb del grano.

GRAMINEAE = POACEAE

Polinización: **Anemófila***Phleum pratense* (lám. 4, fig. 5)

Isopolar, subesférico; grano de gran tamaño (32-35 μm de \emptyset); monoporado con un poro de pequeño tamaño (2.5 μm de \emptyset) con un annulus marcado; ex. tectada muy delgada de 0.6 μm de gs.; psilado, escábrido o verrugoso.

LAMIACEAE = LABIATAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Lavandula angustifolia* (lám. 4, fig. 6, 7)

Isopolar, en v. p. circular-poligonal, subprolato; long. 33 μm y de anch. 25-28 μm ; hexacolpado, con colpos muy estrechos de anch. 1,5 μm ; gs. de la ex. (3 μm) en los intercolpi uniforme, adelgazándose hacia los colpos, doble capa de la ex.; reticulado.

2. *Mentha longifolia* (lám. 4, fig. 8, 9)

Isopolar, en v. ec. forma subesférica o subprolada; long. de 27-32 μm y 22-24 μm de anch.; hexacolpados, área p. mediano-pequeño con índice del área p. $< 0,5$; ex. de 1,5 μm , en v. p. columelas restringidos al muri no alineado; perreticulado con reticulum más fino en los polos y brochi de 0,5 μm .

3. *Origanum vulgare* (lám. 4, fig. 10, 11)

Isopolar, en v. p. indentado, subprolato; eje mayor 34-38 μm y long. 30-32 μm y anch. de 26 μm ; estefanocolpados hexacolpados, en v. ec. los colpos son ligeramente geniculados, área p. mediano-pequeño con índice del área p. $< 0,5$; ex. de 1 μm , cresc., ex. del intercolpi más o menos constante, columelas restringidas al muri no alineado, gs. de las columelas similar al de la anch. del muri; per-reticulado con reticulum más fino en los polos, lumina grande.

4. *Sideritis spinulosa* (lám. 4, fig. 12, 13)

Isopolar, en v. ec. rectangular con bordes angulares y en v. p. cuadrangular; long. de 31 μm y anch. de 28 μm ; tetracolpado, colpos divergentes hacia los polos; ex. de 1 μm de gs., columelas distinguibles; reticulado muy fino.

5. *Teucrium chamaedrys* (lám. 4, fig. 14)

Isopolar, prolato elíptico, en v. p. subesférico; eje p. 30 μm y eje ec. 19-21 μm ; tricolpado, colpos muy largos con opérculos que pueden haberse perdido, sin constricción ec.; ex. más gruesa en los polos (en el ecuador 1.5 μm de gs.), tectum engrosado en el área justo fuera del área p.; psilado, con micro-verrugas esparcidas.

6. *Thymus pulegioides* (lám. 4, fig. 15)

Isopolar, prolato; long. 37-39 μm y anch. 15-16 μm ; tricolpados, área p. mediano-pequeño con índice del área p. $< 0,5$; ex. muy frágil de gs. 1 μm , columelas restringidas al muri no alineado, gs. de las columelas similar al de la anch. del muri; per-reticulado con reticulum más fino en los polos, lumina grande.

Observaciones: Frecuentemente aparecen con roturas debido a la fragilidad de la exina.

LILIACEAE

Polinización: **Entomófila**1. *Allium roseum* (lám. 4, fig. 16)

Prolato, de contorno semicircular achatado, bilateral; grano de gran tamaño, de eje p. 24 μm , eje long.inal 50-53 μm y de 30 μm de gs.; monocarpado con la cara dorsal del grano con quilla; ex. de 1.5 μm ; microrreticulado-psilado con minúsculas perforaciones.

2. *Anthericum liliago* (lám. 4, fig. 17)

Prolato elíptico, simetría bilateral; grano de tamaño muy grande con eje p. de 87 μm y eje ec. de 57 μm ; monocarpado con el colpo que llega hasta los polos, margo muy grande; ex. tectada de 1 μm , columelas indistinguibles; retículo con brochi de diferentes tamaños de hasta $> 6 \mu\text{m}$.

3. *Asphodelus fistulosus* (lám. 4, fig. 18)

Forma subsférica o ligeramente prolato elíptico; grano de gran tamaño, eje p. 95-101 μm y eje ec. 82 μm ; monocarpado, con colpo transversal; ex. semitectada de gs. 3 μm , columelas muy juntas; reticulado.

