

EL CONTENIDO POLÍNICO DE LA ATMÓSFERA DE MADRID

por

CONCEPCIÓN SÁENZ LAÍN* & MONTSERRAT GUTIÉRREZ BUSTILLO**

Resumen

SÁENZ LAÍN, C. & M. GUTIÉRREZ BUSTILLO (1983). El contenido polínico de la atmósfera de Madrid. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39(2): 433-463.

Se han realizado recuentos diarios, cuantitativos y cualitativos, del polen atmosférico recogido mediante un captador volumétrico instalado en la Ciudad Universitaria de Madrid durante los años 1980 y 1981. Los táxones con mayor incidencia han resultado ser: *Artemisia* sp., *Betula celtiberica* Rothm. & Vasc., *Chenopodium* sp., *Cupressaceae*, *Ericaceae*, *Fraxinus angustifolia* Vahl, *Gramineae*, *Olea europaea* L., *Philadelphus coronarius* L., *Pinaceae*, *Plantago* sp., *Platanus* sp., *Populus* sp., *Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus pyrenaica* Willd., *Rumex* sp., *Ulmus* sp. y *Urticaceae*. De todos ellos se muestra su variabilidad estacional, así como las gráficas anuales de granos de polen totales por m³ de aire y una descripción morfológica ilustrada con palinogramas y microfotografías de todos los táxones recogidos. Finalmente se ha confeccionado un calendario polínico.

Abstract

SÁENZ LAÍN, C. & M. GUTIÉRREZ BUSTILLO (1983). The pollen contents of the atmosphere of Madrid. *Anales Jard. Bot. Madrid* 39(2): 433-463 (In Spanish).

Daily quantitative and qualitative counts have been performed on the atmospheric pollen collected by a volumetric trap installed in the Campus of the University of Madrid during the years 1980 and 1981. The more frequent taxa proved to be: *Artemisia* sp., *Betula celtiberica* Rothm. & Vasc., *Chenopodium* sp., *Cupressaceae*, *Ericaceae*, *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Gramineae*, *Olea europaea* L., *Philadelphus coronarius* L., *Pinaceae*, *Plantago* sp., *Platanus* sp., *Populus* sp., *Quercus rotundifolia* Lam., *Quercus pyrenaica* Willd., *Rumex* sp., *Ulmus* sp. and *Urticaceae*. Their seasonal variability, and the annual graphs of total pollen grains per cubic meter of air, as well as a morphologic description of each taxon, illustrated with palinograms and microphotographs, are presented. A pollen calendar has also been prepared.

INTRODUCCIÓN

Los granos de polen son órganos vegetales vivos que se hallan temporalmente en la atmósfera para cumplir su función reproductora. La proporción de dichas partículas en el aire, así como su naturaleza varía a lo largo del año en función de la época de polinización de los vegetales del entorno.

Los resultados del estudio cualitativo y cuantitativo del contenido polínico atmosférico son aplicables por una parte al conocimiento de la fenología de las

(*) Real Jardín Botánico, C. S. I. C., Plaza de Murillo, 2. Madrid-14.

(**) Departamento de Botánica. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid-3.

plantas, y constituyen también datos importantes para la horticultura y floricultura. También se aplican en los estudios de la historia de la vegetación de un territorio puesto que el polen no se deposita sobre el suelo por efecto simplemente de la gravedad, lo que se denomina «lluvia polínica», sino que también es transportado a largas distancias por las corrientes atmosféricas.

Por otra parte, la incidencia en la salud humana del contenido polínico atmosférico se puso de manifiesto desde que el inglés Bostock descubrió en 1819 que los síntomas del catarro que lleva su nombre, o «fiebre del heno», se debían a la ingestión por las vías respiratorias, principalmente del polen atmosférico. La causa de este fenómeno, de tipo alérgico, parece ser debida a que el polen posee unas fracciones proteicas, cuya estructura química no está totalmente dilucidada, salvo en el caso de ciertas especies como *Lolium perenne* L., *Secale cereale* L., *Phleum pratense* L. y *Betula* sp. (STANLEY & LINSKENS, 1974). De todos modos, parece que se trata en general de glucoproteínas contenidas en la cubierta del polen, y es un hecho comprobado que varía cualitativa y cuantitativamente de unas plantas a otras, lo que explica la especificidad del alérgeno.

Por todo ello, el conocimiento de los pólenes anemófilos es un estudio base que la mayoría de las ciudades del mundo desarrollado han acometido. Anteriormente al nuestro, el único estudio sistemático del contenido polínico de la atmósfera de Madrid se debe a SUBIZA (1980), aunque el calendario polínico de España había sido tratado de un modo general por CHARPIN & SURINYACH (1974), IZCO & *al.* (1972), IZCO & SÁENZ (1976).

MATERIAL Y MÉTODOS

El polen atmosférico se ha recogido mediante un aparato captador volumétrico marca Burkard, instalado sobre la terraza de la Facultad de Farmacia de la Ciudad Universitaria de Madrid. Dicho aparato lleva una bomba de vacío que impele el aire a 10 litros por minuto ó 0,6 m³ por hora, sobre un tambor giratorio recubierto de una cinta adhesiva impregnada por una fina película de vaselina sobre la que se adhieren los pólenes, esporas y otras partículas atmosféricas.

Semanalmente se retira la cinta adhesiva y se divide en siete partes que se montan sobre respectivos portaobjetos, se agrega glicerogelatina y se sellan los cubreobjetos. De este modo, obtenemos una muestra por día en donde realizamos el recuento cuantitativo y cualitativo, midiendo un transecto horizontal y calculando el total mediante un factor que depende de la superficie que abarca cada campo del objetivo microscópico utilizado.

Para identificar los pólenes, lo que resulta una ardua tarea debido a que están mezclados con otras muchas partículas, hemos confeccionado una palinoteca con las plantas anemógamas frecuentes en Madrid, tanto autóctonas como cultivadas. El material, fresco o de herbario, ha sido montado en glicerogelatina y se conserva en el Laboratorio de Palinología del Real Jardín Botánico.

Para el estudio se ha utilizado un fotomicroscopio Reichert y se han hecho

microfotografías de todos los táxones identificados. Los dibujos, las microfotografías, así como las descripciones de los pólenes, han sido hechas a partir de este material montado en glicerogelatina, al objeto de que sea útil para otros investigadores que quieran profundizar sobre el tema o hacer recuentos análogos en otras ciudades españolas. Para la descripción de la morfología del polen se ha utilizado el vocabulario palinológico de SÁENZ (1978). Asimismo, para la denominación de los táxones nos hemos ceñido a la nomenclatura de *Flora Europaea* (1964-1980).

Aproximadamente el 12 por 100 de la población madrileña presenta manifestaciones clínicas de polinosis, habiéndose detectado en el Servicio de Alergia del Hospital Clínico (doctor Vigaray, comunicación personal) un progresivo aumento de la enfermedad, que en 1975 afectaba a un 24 por 100 y en 1979 a un 38 por 100 de pacientes diagnosticados. Tanto para las pruebas diagnósticas como para el tratamiento hiposensibilizante posterior se vienen utilizando en dicho servicio de alergia extractos de pólenes suministrados por casas comerciales, que, aunque con una evidente comunidad antigénica, no poseen la especificidad adecuada, lo que va en detrimento de los resultados clínicos.

Las reacciones alérgicas debidas al polen dependen de las especies vegetales, de la concentración, del método de contacto y de la exposición de la persona afectada. Otros factores, tales como la abundancia de plantas, la época del año y el clima durante la dehiscencia, afectan también la respuesta alérgica de la persona sensibilizada. Por otra parte, la composición florística de una región geográfica no es igual a la de otra, por lo que el contenido polínico de la atmósfera y subsiguientemente el polen causante de la alergia es variable.

Finalmente, parece ser que el aumento de la contaminación de origen químico favorece el incremento de la polinosis por causas desconocidas, pero evidenciables por los datos estadísticos mencionados referente a los últimos años. Todo ello ha sido la causa de que acometiéramos este trabajo, analizando diariamente el contenido polínico de la atmósfera madrileña mediante un captador volumétrico situado en la Ciudad Universitaria durante dos años consecutivos, 1980 y 1981.

RESULTADOS

Las cantidades totales de polen expresadas en granos por m³ de aire, para los años 1980 y 1981, se reflejan en la fig. 1. Las familias representadas en la atmósfera madrileña, según los datos de nuestro captador, son *Aceraceae*, *Amaranthaceae*, *Betulaceae*, *Cannabaceae*, *Caprifoliaceae*, *Chenopodiaceae*, *Compositae*, *Cupressaceae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fagaceae*, *Gramineae*, *Hippocastanaceae*, *Hydrangeaceae*, *Juncaceae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae*, *Moraceae*, *Oleaceae*, *Pinaceae*, *Plantaginaceae*, *Plantanaceae*, *Polygonaceae*, *Salicaceae*, *Tiliaceae*, *Ulmaceae*, *Umbelliferae* y *Urticaceae*. De todas ellas se hace una descripción tanto de los táxones más frecuentes como de su tipo polínico. Todos estos táxones se ilustran con palinogramas (figs. 9-14) y microfotografías (figs. 15-18).

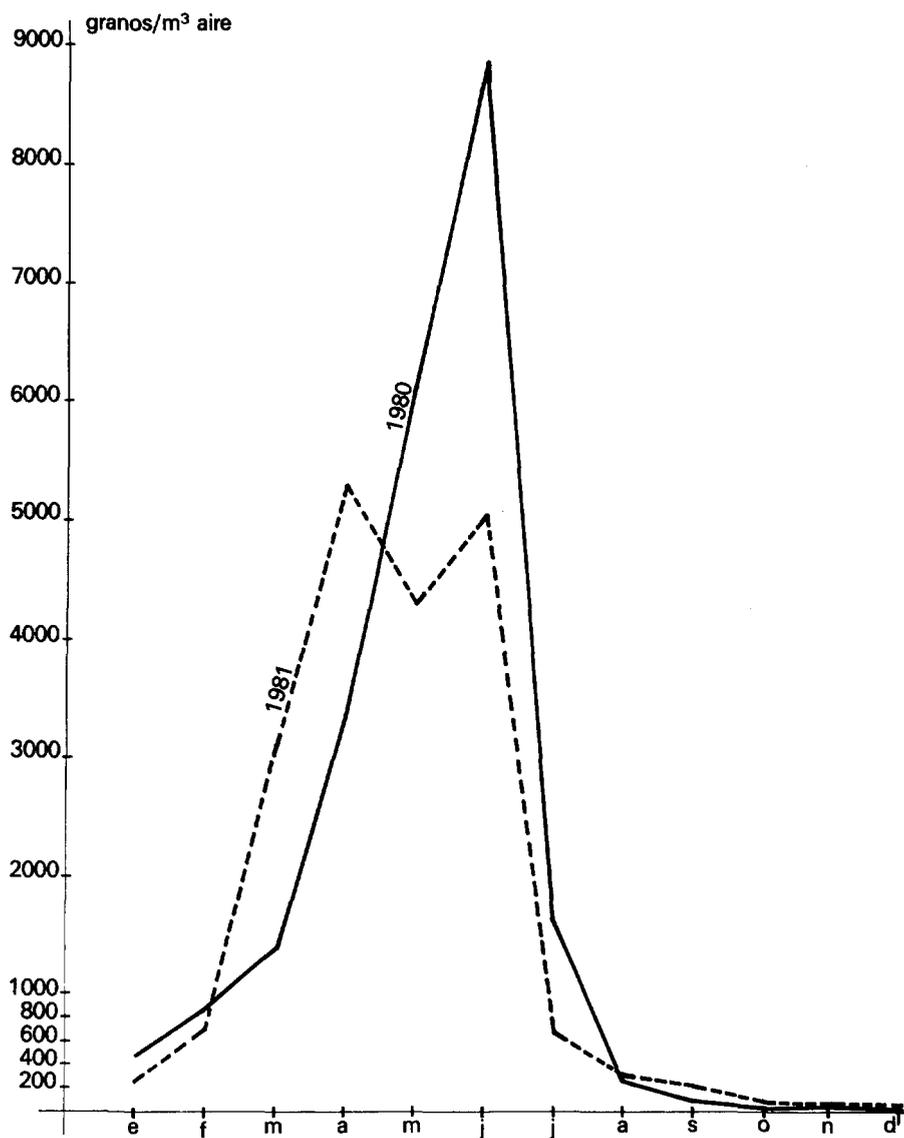


Figura 1.

