UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL

PALINOLOGIA DE ASTERACEAS ENDEMICAS

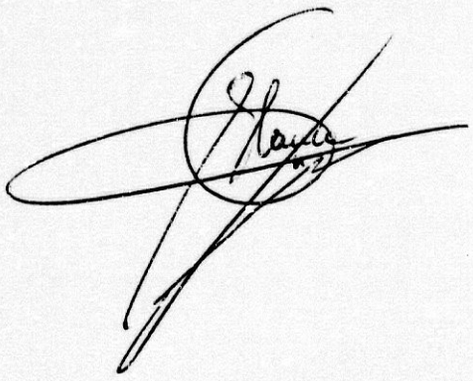
DEL SURESTE PENINSULAR

Mª JACOBA SALINAS BONILLO

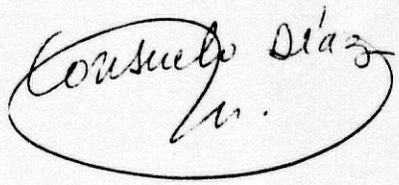
GRANADA 1991

El trabajo de investigación que se presenta en esta Memoria titulada "PALINOLOGIA DE ASTERACEAS ENDEMICAS DEL SURESTE PENINSULAR" que para aspirar al grado de Licenciada en Ciencias Biológicas presenta la alumna Dª. MARIA JACOBA SALINAS BONILLO ha sido realizado bajo la dirección de los profesores:

DR. D. GABRIEL BLANCA LOPEZ

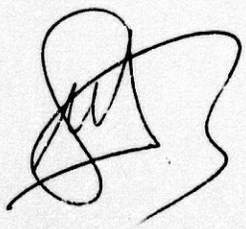


DRA. DÑA. CONSUELO DIAZ DE LA GUARDIA



Aspirante al grado de Licenciada

MARIA JACOBA SALINAS BONILLO



INDICE

INTRODUCCION..... 1

MATERIAL Y METODOS.....13

I. Recolección de material.....13

II. Conservación del material.....14

III. Identificación del material.....14

IV. Estudio palinológico.....15

V. Material examinado.....30

RESULTADOS.....48

I. SUBFAMILIA ASTEROIDEAE.....48

I.1. Tribu Astereae.....48

I.2. Tribu Inuleae.....52

I.3. Tribu Anthemideae.....55

I.4. Tribu Senecioneae.....62

II. SUBFAMILIA LACTUCOIDEAE.....69

II.1. Tribu Lactuceae.....69

II.2. Tribu Carlineae.....86

II.3. Tribu Cardueae.....89

DISCUSION.....106

CONCLUSIONES.....114

BIBLIOGRAFIA.....116

INTRODUCCION

La Palinología, término introducido por HYDE (1944), es una ciencia relativamente joven que se dedica al estudio del polen y las esporas.

Aunque el polen se conoce desde antiguo e incluso fue utilizado por distintas civilizaciones como parte importante de su alimentación, hasta finales del siglo XV no se tiene ninguna referencia de estudios relacionados con él, y hasta el siglo XVII no se realizan las primeras descripciones de su morfologia externa.

A comienzos del siglo XIX, Robert Brown (1773-1858) demostró que el polen podía ser utilizado para determinar los límites de ciertos géneros, como posteriormente haría Aquiles Richard (1794-1852) con las orquídeas.

Conforme avanzaba el siglo, destacaron los trabajos del anatomista checo Purkinje (1787-1869) y posteriormente del alemán FISHER (1890). El primero propuso una clasificación de los granos de polen según sus dimensiones, transpariencia y ornamentación. El segundo llegó a describir 2.200 pólenes correspondientes a 158 familias vegetales.

En 1819, Bostock (1774-1846) describió los síntomas del catarro conocido hoy como "fiebre del heno", por ser una enfermedad estacional cuya aparición coincide con la floración de los cereales. Pero no sería hasta comienzos del siglo XX cuando Dunbar concluyó que el polen era un elemento alergógeno capaz de desencadenar fenómenos patológicos al ser ingerido por las vías respiratorias.

En conexión con los estudios geológicos, durante el siglo XIX se comenzaron a identificar los granos de polen contenidos en las turberas, destacando a principios del siglo XX los trabajos de Langerheim y Erdtman.