MALVACEAE

Polinización: **Entomófila***Malva sylvestris* (lám. 4, fig. 19; lám. 5, fig. 1)

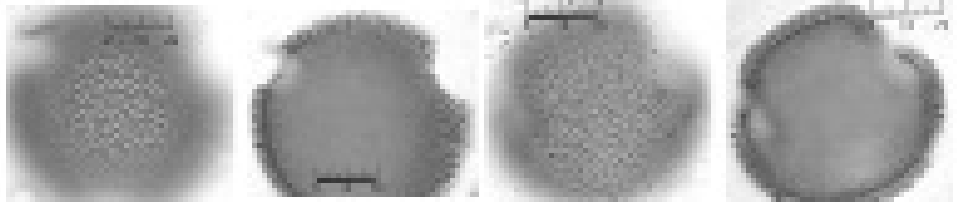
Isopolar, esférico; de gran tamaño, de \varnothing de 110 μm ; periporado con unos 100 poros de 1.5 μm de \varnothing ; ex. tectada de 7 μm de gs. sin contar con las espinas, fisuras triangulares, con 3 capas, siendo la más externa y la más interna las más delgadas; espinoso con espinas (h de las espinas 4 y 6) cónicas muy delgadas y apuntadas de base redondeada y ancha.

PAPAVERACEAE

Polinización: **Entomófila**1. *Glaucium corniculatum* (lám. 5, fig. 2, 3)

Isopolar, prolato ligeramente elíptico, en v. p. subsférico; 35 μm de long. y 23 μm de anch.; tricarpado, colpo sin constricción con gránulos gruesos dispersos, sin margo aparente, en v. ec. se observa que aunque los colpos sean más o menos paralelos divergen ligeramente entre sí en el ecuador en forma de paréntesis; ex. intactada de gs. 1,4 μm , columelas más juntas en los polos, columelas por debajo del muri dispuestas en una sola fila; per-reticulado con al menos algunos brochi $> 1 \mu\text{m}$, reticulado muy marcado que se hace más fino hacia los polos, retículo con muri amplio, gránulos muy aparentes.

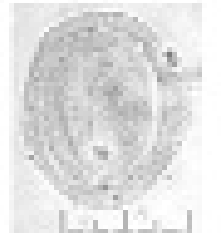
LÁMINA 4



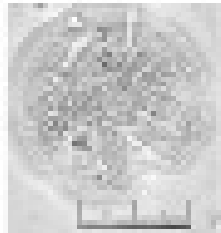
1 *Cirsium vulgare* sp. *Cirsium vulgare*
4 *Cirsium roseum* sp. *Cirsium roseum*



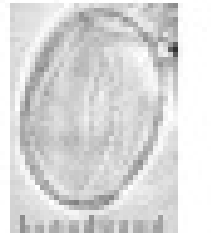
5 *Phlox crinita*



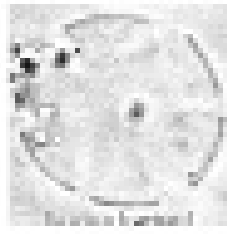
6 *Geraniella arvensis*



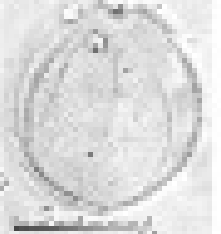
7 *Geraniella arvensis*



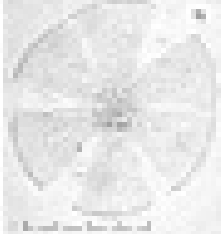
8 *Malva bracteata*



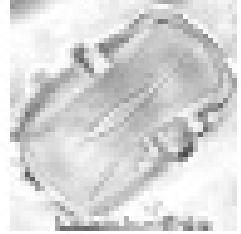
9 *Malva bracteata*



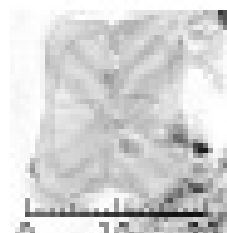
10 *Malva sylvestris*



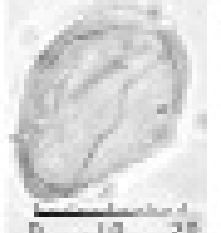
11 *Malva sylvestris*



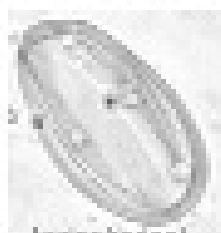
12 *Malva sylvestris*



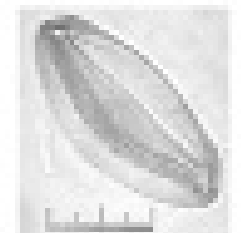
13 *Malva sylvestris*



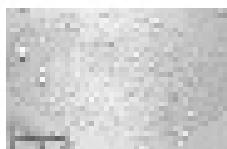
14 *Pteridium aquilinum*



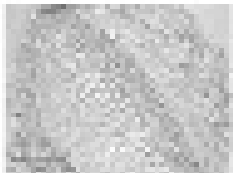
15 *Malva sylvestris*



16 *Malva sylvestris*



17 *Malva sylvestris*



18 *Agrostis* sp.



19 *Malva sylvestris*

2. *Papaver dubium* (lám. 5, fig. 4)

Isopolar, prolato elíptico; long. 27 μm y anch. de 15-19 μm ; tricolpados, colpo sin contracción, colpos no tan paralelos pero de tendencia a converger en ambos polos en forma elipsoidal; ex. tectada más delgada (gs. de 0.5 μm) que en *Glaucium*, ex. más gruesa en los polos, ex. con múltiples perforaciones; escábrido, intrarreticulado (brochi de 0.5 μm), tectum micro-verrugoso con microverrugas muy regularmente distribuidas, crestas bajas en la base de las espínulas formando un patrón reticulado. Observaciones: En algunas especies el tectum puede estar más o menos disuelto.