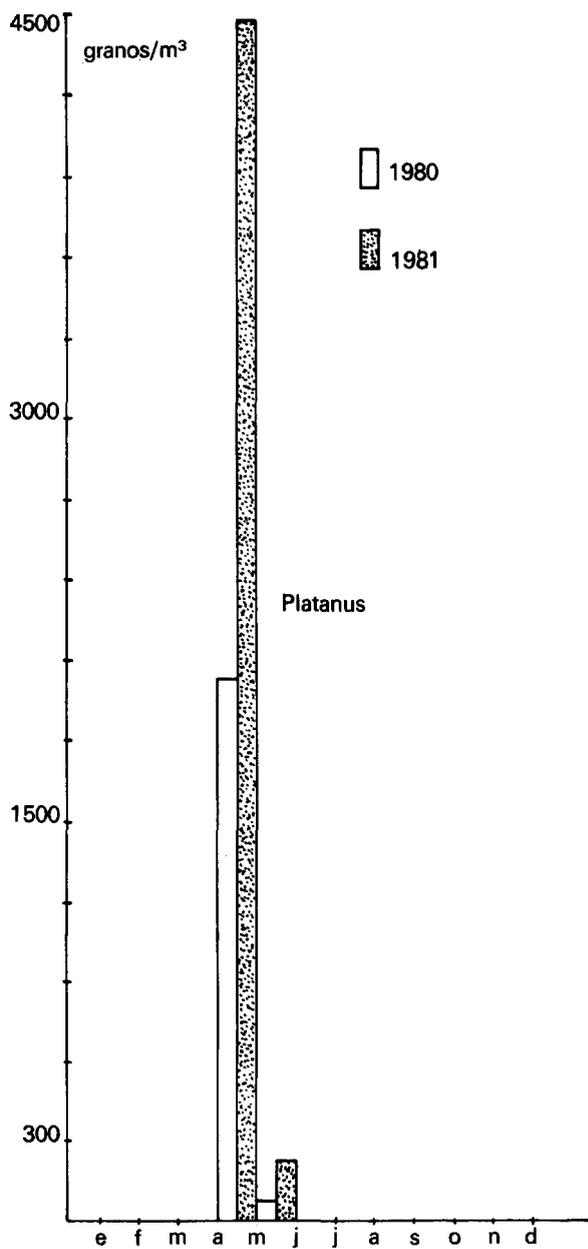


Figura 2

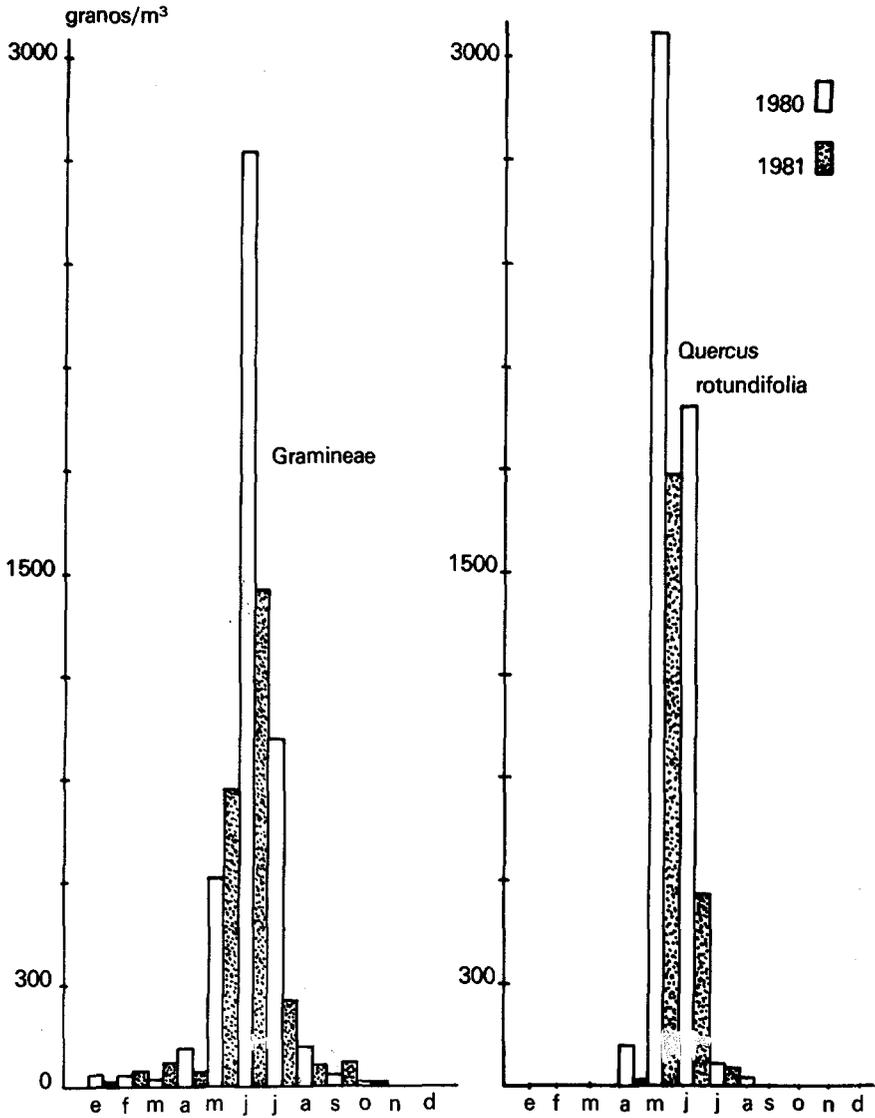


Figura 3

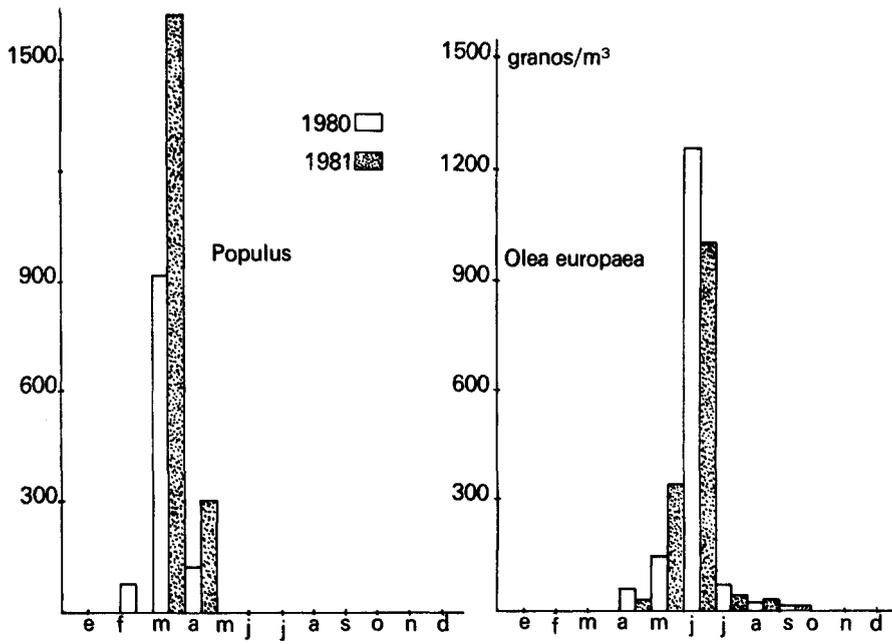


Figura 4

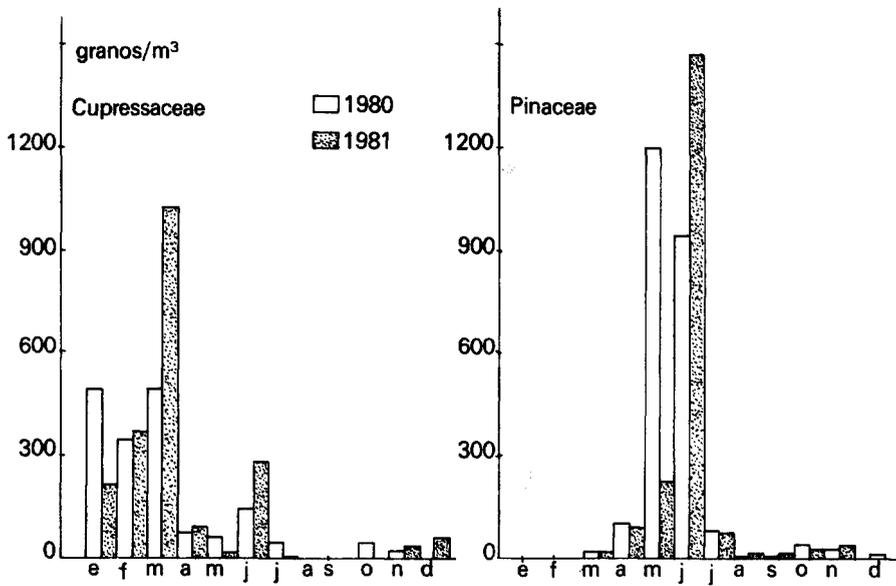


Figura 5

granos/m³

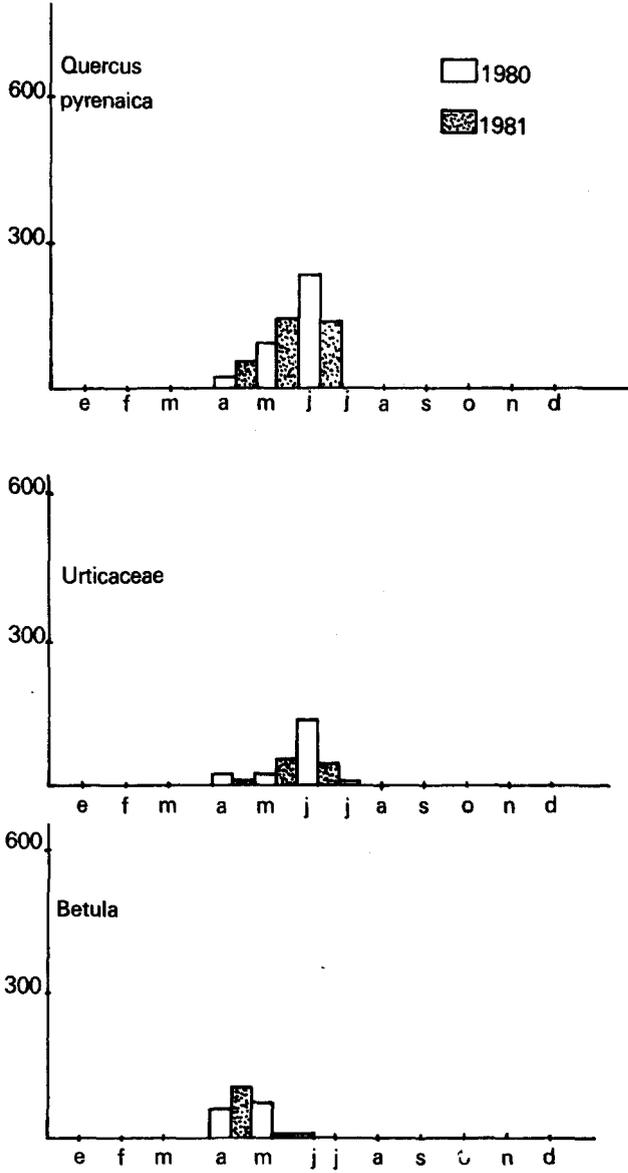


Figura 6

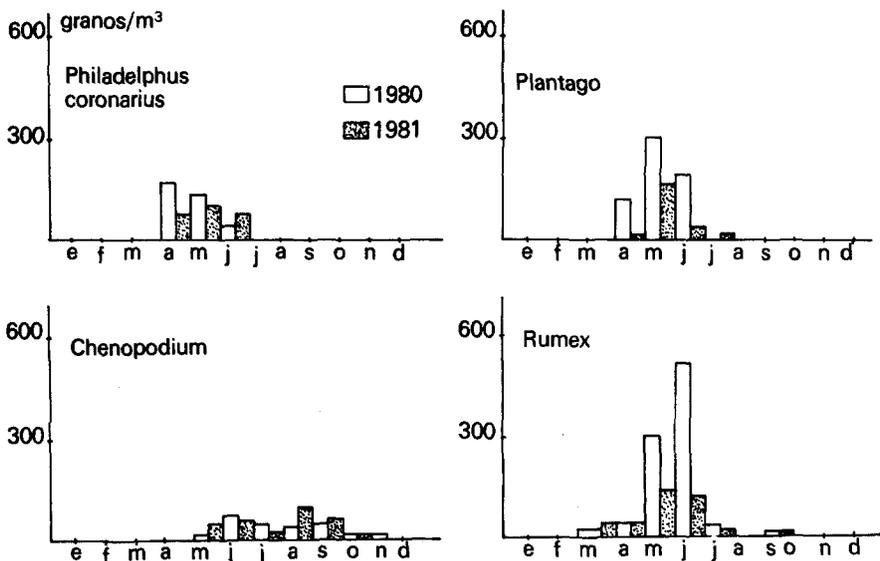


Figura 7

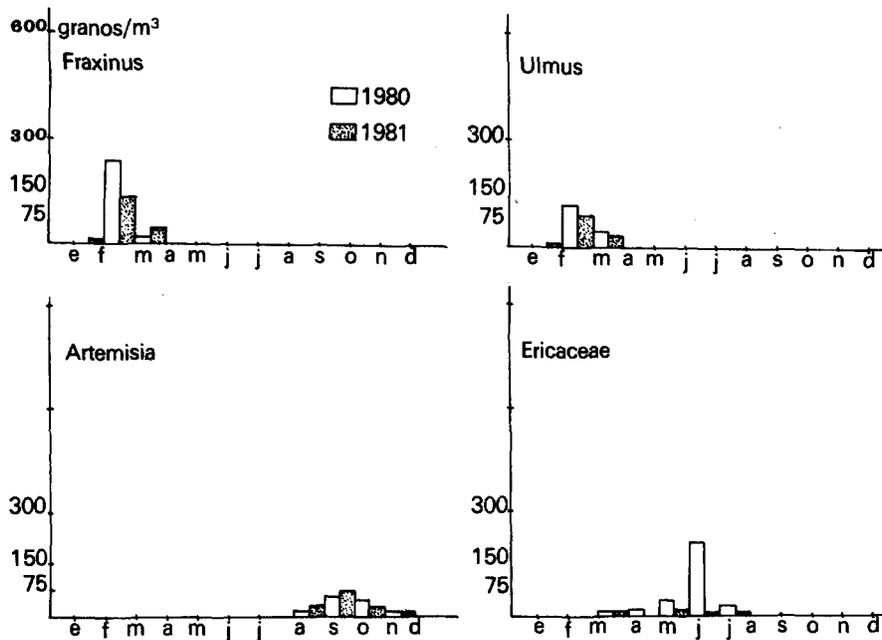


Figura 8

En el presente trabajo se han construido las curvas de la variabilidad estacional, a lo largo de los dos años estudiados, de los táxones que alcanzan en la atmósfera una cantidad total de más de 50 granos de polen por m³ de aire, lo que se considera que puede tener incidencia en la polinosis, aun cuando esto sólo puede demostrarse haciendo a continuación pruebas clínicas, pues, por ejemplo, el polen de los pinos, aun cuando es muy aerotransportable, parece ser que no es alérgico.

Dichos táxones son: *Artemisia* sp., *Betula celtibérica*, *Chenopodium* sp., *Cupressaceae*, *Ericaceae*, *Fraxinus angustifolia*, *Gramineae*, *Olea europaea*, *Philadelphus coronarius*, *Pinaceae*, *Plantago* sp., *Plantanus* sp., *Populus* sp., *Quercus rotundifolia*, *Quercus pyrenaica*, *Rumex* sp., *Ulmus* sp. y *Urticaceae* (figs. 2-8).

A continuación describimos los pólenes hallados por familias:

Aceraceae (Fig.: 9A).

Los arces son árboles o arbolillos, naturales como el *Acer campestre* L. (arce menor) y *A. monspessulanum* L. (arce) o cultivados en parques, jardines y calles, *A. pseudoplatanus* L. (sicomoro), *A. platanoides* L. (arce real) y *A. negundo* L. (negundo). Todos ellos son anemógamos y florecen de marzo a mayo.

Polen del género Acer: Suboblato, al natural prolato, con el eje mayor sobre las 27 µm de longitud. En vista polar subcircular, tricolpado. Exina sobre las 2 µm de espesor, escrobiculada.

Amaranthaceae

En esta familia se reúnen plantas herbáceas, más raramente pequeños arbustos, en su mayoría ruderales, o de terrenos baldíos, por lo que son abundantes en los alrededores de las ciudades. En la flora de Madrid está representada fundamentalmente por el género *Amaranthus* L. con siete especies, cuyos períodos de floración comprenden los meses de julio a noviembre.

Polen de la familia Amaranthaceae: Esferoidal, sobre 25 µm de diámetro. Pantoporado, con la exina granulosa, muy similar al de la familia *Chenopodiaceae*.

Betulaceae (Figs.: 6; 9B, C; 15A, B).