Más tarde, los noruegos FAEGRI & IVERSEN publicaron en 1964 el excelente libro "Textbook of Pollen Analysis", donde hacen un detallado compendio de la historia, técnicas y aplicaciones del análisis polínico de turberas y sedimentos.

En el campo de la Aeropalinología se han realizado calendarios polínicos de varias zonas españolas, destacando los trabajos de SUAREZ-CERVERA & SEOANE-CAMBA (1983) y BELMONTE SOLER & ROURE-NOLLA (1985) en Barcelona, SUBIZA (1980) en Madrid, así como CANDAU & al. (1982) en Sevilla y DOMINGUEZ & al. (1984) en Córdoba.

Otro campo reciente de aplicación de la Palinología es el estudio del contenido polínico de las mieles y por tanto de su nivel de calidad (Melitopalinología).

El estudio de la morfología del polen, que paralelamente a las aplicaciones médicas y geológicas se desarrollaba a principios de siglo XX, culminó en 1935 con la publicación por el norteamericano WODEHOUSE de su libro titulado "Pollen grains", primer trabajo palinológico aplicado a la Taxonomía; un nuevo campo se abrió para esta última, la utilización de la Palinología que hasta entonces se había desarrollado como ciencia independiente, que tendrá después su máximo exponente en el sueco ERDTMAN, mencionado anteriormente, quien entre 1921 y 1971 trabajó intensamente sobre la morfología polínica, publicando numerosos artículos y libros, como el titulado "Pollen morphology and plant Taxonomy" (1952) en el que se estudian todas las familias de Angiospermas indicándose los tipos de polen y las características de los géneros y especies estudiadas. A este volumen siguieron otros tres sobre Gimnospermas, Pteridófitos y Briófitos, con los que se completa el estudio de polen y esporas de los embriófitos. Asímismo fue el autor de un sistema de clasificación del polen y las esporas, basado en el número, posición y carácter de las aperturas, conocido como notación NPC.

La gran variedad de tipos polínicos hallados en el Reino Vegetal, junto con la fijeza de los caracteres morfológicos dentro de un mismo taxon, han convertido a la Palinología en una fuente de caracteres utilizables en Taxonomía; así por ejemplo, BLANCA & DIAZ DE LA GUARDIA (1985) han podido constatar que una especie de la familia Compuestas perteneciente al género Scorzonera (Sc. fistulosa), debe separarse en un nuevo género, al que denominaron Avellara, atendiendo en gran medida a las características palinológicas. El polen de este nuevo género es semejante al descrito para la subtribu Hypochoeridinae y no al de la subtribu Scorzonerinae donde anteriormente estaba incluído.

En los últimos años han sido muchos los investigadores que se han ocupado del estudio morfológico del polen; entre ellos cabe destacar a CERCEAU-LARRIVAL (1962), que estudiando

la familia Umbelíferas, propuso varias líneas filogenéticas basándose en los caracteres polínicos, que a su vez corresponden con la morfología general y la citotaxonomía. También SAENZ DE RIVAS (1973), utilizando el microscopio electrónico de barrido, distinguió los tres géneros europeos de Fagáceas y diversas especies ibéricas del género Quercus.

Otros autores ocupados en este tema son Kuprianova, Van Campo, Pons, Skvarla, Praglowski, etc.

La Palinología permite trazar la historia de las especies y grupos de plantas, así como de las comunidades de vegetales y sus hábitats, reconstruir la historia climática, así como la influencia del hombre sobre su medio ambiente (destrucción del bosque y desarrollo de la agricultura), determinar el contenido polínico de la atmósfera y sus efectos sobre la salud humana, calcular el contenido polínico de mieles, y por tanto su calidad, y por último, poner de manifiesto la relación entre grupos vegetales así como su evolución. Este último aspecto es el que se aborda en esta Memoria de Licenciatura, encuadrada en el ámbito del proyecto de investigación "Estudios Palinológicos en la Flora del Sureste Peninsular" (CAICYT reg. nº PB85-0388), que se ocupa del estudio palinológico de las especies endémicas del área mencionada.