3. *Papaver rhoeas* (lám. 5, fig. 5, 6)

Isopolar, prolato ligeramente elíptico; eje p. de 28-29 μm y anch. de 19-21 μm ; tricolpados, colpo sin constricción de anch. de 3 μm ; ex. tectada (gs. de 0.7 μm en el ecuador y de 2 μm en los polos) con múltiples perforaciones, columelas indistinguibles, tectum micro-verrugoso con microverrugas muy regularmente distribuidas; escábrido, intrarreticulado con las espínulas regularmente distribuidas, crestas bajas en la base de las espínulas formando el patrón reticulado.

Observaciones: En algunas especies el tectum puede estar más o menos disuelto.

PLANTAGINACEAE

Polinización: **Anemófila**

Plantago coronopus (lám. 5, fig. 7)

Isopolar, subesférico aunque a menudo aparece arrugado; tamaño pequeño o mediano, $\text{Ø} = 19\text{-}35$ μm ; periporado con menos de 8 poros operculados de 2.5 μm de Ø con annulus muy marcado con un gs. de 2 μm ; ex. delgada, con sex. más gruesa que la nex., infratectum columelar, con columelas delgadas y cortas; verrugoso, especialmente en las proximidades de la apertura, microespinoso aunque difícil de distinguir.

Observaciones: En microscopio con contraste de fase pueden verse las minúsculas microespinas.

RANUNCULACEAE

Polinización: **Entomófila**

Helleborus foetidus (lám. 5, fig. 8)

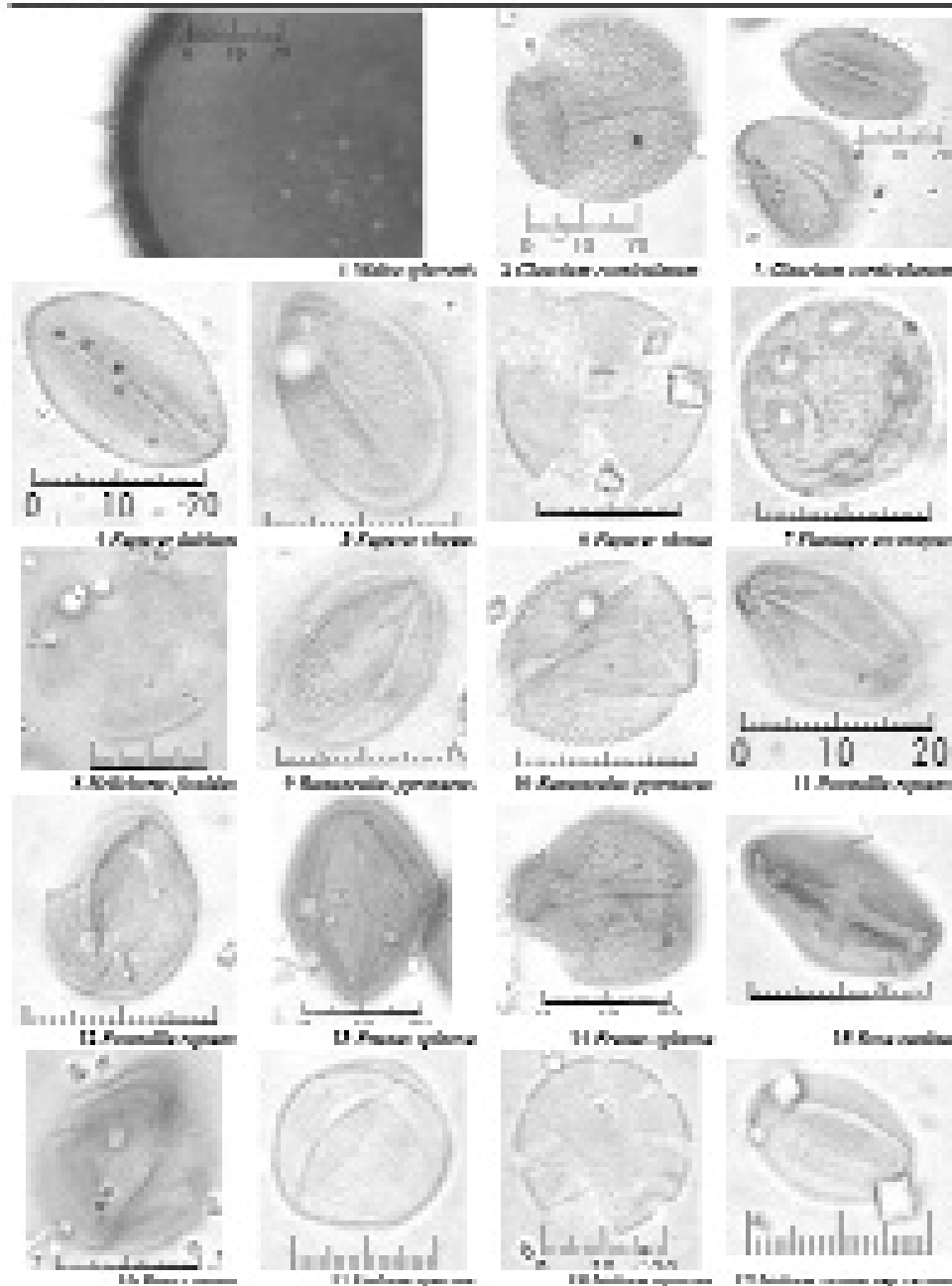
Isopolar, prolato, en v. p. contorno subesférico; eje mayor de 30-31 μm ; de eje p. 28 μm y eje ec. de 19 μm , de mayor tamaño que *Ranunculus pyrenaicus*; tricolpado con colpos muy anchos; ex. de gs. 1.5 μm en los polos y 1 μm en el ecuador; verrugado-estriado con numerosas espinas.

ROSACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Potentilla reptans* (lám. 5, fig. 9, 10)

LÁMINA 5



Isopolar, de prolato a perprolato elípticos, en v. ec. subredondeado, terminaciones redondeadas; long. 24-31 μm y anch. de 13 μm ; tricolporados, poros no siempre visibles, operculados con operculum tectado, colpos no constreñidos, área p. no aplanada; ex. de 1 μm de gs.; estriados con estrías diagonales, muri gruesos y difusos a menudo paralelos.

2. *Prunus spinosa* (lám. 5, fig. 11, 12)

Isopolar, prolato romboidal en v. ec., con bordes agudos, en v. p. subesférico; eje p. de 36 μm y eje ec. de 23 μm , mayor tamaño que *Potentilla reptans*; tricolporados, operculados, poros muy pequeños difíciles de distinguir; ex. de gs. 1 μm en los polos y 1.5 μm en el ecuador, cresc.; estriado-rugulosos, rugulado-estriado con estrías divergentes desde el ecuador hacia los polos.

3. *Rosa canina* (lám. 5, fig. 13, 14)

Isopolar, prolato sin terminaciones angulares y borde de los polos de contorno subredondeado en v. ec., subesférico en v. p.; 28-30 μm de long. y 17-22 μm de anch.; tricolporados, operculados con opérculo corto tectado; ex. tectada de 1 μm de gs.; estriado con muri finos submeridionales o subtransversales.

RUBIACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Galium aparine* (lám. 5, fig. 15, 16)

Isopolar, subprolato o prolato, en v. p. subesférico, intercolpi redondeados; eje p. 27 μm y eje ec. de 21 μm ; estefanocolpado, típicamente con 7 colpos largos y estrechos de 1.3 μm de anch., aunque a veces los colpos son difíciles de distinguir; ex. tectada de gs. 1 μm ; ex. ligeramente verrugosa o sub-reticulada.

Observaciones: Frecuentemente aparecen doblados por lo que no se distinguen bien el número de colpos.

2. *Galium verum ssp verum* (lám. 5, fig. 17)

Isopolar, prolato, en v. p. subesférico, intercolpi redondeados; granos más pequeño que *Galium aparine*, 19 μm de long. y 13-15 μm de anch.; estefanocolpado 6-10 colpos largos y estrechos, paralelos entre sí, llegando hasta los polos; ex. de 0.9 μm de gs., endex. ondulada, intercolpi ec. más engrosado que en *Galium aparine*; psilado-escábrido.

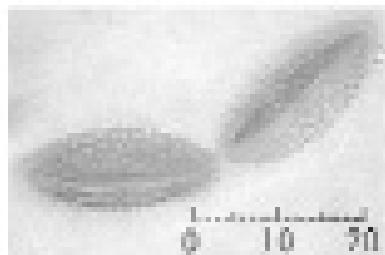
SALICACEAE

Polinización: **Anemófila**

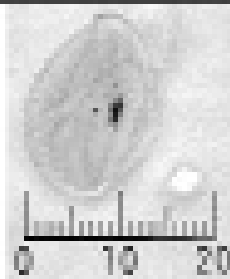
Salix alba (lám. 6, fig. 1)

Isopolar, prolato elíptico, polos ligeramente achatados; 23-25 μm de long. y 18 μm de anch.; tricolpado con colpos muy largos que llegan casi hasta los polos, con margo