Abedules y alisos representan esta familia. Los abedules son árboles anemógamos que en Madrid están muy raramente plantados, pero que existen formando abedulares naturales de *Betula celtiberica* Rothm. & Vasc. al norte de la provincia. Floración abril-mayo.

Polen del género Betula: Esferoidal, sobre las 26 µm de diámetro. Tripororado, aspidado, es decir, con engrosamientos de exina alrededor de los poros, que se sitúa zonalmente. Exina espinulosa.

Los alisos son árboles ocasionalmente plantados en Madrid, pertenecientes a la especie *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner. Floración febrero-marzo.

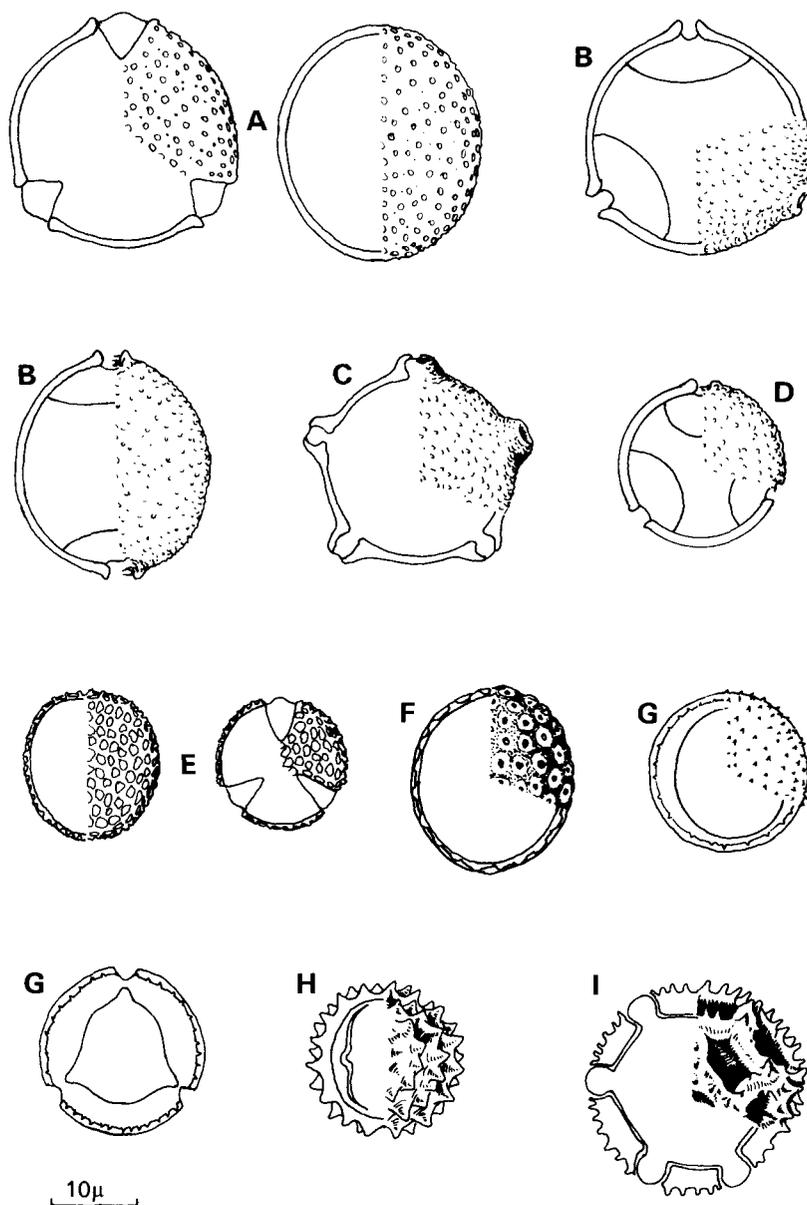


Fig. 9.—Polen de: A, *Acer negundo*; B, *Betula celtiberica*; C, *Alnus glutinosa*; D, *Humulus lupulus*; E, *Sambucus nigra*; F, *Chenopodium ambrosioides*; G, *Artemisia vulgaris*; H, *Solidago virgaurea*; I, *Taraxacum officinale*.

Polen del género Alnus: Esferoidal, de unas 26 μm de diámetro. Penta (tri-tetra-exa) porado, aspidado, es decir, con engrosamientos de exina alrededor de los poros, que a veces adoptan una forma elíptica semejante a pequeños colpos y se sitúan siempre zonalmente. Relieve de nanoespínulas.

Cannabaceae
(Fig.: 9D).

En la atmósfera de Madrid se han hallado pequeñas cantidades de polen de esta familia, que pueden corresponder a dos plantas herbáceas muy escasamente cultivadas: *Humulus lupulus* L. (lúpulo) y *Cannabis sativa* L. (cañamo indiano), siendo más probable esta última, que florece de julio a agosto.

Polen de la familia Cannabaceae: Esferoidal, de unas 22 μm de diámetro. Triporado, con los poros situados en depresiones. Exina granulosa.

Caprifoliaceae
(Fig.: 9E).

Familia entomógama y anemógama de la que hemos hallado polen del gen. *Sambucus*, representado en Madrid por *Sambucus ebulus* L. (yezgo), planta herbácea natural, que florece en junio-julio, *Sambucus nigra* L. (saúco), arbolillo cultivado que florece en mayo y de *Viburnum tinus* L. (durillo), arbusto siempre verde, muy frecuentemente cultivado en parques y jardines, que florece en marzo-abril.

Polen del género Sambucus: Oblato-esferoidal, al natural prolato, con el eje mayor sobre las 18 μm . En vista polar, fosaperturado, con pequeño apocolpio. Exina reticulada, con lúmenes que disminuyen de tamaño en las zonas del apocolpio y pericollales.

Chenopodiaceae
(Figs.: 7; 9F; 17B).