Como han señalado diversos autores, el estudio y la interpretación exacta del endemismo de un territorio es el criterio supremo, indispensable para toda consideración relativa al origen y la edad de la población vegetal donde viven las especies endémicas, para reconstruir la historia de la flora y la ciencia de la evolución, así como para poder observar y apreciar el poder creativo de especies y la capacidad conservadora de determinados ambientes. El escaso conocimiento del endemismo hace muy difícil la correcta interpretación de la flora de una zona determinada.

LA FAMILIA ASTERACEAE

Generalidades

La familia Asteraceae (Compositae) se incluye en la subclase Asteridae, una de las seis en que TAKHTAJAN (1969) y CRONQUIST (1981) dividen la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas), la cual, junto a la clase Liliopsida (Monocotiledóneas), constituyen la división Magnoliophyta, conocida también como Angiospermas o plantas con flores. Tal y como la definió Cronquist, la subclase Asteridae consta de

11 órdenes y 49 familias que incluyen unas 60.000 especies, de las cuales más de un tercio de las mismas pertenecen a la familia Asteraceae, la más numerosa de las Dicotiledóneas y una de las dos familias vegetales más grandes, con cerca de 1.100 géneros reconocidos y unas 25.000 especies.

Es la única que incluye el orden Asterales. Es una familia muy natural, por lo que sus especies son fáciles de reconocer; sin embargo, la gran cantidad de plantas incluídas en esta familia, la diversidad de las flores que se agrupan para formar los capítulos, la variabilidad morfológica de los frutos, etc, hacen complicado el reconocimiento de sus géneros.

Los principales distintivos de las Asteraceae son, sobre todo, sus pseudantos capituliformes con flores que tienen un mecanismo de presentación del polen a los agentes polinizadores altamente especializado, así como sus particulares armas químicas. Ninguno de estos caracteres es exclusivo de la familia, pero en conjunto les distingue de todas las demás.

La mayor parte de sus miembros son arbustos siempre verdes, matas o hierbas perennes o rizomatosas, aunque las herbáceas anuales o bienales son también frecuentes; en cambio las especies arbóreas, epífitas y acuáticas son muy raras.

Están ampliamente distribuídas en todo el mundo, si bien no existe representación en el continente Antártico. Abundan particularmente en las regiones semiáridas tropicales y subtropicales, así como en la Región Mediterránea. Son frecuentes también en la flora ártica y alpina y en todas las floras montanas; únicamente en las selvas de lluvias tropicales son más bien escasas.

En cuanto a su hábitat, son extraordinariamente plásticas, pudiendo ser xerófitos extremados o mesófitos, extremos que se pueden encontrar en el mismo género.

Sistemática

Si bien existe un acuerdo casi general al distinguir 12 (-13) tribus, los distintos autores discrepan en el número de ellas que deben formar parte de las dos subfamilias habitualmente reconocidas. Tradicionalmente las Lactuceae se han considerado incluídas en una subfamilia aparte, las Cichorioideae (=Liguliflorae) contrastando con la subfamilia Asteroideae (=Tubuliflorae) constituída por el resto de las tribus. En la obra de STRASBURGER & al. (1974) la tribu Lactuceae se incluye en una familia aparte, la Cichoriaceae, quedando el resto de las tribus en la familia Asteraceae (s.

str.).

Esencialmente diferentes al punto de vista anterior son las clasificaciones propuestas por WAGENITZ (1976) y CARLQUIST (1976), muy similares entre sí y fundamentadas sobre todo en datos palinológicos; ambas clasificaciones han sido el esquema básico de la estupenda obra de HEYWOOD, HARBORNE & TURNER (1977, eds.) que se ha utilizado en la elaboración de esta Memoria.

Dichas clasificaciones reposan fundamentalmente en considerar la familia Asteraceae bifilética y son radicalmente opuestas al tratamiento anterior que consideraba una subfamilia monotribal, las Cichorioideae, y el resto de las tribus incluídas en la subfamilia Asteroideae.

Existen también algunos autores que prefieren considerar tres subfamilias incorporando ambos puntos de vista, lo cual resulta mucho más artificial.

Filogenia

Resumiendo en gran medida los distintos estudios llevados a cabo para esclarecer el origen de las Compuestas, se puede concluir que los ancestros de las Asteraceae hay que buscarlos dentro o cerca de la familia Rubiaceae siguiendo una línea paralela a la que ha conducido a los Dipsacales y Calyceraceae.