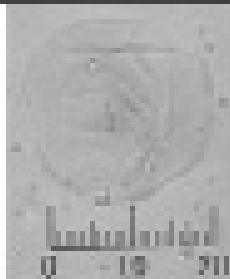
LÁMINA 6



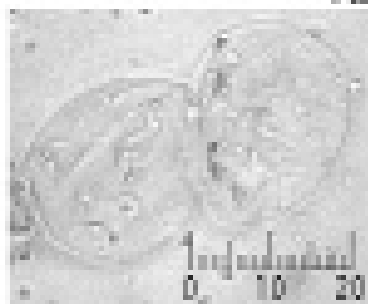
1. *Pinus sylvestris*



2. *Abies balsamea*



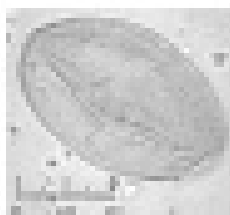
3. *Magnolia grandiflora*



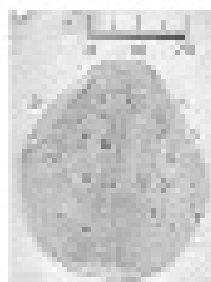
4. *Magnolia grandiflora*



5. *Pinus nigra*



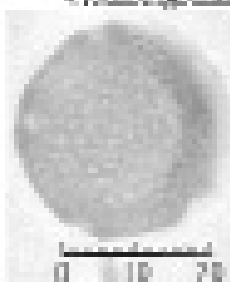
6. *Pinus nigra*



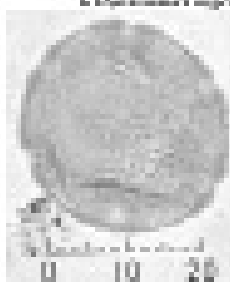
7. *Quercus ilex*



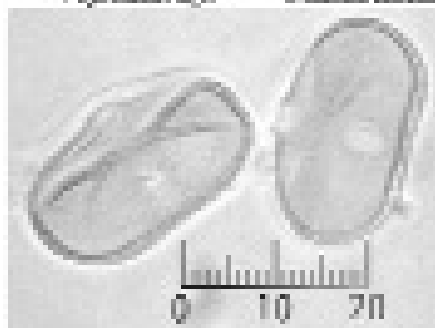
8. *Quercus ilex*



9. *Pinus pinaster*



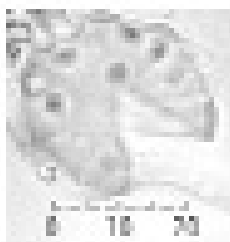
10. *Pinus pinaster*



11. *Pinus caroliniana*



12. *Pinus sylvestris*



13. *Pinus sylvestris*

delgado tectado; per-reticulado, heterobrochi con al menos algunos brochi $> 1 \mu\text{m}$ (la mayoría son brochi de $1 \mu\text{m}$), área p. reticulada.

SCROPHULARIACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Anthirrhinum majus* (lám. 6, fig. 2)

Isopolar, prolato elíptico, en v. p. subredondeado-trilobulado; long. de $21 \mu\text{m}$ y una anch. de $12 \mu\text{m}$; tricolpado, geniculado; ex. de $1 \mu\text{m}$, columelas marcadas; reticulado muy fino con brochi $< 1 \text{mm}$ y muri grueso.

2. *Digitalis purpurea* (lám. 6, fig. 3, 4)

Isopolar, prolato elíptico; subesférico en v. p.; eje p. de $16-19 \mu\text{m}$ y eje ec. de $12 \mu\text{m}$; tricolpado con colpos largos y geniculados; ex. de $1-1,5 \mu\text{m}$ de gs.; columelas indistinguibles; reticulado difícil de distinguir con brochi de $> 1 \text{mm}$.

3. *Veronica officinalis* (lám. 6, fig. 5)

Isopolar, prolato, en v. p. subredondeado-trilobulado; long. $32 \mu\text{m}$ y $17 \mu\text{m}$ de anch.; tricolpado, colpo sin constricción ec., borde del colpo mellado; ex. tectada más gruesa (gs. de $1-2 \mu\text{m}$) en el área p. sin perforaciones tectado, ex. más delgada cerca del colpo, columelas, marcadas o irregularmente distribuidas, presentes en el colpo; psilado, microespinoso.

SOLANACEAE

Polinización: **Entomófila**

1. *Hyoscyamus niger* (lám. 6, fig. 6, 7)

Isopolar, en v. p. subtriangular, angulaperturado, subprolato elíptico; tamaño relativamente grande, long. $54 \mu\text{m}$ y anch. $31-34 \mu\text{m}$; tricolpado, colpos geniculados; ex. muy delgada de $0.6 \mu\text{m}$ de gs.; estriado-rugulado con estrías alongadas meridionalmente.

2. *Solanum dulcamara* (lám. 6, fig. 8)

Isopolar, en v. p. subtriangular-subesférico, angulaperturado, subprolato, intercolpium aplanado o cóncavo en v. p.; eje p. $14 \mu\text{m}$ y eje ec. $11 \mu\text{m}$; tricolporado, colpos largos y colpos transversales unidos por un estrecho anillo ec., área p. pequeña, sin costae ec.; ex. delgada de $0.5 \mu\text{m}$ de gs., tectum no perforado; psilado sin estratificación aparente.