Se reúnen dentro de esta familia plantas herbáceas o ruderales, anemógamas. Los géneros que por su más amplia representación en la flora de Madrid merecen nuestra mención son *Atriplex* L. y *Chenopodium* L. Las épocas de floración de las especies de ambos géneros abarcan los meses de mayo a octubre.

Polen del género Chenopodium: Esferoidal con un diámetro variable entre 19-24 μm según las especies. Pantoporado, con los poros operculados, muy numerosos (más de 50), de un diámetro sobre 1,7 μm , situados en depresiones del tectum. Exina menor de 2 μm de espesor, con gránulos supratactales y numerosas perforaciones.

Compositae
(Figs.: 8; 9G, H, I; 15D, E, F).

Entomógamas y anemógamas, las especies de la familia de las compuestas se hallan ampliamente repartidas por Madrid. Para su identificación polínica, extremadamente difícil en cuanto a la determinación exacta de la especie, nos

hemos atendido a considerar los siguientes táxones: *Achillea* sp., *Anacyclus clavatus* (Desf.) Pers., *Andryala* sp., *Artemisia* sp., *Bellis* sp., *Calendula arvensis* L., *Chondrilla juncea* L., *Cichorium intybus* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Erigeron acer* L., *Helichrysum* sp., *Santolina* sp., *Solidago virgaurea* L., *Taraxacum officinale* Weber.

Polen de la familia Compositae. Esta familia es europolínica, es decir, que el polen de sus especies es muy variable morfológicamente. Aparte de ello está poco estudiada. Las especies españolas tienen el polen espinoso, aun cuando las espinas son de tamaño muy variable. Lo mismo sucede con el grosor y ornamentación de su exina. De una manera aproximativa hemos dividido los tipos polínicos en tres grupos:

a) Polen equinulado, como en el gén. *Artemisia*: Los granos de polen son esferoidales cuando están embebidos y subprolatos al natural, con un eje mayor sobre las 22 μm de longitud. Tricolporados. Exina fina, con espínulas y gránulos homogéneamente distribuidos. Floración otoñal.

b) Polen equinado y lofado, como en *Taraxacum*, *Cichorium* y *Andryala*, entre otros géneros; granos de polen esferoidales. Tri o tetraporados, a veces con colpos cortos difícilmente diferenciables de los poros. La exina, de un grosor superior a las 3 μm , forma unas crestas o penachos rematados por espinas de más de 2 μm de longitud, que dejan libres unas ventanas poligonales (polen fenestrado). El téctum y la base de las espinas, microperforado. Floración estival.

c) Polen equinado, no lofado, como en *Helichrysum*, *Bellis*, *Achillea*, *Anacyclus*, entre otros géneros; granos de polen esferoidales. Tricolporados, con colpos muy cortos. Téctum perforado. Equinados, las espinas con más de 3 μm de longitud. Floración estival.

Cupressaceae

(Figs.: 5; 13A; 15C).

Esta familia de las gimnospermas está representada en Madrid por cipreses, tuyas y enebros. Es anemógama y las especies más frecuentemente cultivadas, como ornamentales, son: *Cupressus sempervirens* L. (ciprés común), *Cupressus macrocarpa* Hartweg (ciprés de Monterrey), *Cupressus lusitanica* Miller (ciprés), *Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl. (ciprés de Lawson) y *Thuja plicata* D. Don ex Lamb. (tuya gigante).

En los piornales y encinares próximos a Madrid se hallan los enebros *Juniperus communis* L., que florece de abril a mayo, y *Juniperus oxycedrus* L., que florece de febrero a marzo.

Polen de la familia Cupressaceae: Esferoidal cuando está embebido, pero que fácilmente se invagina por su fina exina, al secarse, adoptando una forma parecida a la de un molusco bivalvo. Inaperturado, presenta una resquebrajada en forma estrellada en la parte central del grano, que actúa como pseudoporo. El diámetro de los pólenes hallados varía entre las 24 μm para el gén. *Juniperus* a las 35 μm para el gén. *Cupressus*. La exina lleva sobre su superficie unas granulaciones escasas y muy dispersas.

Cyperaceae

De las numerosas especies de esta familia de plantas herbáceas, anemógamas, que habitan preferentemente en humedales, los gén. *Carex* y *Scirpus* son los principalmente representados en la flora de Madrid, con numerosas especies que florecen de abril a septiembre.

Polen de la familia Cyperaceae: Piriforme, con el eje mayor entre 25 y 45 μm de longitud. Con un poro en la parte basal y tres o más aperturas laterales, no siempre visibles. Exina fina, menor de 1 μm de espesor, finalmente granulada o espinulosa. Las áreas circumporales son areoladas.

Ericaceae

(Figs.: 8; 13D; 17A).

Familia de plantas anemógamas y entomógamas representada en la atmósfera de Madrid por el arbolillo cultivado *Arbutus unedo* L. (madroño) que florece de noviembre a febrero y los brezos y brequinas de los gén. *Erica* y *Calluna*, que se hallan naturalmente en la provincia y florecen de febrero a agosto.

Polen de la familia Ericaceae: Granos reunidos en tétrades tetraédricas. Las tétrades de *Arbutus unedo* tienen los colpos cortos y un tamaño las 30 μm de eje mayor, mientras que en el gén. *Erica* las tétrades tienen unos colpos más largos y su eje mayor llega las 55 μm . La exina es verrugosa.

Euphorbiaceae

(Fig.: 13E).

Esta familia está representada en Madrid por varios géneros del que sólo vamos a considerar el *Mercurialis* por su carácter anemógamo.

Las especies *M. annua* L., *M. perennis* L. y *M. tomentosa* L., herbáceas, son frecuentes en caminos y terrenos cultivados. Floración otoñal.

Polen de Mercurialis annua: Subprolato, de 22-30 μm de diámetro. Tricolporado. En vista polar, esferoidal, con la exina interrumpida, formando unos engrosamientos alrededor de los poros, de unas 6 μm de diámetro. Exina finamente reticulada, con los muros granulados.

Fagaceae

(Figs.: 3; 13C, F, G, H; 17C, E, F, G)

Hayas, castaños, robles, quejigos, encinas y coscojas son árboles y arbustos de esta familia que se hallan en Madrid. Las hayas corresponden a la especie *Fagus sylvatica* L., ocasionalmente plantadas en la ciudad, pero formando hayedos naturales en las próximas sierras de Somosierra y Ayllón. Floración, abril-mayo.

Polen de Fagus sylvatica: Esferoidal, con un diámetro sobre las 45-50 μm de longitud. Tricolporado, en vista polar subesferoidal. La exina está formada por pilos finos, curvados y entrelazados, algunos erectos, de longitud inferior a 1 μm .

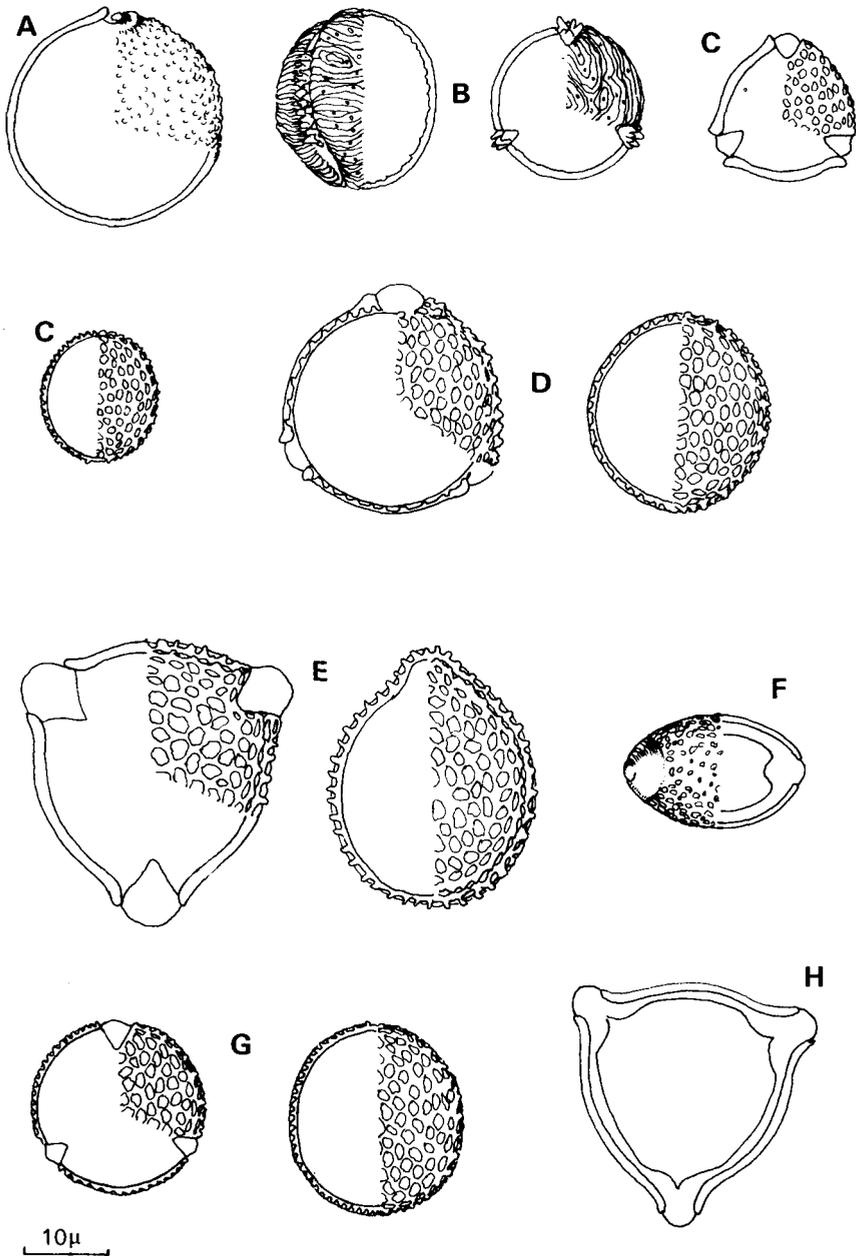


Fig. 10.—Polen dc: A, *Alopecurus pratensis*; B, *Aesculus hippocastanum*; C, *Philadelphus coronarius*; D, *Cercis siliquastrum*; E, *Gleditsia triacanthos*; F, *Morus alba*; G, *Olea europaea*; H, *Eucalyptus globulus*.

Los castaños de la especie *Castanea sativa* Miller se hallan sólo cultivados, floración mayo-junio.

Polen de Castanea sativa: Prolato al natural, subprolato cuando está embebido, con el eje mayor sobre las 17 μm . En vista polar fosaperturado. Tricolporado, con la exina lisa, irregularmente fosulada, de un espesor menor de 1 μm .

Coscojas (*Quercus coccifera* L.) y encinas (*Quercus rotundifolia* Lam.) son abundantes en Madrid, sobre todo las últimas, al sur de la provincia. Floración abril-mayo.

Polen de Q. coccifera y Q. rotundifolia: Esferoidal cuando embebido, al natural subprolato, con el eje mayor sobre las 27 μm de longitud. En vista polar, subtriangular. Tricolporado con los colpos gruesos, geniculados y la endoapertura en forma de poro lolongado. Exina sobre las 2 μm de espesor, finamente regulada, con microperforaciones tectales.

El roble melojo o rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.), floración mayo-junio, es abundante en la sierra de Guadarrama. El quejigo (*Quercus faginea* Lam.), floración marzo-abril, también se halla presente en la provincia de Madrid. El alcornoque está cultivado ocasionalmente (*Quercus suber* L.).

Polen de Q. pyrenaica y Q. faginea: Esferoidal cuando está embebido y prolato al natural, con el eje mayor sobre las 36 μm de longitud. Tricolporado, con colpos rectilíneos. En vista polar tienden a la triangulación, anguloaperturados. Exina sobre las 2 μm de espesor, con tectum microperforado cubierto de verrugas compuestas.

Gramineae

(Figs.: 3; 10 A; 16 A, B).

Plantas herbáceas, anemógamas, que se hallan ampliamente representadas en la provincia de Madrid. Hemos seleccionado los géneros que, por su mayor abundancia, es probable que alcancen a su vez mayores cotas de presencia en la atmósfera: *Aegilops* L., *Agrostis* L., *Alopecurus* L., *Anthoxanthum* L., *Avena* L., *Brachypodium* Beauv., *Bromus* L., *Cynodon* L. C. M. Richard, *Cynosurus* L., *Dactylis* L., *Echinaria* Desf., *Elymus* L., *Festuca* L. *Holcus* L., *Hordeum* L., *Lolium* L., *Mibora* Adanson, *Phalaris* L., *Phleum* L., *Phragmites* Adanson, *Poa* L., *Secale* L., *Stipa* L., *Triticum* L., *Vulpia* C. C. Gmelin, *Zea* L.

La floración es en algunas especies durante todo el año, pero el máximo de pólenes de gramíneas en la atmósfera corresponde a los meses de mayo y junio.

El polen de todas las especies tiene una gran similitud, diferenciándose sólo en el tamaño y aun así este dato debe tratarse con sumo cuidado, dado que la variabilidad dentro de los granos de polen de una misma especie es casi del mismo rango que la de dos géneros entre sí. Otro pequeño carácter distintivo es que la exina, siempre finamente granulosa, a veces adopta una disposición areolada, que únicamente es apreciable al microscopio electrónico de barrido, por lo que este dato no resulta útil para la determinación de pólenes atmosféricos captados por el aparato que usualmente se utiliza.

Los caracteres comunes de todos los pólenes son su forma esférica, a veces

algo piriforme, el ser monoporados y operculados y el poseer una fina exina, como hemos dicho, granulosa.

Las especies cultivadas tienen un tamaño mayor que las silvestres. Así, el polen del maíz, *Zea mays* L., alcanza hasta las 100 μm de eje mayor. Un gran bloque de especies pertenecientes, por ejemplo, a los géneros *Triticum*, *Agrostis*, *Secale*, *Avena* y *Lolium*, tienen el polen alrededor de las 50 μm de eje mayor. Finalmente, especies de los géneros *Festuca*, *Anthoxanthum*, *Dactylis*, *Holcus*, *Bromus*, *Cynosurus*, *Phleum*, *Poa* y *Alopecurus*, no suelen rebasar las 30 μm de diámetro.

Hippocastanaceae (Fig.: 10B).

El castaño de Indias (*Aesculus hippocastanum* L.) es un árbol anemógamo y entomógamo muy cultivado en parques y jardines. Floración abril-mayo.

Polen de Aesculus hippocastanum: Prolato-esferoidal, con el eje mayor sobre las 22 μm de longitud. En vista polar esferoidal. Tricolporado. Exina estriada y perforada excepto en los colpos, donde es claramente espínosa.

Hydrangeaceae (Figs.: 7; 10C; 16D).

Familia representada en la atmósfera de Madrid por un arbusto anemógamo muy cultivado: *Philadelphus coronarius* L. (celindo). Floración, abril-junio.

Polen de Philadelphus coronarius: Subprolato al natural, con el eje mayor sobre las 18 μm de longitud. En vista polar triangular con lados convexos. Tricolporado, con largos colpos y pequeño apocolpio. Exina microrreticulada con lúmenes pequeños redondeados y muros de superficie lisa.

Juncaceae

Los gén. *Juncus* y *Luzula* están representados con varias especies en la flora de Madrid, siendo particularmente abundante los juncos, plantas anemógamas, en la Ciudad Universitaria. Floración, abril-septiembre.

Polen de la familia Juncaceae: Tétrades tetraédricas, con exina fina y lisa, difíciles de diferenciar de las ericáceas. Los granos son monoulcerados, siendo el poro, que se halla en el polo distal, muy poco visible. Tamaño sobre 40 μm .

Leguminosae (Figs.: 10D, E; 16C).

Hemos hallado dos especies de esta amplia familia: *Cercis siliquastrum* L. (árbol del amor) y *Gleditsia triacanthos* L. (acacia de tres espinas); floración mayo-junio, ambas cultivadas en parques y jardines.

Polen de Cercis siliquastrum: Esferoidal cuando embebido, prolato al natural, con el eje mayor sobre las 23 μm de longitud. En vista polar tiende a la triangulación, anguloaperturado. Tricolpado. Exina sobre 1 μm de espesor, que decrece alrededor de las aperturas, reticulada y con los muros lisos.

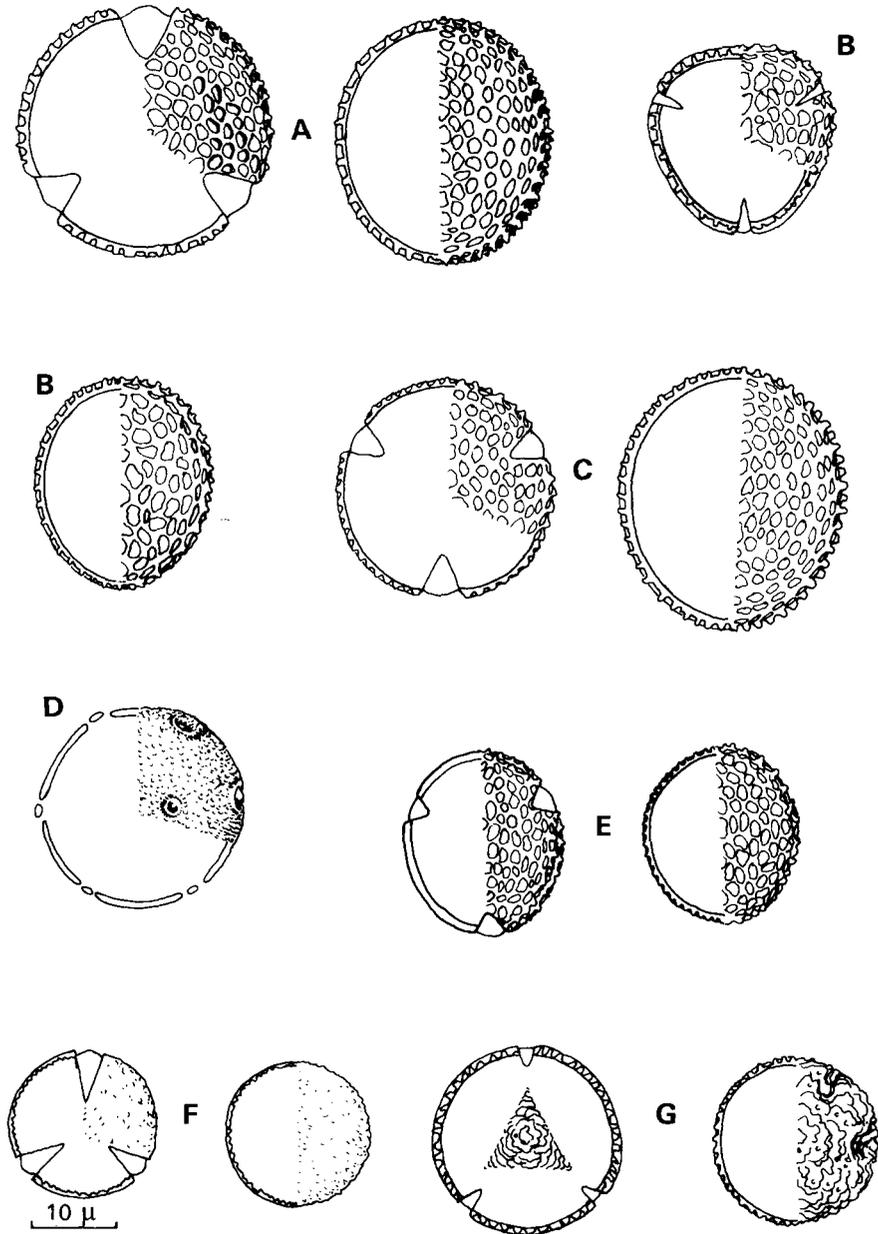


Fig. 11.—Polen de: A, *Ligustrum vulgare*; B, *Fraxinus angustifolia*; C, *Syringa vulgaris*; D, *Plantago lanceolata*; E, *Platanus occidentalis*; F, *Polygonum aviculare*; G, *Rumex acetosella*.

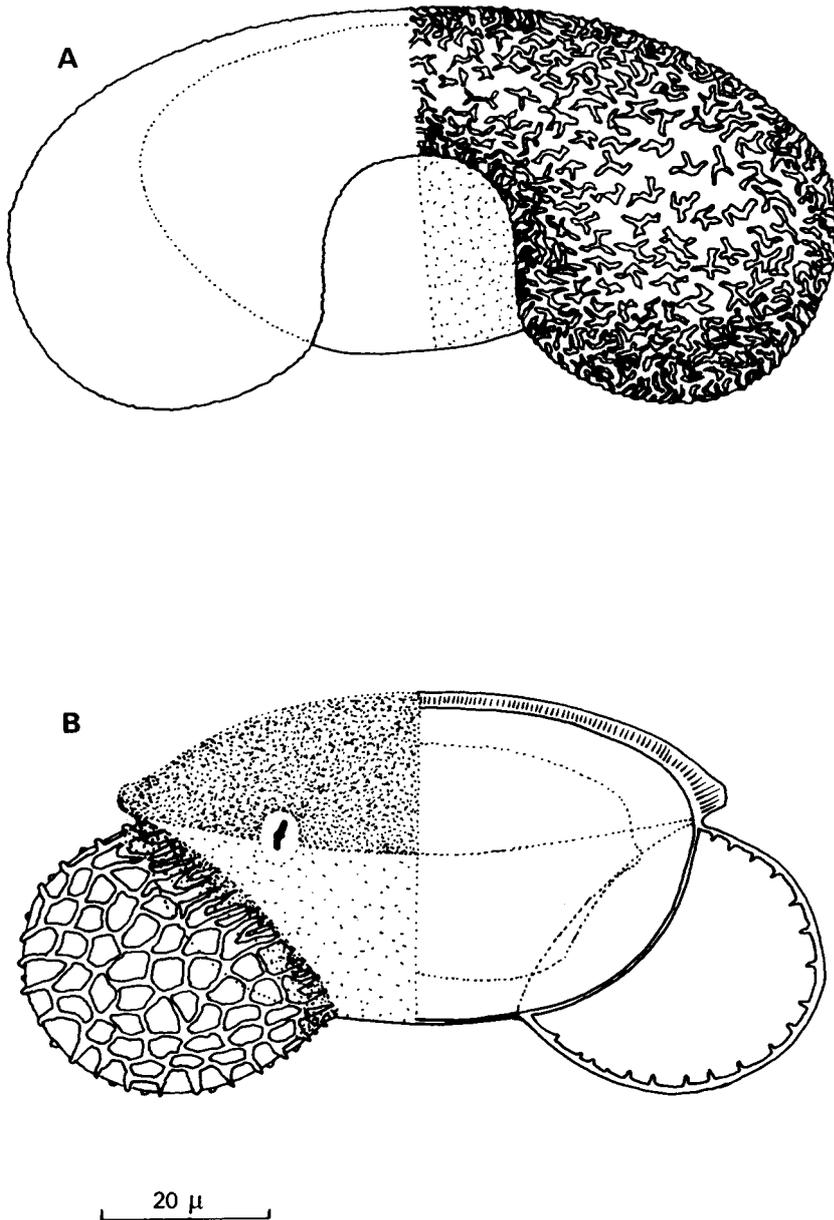


Fig. 12. Polen de: A, *Cedrus atlantica*; B, *Pinus halepensis*.

Polen de Gleditsia triacanthos: Subprolato, con el eje mayor sobre las 30 μm de longitud. En vista polar triangular, anguloaperturado. Tricolporado. Exina sobre las 2 μm de espesor que disminuye hacia las aperturas, finamente reticulada.