ULMACEAE

Polinización: **Anemófila**

Ulmus minor (lám. 6, fig. 9, 10)

Isopolar, subesférico, peroblato, aunque a veces poligonales; \emptyset medio de $28-31 \mu\text{m}$;

estefanoporado, normalmente 5 ó 6 poros de 2 μm de \emptyset con áspides muy marcados; ex. de 1 μm ; fuertemente o ligeramente rugulado o supra-reticulado, superficie de la ex. con aspecto cerebroide.

UMBELLIFERAE=APIACEAE

Polinización: **Entomófila**

Daucus carota (lám. 6, fig. 11)

Isopolar, de prolato a perprolato, apiculado, limb ec. comprimido oval; eje p. de 25 μm y eje ec. de 14 μm ; tricolporado, endoporo marcado y alargado ecuatorialmente de 2 μm de \emptyset , a veces los colpos divergen del poro hacia los polos, colpo ec. ancho; ex. (1 μm de gs.) estrechándose hacia el ecuador, cresc.; psilado-escábrido, superficie granulada con granulos más grandes hacia los colpos.

VERBENACEAE

Polinización: **Entomófila**

Verbena officinalis (lám. 6, fig. 12, 13)

Isopolar, contorno triangular o subtriangular hex. en v. p.; long. 30 μm y 17 μm de anch.; heterocolpado, con 9 colpos meridionales que se agrupan en 3 grupos, en donde el colpo central de cada grupo está cruzado por un colpo transversal, los colpos laterales en cada grupo pueden estar soldados en las terminaciones, angulaper-turado; ex. ondulada de 1.5 μm de gs. con ondulaciones de diferentes dimensiones, columelas no distinguibles; psilado con arrugas meridionales a ambos lados de los colpos regulares.

4. Conclusiones

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la Palinología de la comarca del Jiloca. Este primer atlas palinológico será un material útil para la comprensión de la dinámica vegetal en el entorno del área de estudio y de esta manera se convierte en herramienta interesante para cualquier estudio botánico, arqueológico, melisopalinológico, bioestratigráfico, etc. a realizar en la comarca.

La composición de la palinoteca presenta las siguientes características:

1. Como se ha mencionado anteriormente, la palinoteca presenta un sesgo estacional. la mayoría de las plantas han sido recolectadas a finales de primavera de 2003, fecha en la que se recibió la Ayuda de Investigación, de esa manera la mayor parte de las plantas representadas son de floración tardía con una clara sobrerrepresentación de compuestas. Sin embargo, las gramíneas, abundantes en esas fechas, están infrarepresentadas debido a que los granos de polen de esta familia son morfológicamente muy similares y únicamente se ha recolec-

- tado una especie como representante de la familia. Aún así, ha habido tiempo para finalizar el tratamiento físico-químico de aquellas plantas de floración temprana, como por ejemplo, *Pinus halepensis*, *Ulmus minor* o *Salix alba*.
2. Se ha observado que el sustrato litológico y el tipo de suelo determinan el tipo de plantas que encontramos en cada zona y cómo la vegetación se adapta a diferentes tipos de sustratos a pesar de la existencia de plantas cosmopolitas.
 - En Villar del Salz encontramos plantas típicas de un sotobosque de ribera y en Barrachina, sobre sustrato de yesos, *Ononis tridentata ssp barrelieri* y *Centaureum quadrifolium ssp parviflorum* que están adaptadas a matorrales xerófilos en cerros de yeso con suelos esqueléticos.
 - En "El Barranco de Rudilla", caracterizado por ser una zona de suelo removido y estar constituido por una litología calcárea, aparecen taxones adaptados a estas condiciones, en donde podemos observar *Lavandula angustifolia* en matorrales despejados y pastos sobre calizas, margas y conglomerados calcáreos, así como *Onopordon acaule*, *Scolymus hispanicus*, *Carduus nigrescens ssp assoi* adaptados a suelos removidos.
 - En la sierra cuarcítica de Cucalón se han encontrado, en las cercanías de un manantial, representantes de *Senecio doria*, *Mentha longifolia*, *Verberna officinalis*, *Scirpus holoschoenus* y *Cirsium pyrenaicum* que nos indican suelos húmedos o encharcados al menos de forma temporal.
 - Los conglomerados y areniscas rojas micáceas del Buntsandstein localizadas en las inmediaciones del Castillo Peracense, determinan la aparición de plantas adaptadas a sustratos pedregosos como es el caso de *Dianthus pungens ssp. hispanicus*.

5. Bibliografía

- AIZPURU, I.; ASEGINOLAZA, C.; URIBE-ECHEBARRÍA, P.M.; URRUTIA, P. & ZORRAKIN, I. (1999): *Claves ilustradas de la Flora del País Vasco y territorios limítrofes*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz.
- ERDTMAN, G. (1960): *The acetolysis method, a revised description*. Svensk Bot. Tidskr., 54: 561-564.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1974): *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard. 237-287.
- FERRER, J. (1993): *Flora y vegetación de las Sierras de Herrera, Cucalón y Fonfría*. Ed. Diputación General de Aragón. Zaragoza.
- MOORE, P.; WEBB, J.A. & COLLINSON, A. (1978): *An illustrated guide to pollen analysis*. London. Hodder and Stroughton. 216 pp.
- MOORE, P.; WEBB, J.A.; COLLINSON, A. (1991): *Pollen analysis*. Blackwell Scientific Publications. 83-162.

- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & LE THOMAS, A. (1994): *Glossary of pollen and spore terminology*. LLP Contribution Series No. I. 71 pp.
- SAA, M^a P.; SUÁREZ-CERVERA, M.; GRACIA, V.R. (1996): *Atlas de polen de Galicia*. Deputación de Ourense. 358 pp.
- SÁENZ, C. (1978): *Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico*. Ed. Blume. Madrid. 219 pp.
- TUTIN, T.G. & AL. (EDS.) (1964-80): *Flora Europaea*. Vols. I-V. Ed. Cambridge University Press.

6. Abreviaciones

anch. anchura	L/A. longitud/anchura
cresc. crescente	lam. lámina
ec. ecuatorial	long. longitud
engr. engrosamiento	orn. ornamentación.
ex. exina	p. polar
fig. figura	supf. superficie
gs. grosor.	v. vista
h. altura	Ø diámetro
hex. hexagonal	

7. Glosario

Términos tomados de Punt *et al.* (1994) y traducciones realizadas según Sáenz *et al.* (1978).

Analeptomado, adj. Área adelgazada situada en la zona distal, de la cual se presume una función de apertura.

Anemófilo, adj. Plantas cuya polinización se realiza mediante el viento.

Angulaperturado, adj. Grano de polen o espora que en v. p. posee las aperturas situadas en los ángulos.

Annulus, m. Área de la ectex. que rodea un poro y que difiere del resto de la superficie, bien por su orn. bien por su gs.

Apertura, f. Adelgazamiento o rotura de la superficie de un grano de polen o espora por donde sale el protoplasma de la célula.

Apiculado, adj. Forma de un grano de polen que presenta unos bordes polares protuberantes.

Ap., adj. Granos sin una polaridad marcada (Ej. *Plantago*).

Arco, m. Banda engrosada de la sex. que se extiende de una apertura a otra (Ej. *Alnus*).

Areolado, adj. Grano con áreas circulares o poligonales de sex. separadas por hendiduras formando una especie de retículo negativo.

Aspidado, adj. Provisto de áspides.

Áspide, m. Engr. protuberante alrededor de los bordes de una apertura.

Baculado, adj. Grano de polen provisto de báculos.

Báculo, m. Elemento escultural situado bajo el tectum o encima de long. $> 1 \mu\text{m}$ y menor que su \emptyset , en forma de bastoncillo. V. Columela.

Base, f. Estrato continuo de ectex. que soporta los báculos, cuando éstos existen.

Brochus, m. (pl. brochi) Consiste en un lumen del retículo y la mitad de la anch. del muri adyacente.

Cabeza, f. Ápice engrosado de una columela (sinónimo: caput).

Clava, f. Elemento escultural linear $> 1 \mu\text{m}$, cuya máxima h es mayor que el \emptyset mayor de la proyección y de mayor gs. en el ápice que en su base.

Colpado, adj. Grano de polen provisto de colpos.

Colpo, m. Apertura cuya long. es mayor que el doble de su anch.

Colporado, adj. Grano de polen provisto de colpos y poros.

Columela, f. Elemento en forma de "rodillo" perteneciente a la ectex./sex. que soporta al tectum o a una cabeza.

Costa, m. (pl. costae) Engr. de la endex./nex. rodeando una endoapertura, o siguiendo el contorno de una ectoapertura.

Crescente, adj. Describiendo un grano de polen en v. p., ex. muy gruesa en el centro del intercolpium que gradualmente se adelgaza hacia los colpos.

Cresta, f. Arista prominente formada por elementos esculturales unidos lateralmente.

Crestado, adj. Provisto de cresta.

Ectexina, f. Capa más externa de la ex.

Ectoapertura, f. Apertura de la ectex.

Elemento escultural, m. Proyección de la ectex. desde la superficie del grano de polen que puede tener diferente forma (báculo, pilo, clava, verruga, gránulo, espina y gema).

Entomófilo, adj. Plantas cuya polinización se realiza mediante los insectos.

Escábrido, adj. Superficie del grano cuyos elementos esculturales no sobrepasan 1 mm de h en ninguna de las direcciones.

Espina, f. Elemento escultural puntia-gudo de h $> 1 \text{ mm}$. Si es de menor h se aplica el término microespina.

Esporopolenina, f. Sustancia química muy resistente de la cual se compone principalmente la ex.

Estriado, adj. Que posee elementos esculturales (estrías) dispuestos de forma más o menos paralela separados por surcos.

Exina, f. Pared externa del palinomorfo, generalmente muy resistente desde el punto de v. químico, compuesta principalmente por esporopolenina.