Moraceae

(Fig.: 10F).

Representan esta familia árboles o arbolillos cultivados o naturalizados como *Broussonetia papyrifera* (L.) Vent. (moral de la China), floración mayo-junio; *Morus alba* L. (morera), floración abril-mayo; *Morus nigra* L. (moral), floración abril-mayo y *Ficus carica* L. (higuera), floración mayo-junio.

Polen de la familia Moraceae: De tamaño muy pequeño, sobre las 15 μm de eje mayor. Biporado, con los poros en simetría bilateral, formando cúpulas o engrosamientos de exina a su alrededor. Exina fina, granulosa, de un espesor menor de 1 μm .

Myrtaceae

(Fig.: 10H).

El eucalipto (*Eucalyptus* sp.) es un árbol cultivado escasamente en Madrid. Entomógamo y anemógamo, florece en verano.

Polen del género Eucalyptus: En vista polar, triangular con los lados planos, ánguloaperturado con el eje mayor sobre las 24 μm de longitud. Tricolpado. La exina es lisa, menor de 1 μm de espesor y la intina forma unas acusadas cúpulas en las zonas aperturales.

Oleaceae

(Figs.: 4; 10G; 11 A, B, C; 16 F, G, H, I).

El olivo (*Olea europaea* L.) se halla cultivado al sur de la provincia de Madrid, al norte hay fresnos (*Fraxinus angustifolia* Vahl) y en parques y jardines se cultivan lilo (*Syringa vulgaris* L.) y aligustre (*Ligustrum vulgare* L.). Salvo esta última especie, que es entomógama y anemógama, las restantes son anemógamas y especialmente productoras de mucho polen, el olivo y el fresno.

El fresno florece ya a partir de febrero; el lilo y el aligustre en abril y el olivo de abril a junio.

Polen de Olea europaea: Esferoidal cuando los granos están embebidos, con un eje mayor sobre las 22 μm de longitud. Tricolporado. Exina reticulada con amplios lúmenes y muros granulosos, de unas 2,5 μm de espesor total.

Polen de Fraxinus angustifolia: Subprolato, con el eje mayor sobre las 25 μm . En vista polar ánguloaperturado, tendiendo a la triangulación. Exina reticulada con lúmenes irregulares.

Polen de Ligustrum vulgare: Esferoidal cuando está embebido, con el eje mayor sobre las 30 μm de longitud. Tricolporado. Exina gruesa, de hasta 4 μm de espesor, reticulada, con amplios lúmenes y muros lisos.

Polen de Syringa vulgaris: Prolato-esferoidal al natural, con el eje mayor sobre las 30 μm de longitud. En vista polar trilobado, fosaperturado.

Tricolpado, con pequeño apocolpio. Exina reticulada con amplios lúmenes y muros lisos.

Pinaceae

(Figs.: 5; 12 A, B; 18 C).

Como todas las gimnospermas, esta familia tiene un polen con la exina lisa y que carece de aperturas propiamente dichas, saliendo el tubo polínico por una desgarradura de la zona del grano llamada por ello germinal. Para favorecer su polinización por medio del viento los granos poseen unos flotadores o sacos aéreos que se originan por separación de la ectexina y la endexina. En Madrid se hallan cultivados abetos, cedros y pinos.

Los abetos más frecuentes son: *Abies alba* Miller (abeto blanco), *Abies pinsapo* Boiss. (pinsapo), *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco (abeto de Douglas) y *Picea abies* (L.) Karsten (picea o abeto rojo).

Todos ellos florecen en abril-mayo y están muy escasamente representados en la atmósfera de Madrid.

Polen del género Abies: Los flotadores, que son pequeños en relación al cuerpo del grano, se aproximan bastante entre sí por la zona germinal. Su ornamentación es irregularmente reticulada y retiene en los pequeños alvéolos gran cantidad de gotas de aire que oscurece los granos de un modo muy característico. Tamaño alrededor de las 100 μm .

Polen de los géneros Picea y Pseudotsuga: En ambos géneros los flotadores tienden a envolver irregularmente el cuerpo del grano, que de este modo se aproxima al aspecto del polen del gén. *Cedrus*. Su tamaño varía entre 80 μm (*Picea*) y 120 μm (*Pseudotsuga*).

Los cedros más frecuentemente cultivados en Madrid son: *Cedrus deodara* (D. Don) G. Don fil. (cedro del Himalaya) y *Cedrus atlantica* (Endl.) Carrière (cedro del Atlas). Florecen de octubre a noviembre.

Polen del género Cedrus: Los flotadores son envolventes, pero están bien diferenciados, son pequeños respecto del cuerpo del grano, próximos entre sí en la zona germinal. El tamaño, sobre las 90 μm .

Tanto en la ciudad como en la provincia de Madrid hay muchos pinos, cuyo polen, por ser muy aerotransportable, se recoge aun cuando las especies estén lejos del aparato captador, como *Pinus pinaster* Aiton (pino negral), que florece de marzo a mayo, cultivado en Madrid; *P. sylvestris* L. (pino rojo o pino de Valsain), que florece de mayo a junio, natural en los pinares de Guadarrama; *P. halepensis* Miller (pino carrasco), que florece de marzo a mayo, frecuente en las calles y parques de la ciudad, y *P. pinea* L. (pino piñonero), abundante en la Dehesa de la Villa y la Casa de Campo, que florece de marzo a mayo.

Polen del género Pinus: Los flotadores están claramente diferenciados del cuerpo del grano, dejando libre la zona germinal y en el polo opuesto una cúpula más o menos esférica. El cuerpo del grano adopta formas que van desde la elipsoidal a la casi esférica. El tamaño de los flotadores con respecto

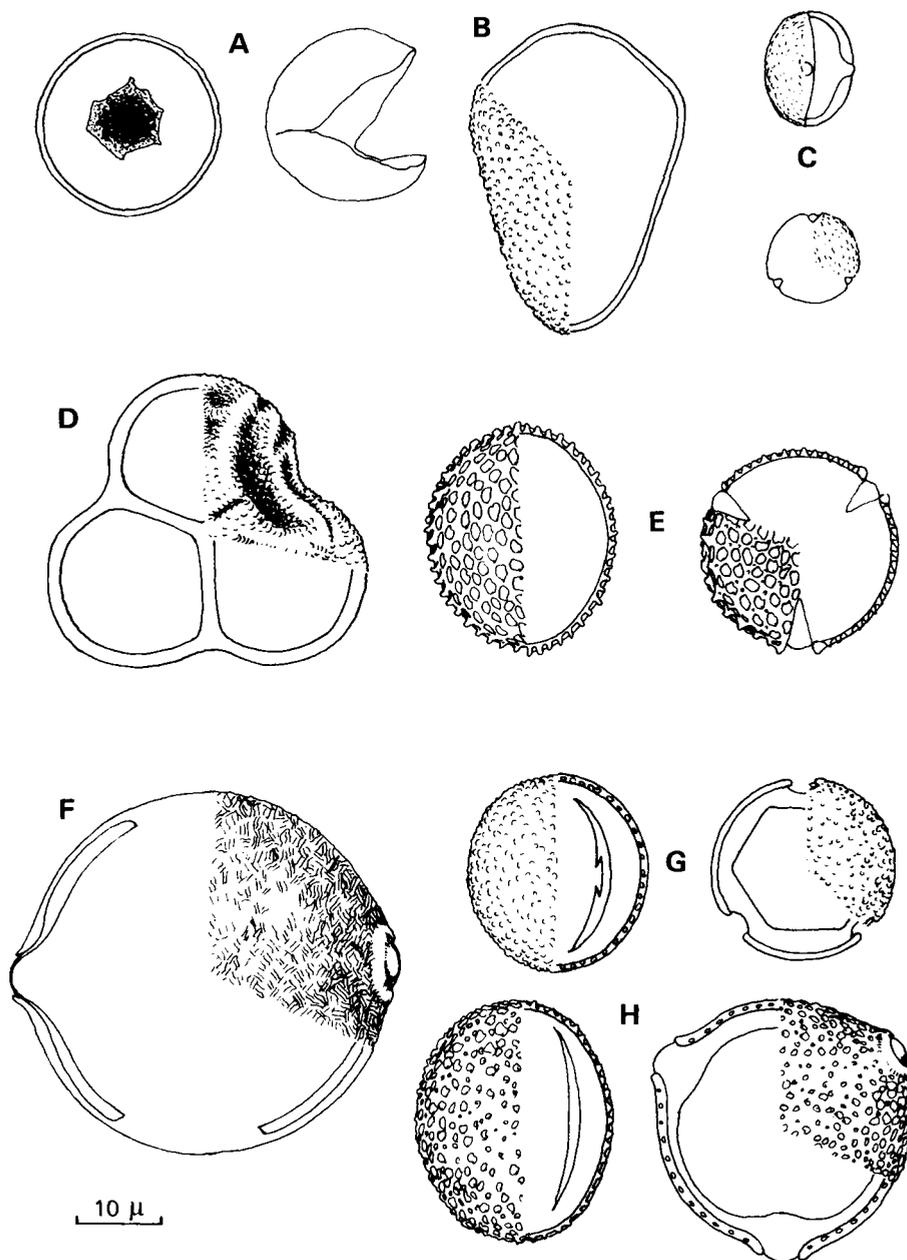


Fig. 13.—Polen de: A, *Cupressus sempervirens*; B, *Carex chaetophylla*; C, *Castanea sativa*; D, *Erica arborea*; E, *Mercurialis tomentosa*; F, *Fagus sylvatica*; G, *Quercus rotundifolia*; H, *Quercus pyrenaica*.

al cuerpo del grano es también variable, así como su grado de inclinación en vista lateral. La variabilidad del tamaño dentro de la misma especie no permite identificarlos con facilidad en las preparaciones. Los menores son los de *P. sylvestris* (45 μm) y los mayores los de *P. halepensis*, que alcanzan hasta 68 μm de eje mayor.

Plantaginaceae

(Figs.: 7, 11 D).

El género *Plantago* comprende muchas especies de plantas herbáceas o leñosas en su base, anemógamas, de las que unas diez están representadas en la flora de Madrid, con periodos de floración que abarcan de marzo a septiembre en general, aunque *P. coronopus* L. florece todo el año.

Polen del género Plantago: Esferoidal, con un diámetro sobre las 25-30 μm de longitud. Foraminado, provisto de 5 a 7 poros operculados, de un diámetro sobre las 3 μm . Exina con nanoverrugas.

Platanaceae

(Figs.: 2; 11 E; 16 E).

Los árboles de esta familia son anemógamos, cultivándose abundantemente en Madrid la especie *Platanus hybrida* Brot. (plátano de sombra), procedente de la hibridación de *Platanus orientalis* L. y *Platanus occidentalis* L. Floración en abril.

Polen del género Platanus: Oblato-esferoidal, con el eje mayor sobre las 22 μm de longitud. En vista polar, de contorno más o menos circular, fosaperturado. Tricolpado. Exina menor de 1 μm de espesor, reticulada, con muros lisos y lúmenes regulares.

Polygonaceae

(Figs.: 7; 11 F, G; 18 A, B).

Plantas herbáceas naturales y abundantes, representadas mayoritariamente en Madrid por *Polygonum aviculare* L. (sanguinaria mayor), floración junio-julio y diversas especies del género *Rumex* L. que florecen desde marzo a septiembre.

Polen del género Polygonum: Subprolato o prolato-esferoidal, con el eje mayor sobre las 25 μm . Tricolporado, en vista polar, fosaperturado. La exina, de un grosor sobre las 2 μm , es granulosa y microperforada.

Polen del género Rumex: Esferoidal, de unas 22 μm de diámetro. Exina de un grosor menor de 1 μm , con un relieve tectal areolado, granuloso y con múltiples perforaciones.

Salicaceae

(Figs.: 4; 14 A, B; 18 D, E).

Esta familia, anemógama, está representada en Madrid por sauces y chopos o álamos. Los sauces pertenecen principalmente a las especies: *Salix triandra* L. (sarga), floración marzo-mayo; *S. alba* L. (sauce blanco), floración

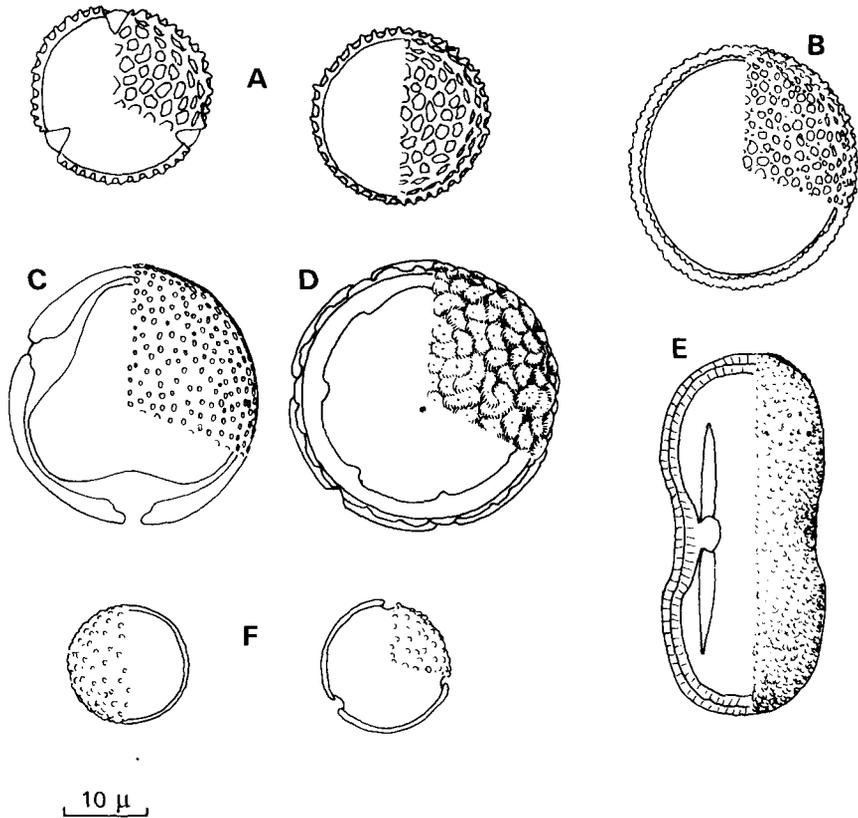


Fig. 14. Polen de: A, *Salix fragilis*; B, *Populus alba*; C, *Tilia cordata*; D, *Ulmus campestris*; E, *Thapsia villosa*; F, *Parietaria officinalis*.

marzo-mayo; *S. fragilis* L. (mimbrera), floración marzo-mayo; *S. babilonica* L. (sauce llorón), floración abril-mayo; *S. atrocinerea* Brot. (salguero negro), floración enero-abril.

Polen del género Salix: Prolato al natural, esferoidal cuando está embebido, con el eje mayor sobre las 22 μm de longitud. En vista polar fosaperturado, tricolporado, con colpos largos y pequeño apocolpio. La exina, de un grosor sobre 1,3 μm , es reticulada, con grandes lúmenes que disminuyen su tamaño en las zonas alrededor de los colpos formando márgenes. La membrana es granular.

Los chopos o álamos pertenecen a las especies *Populus alba* L. (álamo blanco), floración febrero-abril; *P. nigra* L. (álamo negro), floración febrero-marzo; *P. × canadensis* Moench., floración marzo-abril.

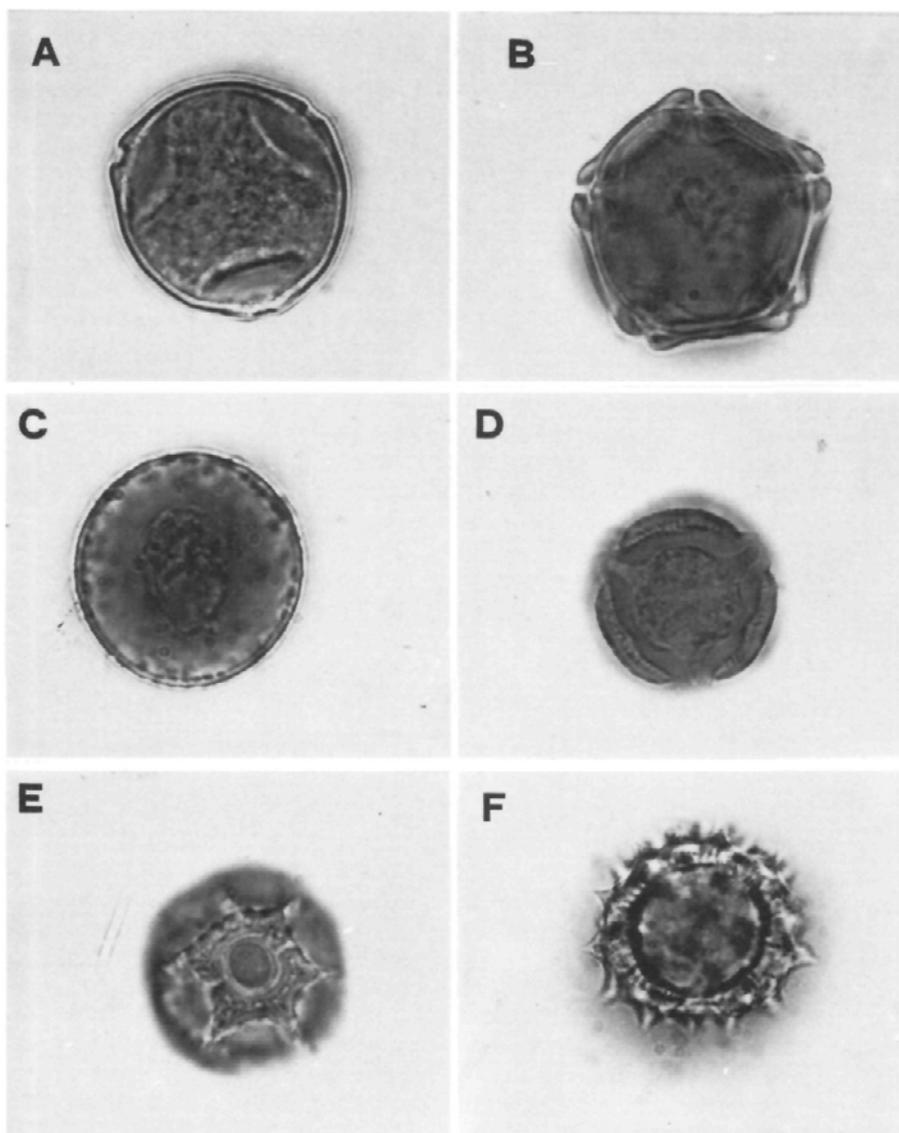


Fig. 15. - Polen de: A, *Betula celtiberica* B, *Alnus glutinosa*; C, *Cupressus sempervirens*; D, *Artemisia vulgaris*; E, *Andryala integrifolia*; F, *Anacyclus clavatus*.

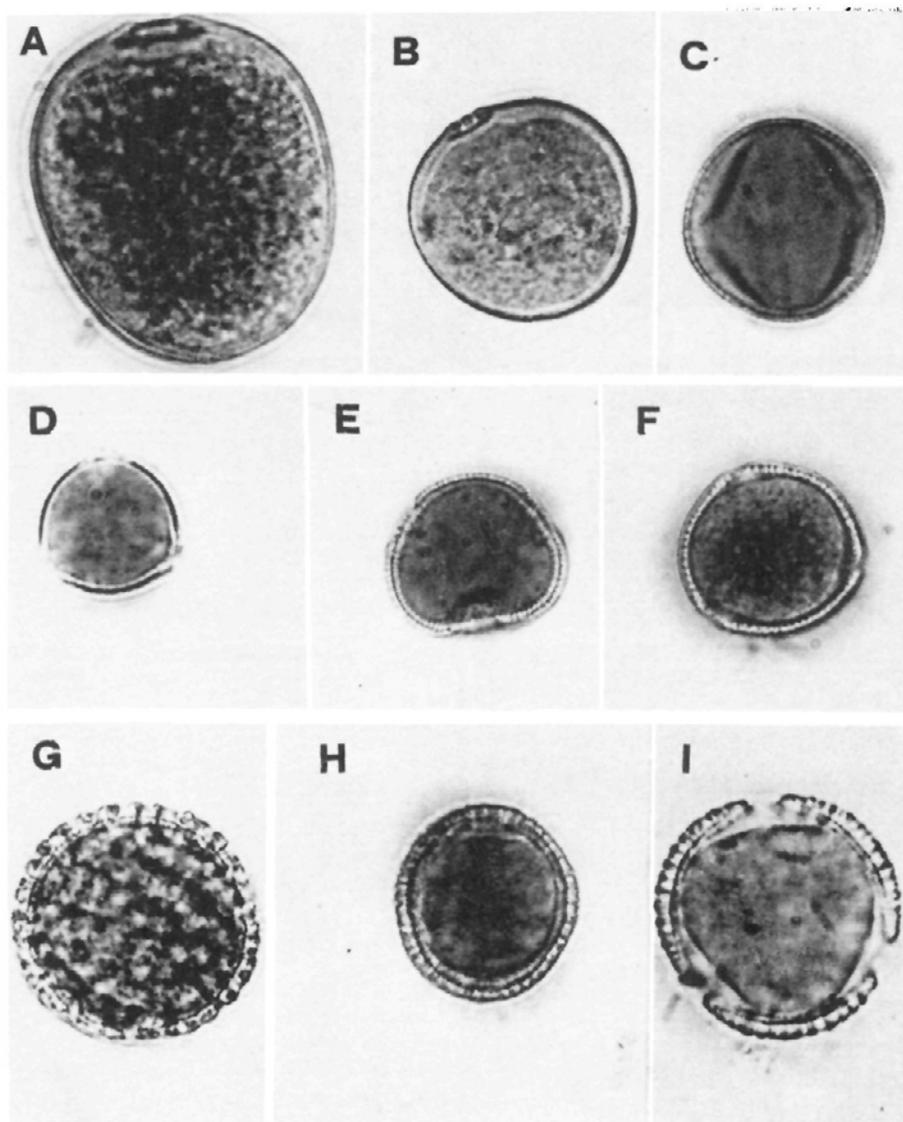


Fig. 16. —Polen de: A, *Hordeum sativum*; B, *Holcus lanatus*; C, *Cercis siliquastrum*; D, *Philadelphus coronarius*; E, *Platanus occidentalis*; F, *Fraxinus angustifolia*; G, *Ligustrum vulgare*; H, *Olea europea*; I, *Syringa vulgaris*.