Fenestrado, adj. Polen sin tectum con lagunas dispuestas simétricamente.

Fisura, f. Rotura abrupta y marcada que aparece durante la germinación.

Fosulado, adj. Superficie de los granos con surcos irregulares y elongados.

Foveolado, adj. Superficie del grano con diminutas depresiones más o menos redondas de $\emptyset > 1 \text{ mm}$, donde la distancia entre los foveolae es mayor que su anch.

Gema, f. Elemento escultural con la parte basal constreñida pero de h $> 1 \text{ mm}$ y de anch. igual a su h.

Gemado, adj. Provisto de gemas.

Geniculado, adj. Se aplica a la forma curvada que poseen ciertos colpos, frecuentemente en relación a la separación de la sex. respecto a la nex. (Ej. *Quercus*).

Gránulo, m. Elemento escultural de contorno redondeado.

Heterobrochado, adj. Provisto de brochi de diferentes tamaños.

Homobrochado, adj. Provisto de brochi de igual tamaño.

Inaperturado, adj. Granos desprovistos de aperturas.

Índice del área p. (IAP), m. La razón entre la distancia de los ápices de 2 endocolpos (d) de un grano zonoporado y su \emptyset ec. (D).

Infratectum, m. Término general para la capa situada bajo el tectum que puede ser alveolar, granular, columnar o sin estructura.

Isopolar, adj. Grano de polen o espora en donde las caras proximales y distales son iguales.

Intectado, adj. Granos desprovistos de tectum.

Intercolpium, m. (pl. intercolpi) El segmento meridional situado entre dos colpos que se extiende hasta los polos.

Laesura, f. Brazo de la fissura o cicatriz de una espora situada en el polo proximal.

Laguna, f. En granos lofadados, áreas deprimidas rodeadas por crestas.

Limb, m. Contorno ec.

Lofado, adj. Granos de polen con crestas rodeando a lagunas.

Lúmen, f. (plural lúmina) El espacio comprendido entre muri.

Margo, m. Área de la ex. alrededor del ectocolpus que se diferencia del resto de la sex. por la orn. o por una diferencia en el gs.

Monocolpado, adj. Con un colpo.

Monoporado, adj. Con un poro.

Murus, m. (pl. muri) Cresta que es parte de la orn. y que, por ejemplo, separa las lumina en un grano de polen reticulado o las estrías en un grano de polen estriado.

Oblato, adj. Forma de un grano de polen o espora en donde el eje p. es de menor long. que el \emptyset ec. ($P/E = 0,5-0,75$).

Operculado, adj. Provisto de opérculo.

Opérculo, m. Porción más o menos circular que cubre un poro o un surco de un grano de polen, el cual está aislado del resto de la ectex./sex.

Palinología, f. Ciencia que estudia los palinomorfos (acritarcos, dinoflagelados, granos de polen, esporas, etc.).

Perisporio, m. Capa esporodérmica que no siempre es resistente a la acetólisis y que se sitúa alrededor de la ex. de esporas de hongos, musgos y helechos.

Peroblato, adj. Grano de polen en donde $P/E < 0,5$.

Perprolato, adj. Grano de polen en donde $P/E > 2$.

Prolato, adj. Forma de un grano de polen o espora en donde el eje p. es de mayor long. que el \emptyset ec. ($P/E = 1,33-2$).

Psilado, adj. Tipo de orn. en donde la supf. es casi lisa.

Rugulado, adj. Orn. que consiste en elementos de la sex. elongados de long. > 1 mm, dispuestos en un patrón irregular, intermedio entre una orn. estriada y una reticulada.

Saccado, adj. Provisto de sacos (Ej. *Pinus*).

Saco, m. Elemento más o menos circular soldado al cuerpo del grano con una separación local de la ex. y al menos en parte relleno con una infraestructura alveolar.

Semitectado, adj. Grano de polen con el tectum parcialmente discontinuo en el cual las perforaciones del tectum son igual o mayores a los muri y generalmente $> 1\mu\text{m}$ en \emptyset .

Sexina, f. Capa externa de la ex. apoyada sobre la nex., que se caracteriza por un determinado tipo de orn.

Suboblato, adj. Grano de polen en donde $P/E = 0,75-0,88$.

Subprolato, adj. Grano de polen en donde $P/E = 1,14-1,33$.

Tectado, adj. Provisto de tectum.

Tectum, m. Estrato externo de la sex. que forma el techo sobre las columelas, gránulos u otros elementos infratectales.

Tricolpado, adj. Con tres colpos.

Tricolporado, adj. Con tres colpos y tres poros.

Triporado, adj. Con tres poros.

Verruga, f. Elemento escultural de la sex. de anch. $> 1\text{ mm}$, que posee una anch. mayor que la h, no puntiagudo y con la parte basal no constreñida.

Verrugoso, adj. Provisto de verrugas.

Vesiculado, adj. Grano con sacos que poseen funciones de flotación.

Vestibulum, m. Separación entre las capas de la ex. conformando una cavidad entre los poros internos y externos.