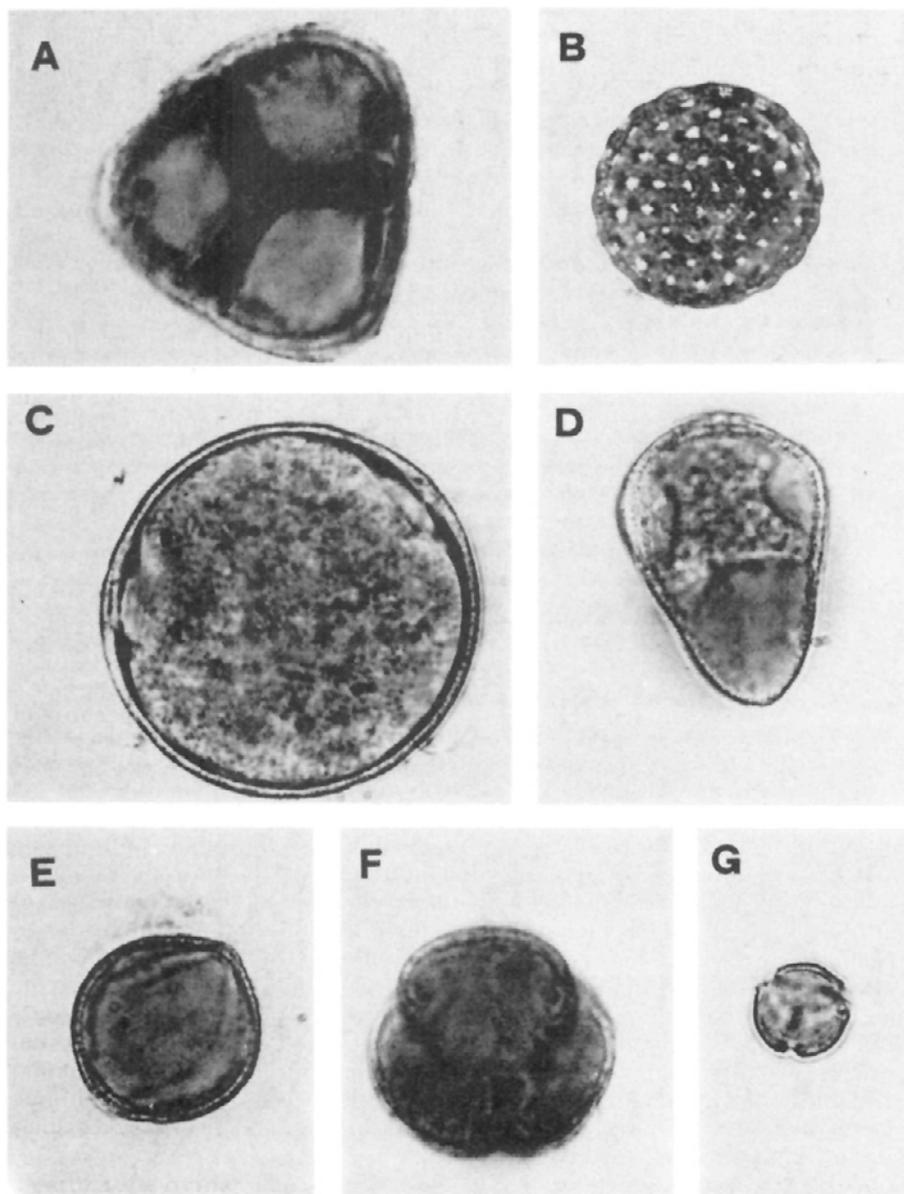


Fig. 17. -Polen de: A, *Erica arborea*; B, *Chenopodium ambrosioides*; C, *Fagus sylvatica*; D, *Carex chaetophylla*; E, *Quercus rotundifolia*; F, *Quercus pyrenaica*; G, *Castanea sativa*.

Polen del género Populus: Esferoidal, de diámetro sobre las 27 μm . Inaperturado, sin embargo a veces se observa un pseudoporo. Exina de un grosor sobre 1,5 μm , con un relieve irregularmente granuloso formando aréolas.

Tiliaceae

(Figs.: 14 C; 18 G).

El tilo plateado (*Tilia tormentosa* Moench) es un árbol ocasionalmente cultivado en Madrid. Anemógamo, florece de junio a julio.

Polen de Tilia tomentosa: Oblato, con el eje mayor sobre las 35 μm de longitud. Esferoidal, en vista polar triangular con las aperturas fuertemente invaginadas. Tricolporado, con los colpos extremadamente cortos. Tectum con perforaciones formando un microrretículo.

Ulmaceae

(Figs.: 8; 14 D; 18 I).

Los olmos son árboles que, espontáneos o cultivados, son abundantes en Madrid, pertenecientes a las especies *Ulmus minor* Miller y *U. pumila* L., floración enero-marzo.

Polen del género Ulmus: Esferoidal, de diámetro sobre las 33 μm de longitud. Con 5 ó 6 poros situados en la zona ecuatorial. Exina rugulosa de aspecto ondulado cerebroide con fina granulación, de espesor sobre las 2 μm . La intina engrosada en las zonas próximas a las aperturas, de modo que en vista polar el grano tiende a parecer pentagonal o exagonal.

Umbelliferae

(Figs.: 14 E; 18 F).

Esta familia reúne plantas herbáceas anuales, bienales o vivaces, a veces de gran porte, con flores pequeñas, reunidas en inflorescencias de tipo umbela. Aproximadamente tienen representación en la flora de Madrid 50 géneros, con numerosas especies. De entre ellos, haremos especial mención del género *Thapsia* L., con dos especies, *T. villosa* L. y *T. maxima* Miller, a las que pertenecen plantas de hasta 2 m de altura y muy abundantes en toda la provincia, con floración estival.

Polen de Thapsia villosa: Prolato, con un estrangulamiento ecuatorial, el eje mayor sobre las 40 μm de longitud. Tricolporado, con unos engrosamientos circumporales. La exina menor, de unas 2 μm de espesor, es regulada y microperforada, formando crestas salientes a ambos lados del ecuador.

Urticaceae

(Figs.: 6; 14 F; 18 H).

Las urticáceas son plantas herbáceas naturales, que en Madrid están representadas más abundantemente por *Urtica dioica* L. (ortiga), floración junio-julio; *Urtica urens* L. (ortiga menor), floración mayo-septiembre y más escasamente por *Parietaria diffusa* Mert. & Koch (pelosilla), floración abril-julio.

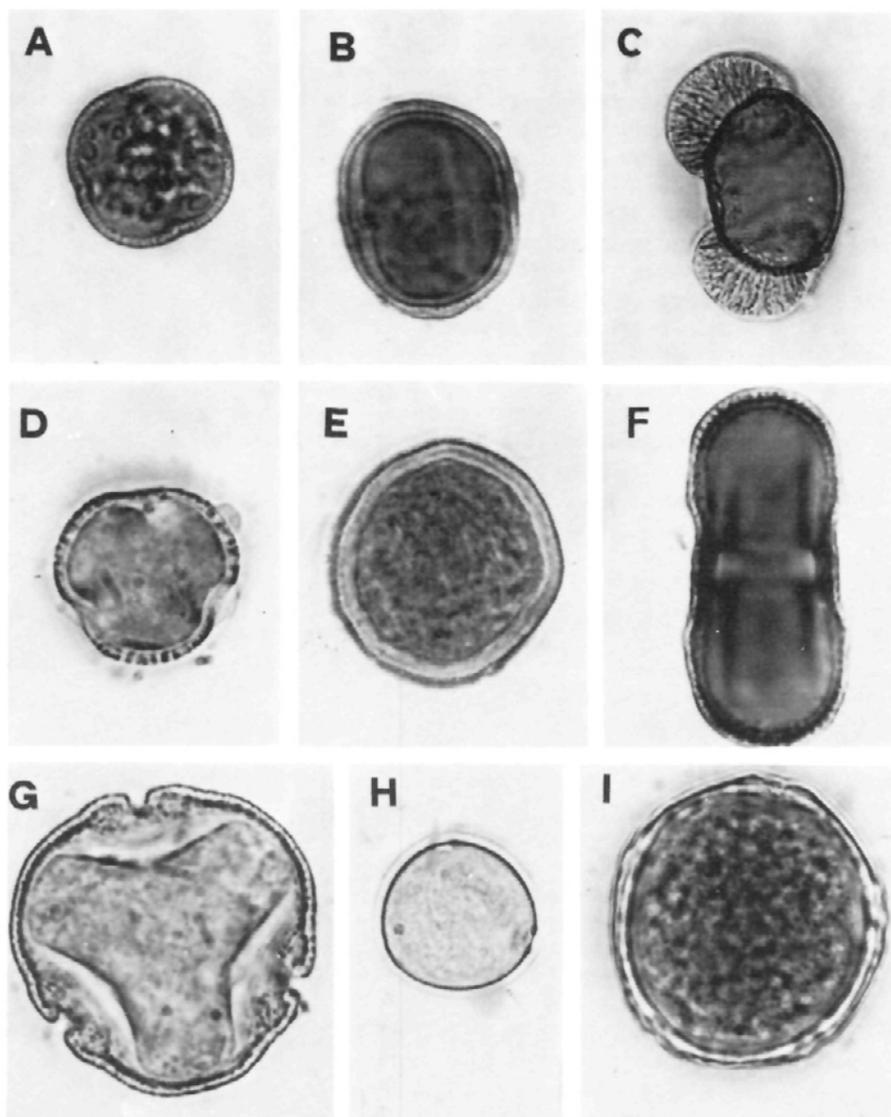


Fig. 18. Polen de: A. *Rumex acetosella*; B. *Polygonum aviculare*; C. *Pinus halepensis*; D. *Salix atrocinerea*; E. *Populus alba*; F. *Thapsia villosa*; G. *Tilia cordata*; H. *Urtica urens*; I. *Ulmus campestris*.

CALENDARIO POLÍNICO

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Gramineae</i>												
<i>Salix</i>												
<i>Cupressaceae</i>												
<i>Alnus</i>												
<i>Ulmus</i>												
<i>Fraxinus</i>												
<i>Populus</i>												
<i>Rumex</i>												
<i>Pinaceae</i>												
<i>Philadelphus coronarius</i>												
<i>Ericaceae y Juncaceae</i>												
<i>Cercis siliquastrum</i>												
<i>Caprifoliaceae</i>												
<i>Quercus rotundifoliae</i>												
<i>Quercus pyrenaica</i>												
<i>Platanus</i>												
<i>Plantago</i>												
<i>Betula celtiberica</i>												
<i>Urticaceae</i>												
<i>Acer</i>												
<i>Olea europaea</i>												
<i>Gleditsia triacanthos</i>												
<i>Compositae (excepto Artemisia)</i>												
<i>Moraceae</i>												
<i>Castanea sativa</i>												
<i>Cyperaceae</i>												
<i>Syringa vulgaris</i>												
<i>Aesculus hippocastanum</i>												
<i>Fagus sylvatica</i>												
<i>Chenopodiaceae y Amaranthaceae</i>												
<i>Polygonum</i>												
<i>Tilia</i>												
<i>Umbelliferae</i>												
<i>Eucalyptus</i>												
<i>Cannabaceae</i>												
<i>Artemisia</i>												
<i>Mercurialis</i>												

1980

1981

Polen de la familia Urticaceae: Tamaño muy pequeño, sobre las 15 μm de diámetro, de forma esferoidal u oblato-esferoidal. Triporado zonalmente. Exina muy fina, granulosa, engrosada en las zonas circumporales.

AGRADECIMIENTOS

Los palinogramas y gráficas han sido realizados por Raúl Mosquera, a quien agradecemos su colaboración, así como la ayuda técnica y mecanográfica de Miguel Jerez, María Jiménez y Maribel Moreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHARPIN, J. & R. SURINYACH (1974). *Atlas europeen des pollens allergisants*. Sandoz, Barcelona.
- IZOO, J., M. LADERO & C. SÁENZ (1972). Flora alergógena de España. *Anal. R. Acad. Farmacia*, 38(3):521-570.
- IZOO, J. & C. SÁENZ (1976). *Los Pólenes*. Abelló, S. A. Madrid.
- SÁENZ, C. (1978). *Polen y esporas*. Ed. Blume. Madrid.
- STANLEY, R. G. & H. F. LINSKENS (1974). *Pollen*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- SCBIZA, E. (1980). Incidencia de granos de pólenes en la atmósfera de Madrid. Método volumétrico. *Allergol. et Immunopatol., supplementum VII*.
- TUTIN, T. G. & *al.* (Eds.) (1964-1980). *Flora Europaea*, 5 vols., Cambridge University Press. Cambridge.

Aceptado para publicación: 26-V-82