En cuanto a las relaciones filogenéticas entre las tribus que se consideran, también están sujetas a controversia porque los esquemas propuestos no integran los resultados procedentes de la Palinología, Bioquímica, Genética, etc, sino que contemplan tan sólo alguno de esos particulares, resultando a veces totalmente contradictorios. Se señalan a continuación algunos de ellos, cuya comparación se complica teniendo en cuenta que incluso utilizan sistemática diferente:

- En la figura 1 se muestran las posibles relaciones filogenéticas entre las tribus reconocidas en Asteraceae según el esquema de CRONQUIST (1955) que muestra pocas interrelaciones entre las tribus, ya que casi todas se hacen derivar de Heliantheae (grupo considerado como basal debido a su número cromosómico).

- En la figura 2 se recogen las relaciones entre tribus teniendo en cuenta fundamentalente los datos químicos, tal y como fue propuesto por MABRY & BOHLMANN (1977), en el que se aprecian numerosas líneas discontínuas y alguna interrogación que expresan relaciones no del todo aclaradas.

- Por último, en la figura 3 se muestran las posibles relaciones filogenéticas entre las tribus de Asteraceae y la forma en que han podido ser afectadas por la deriva continental, partiendo de las poblaciones ancestrales ubicadas en el continente de Gondwana según el esquema de TURNER (1977).

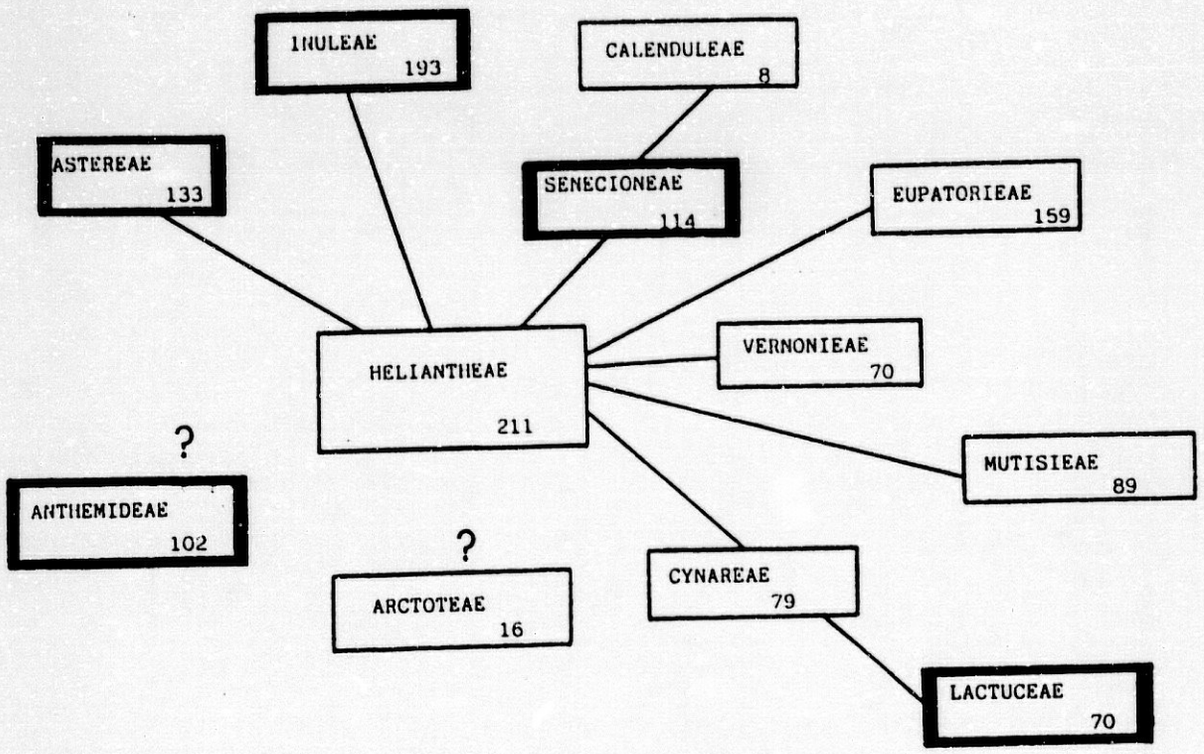


FIGURA 1. Relaciones entre las tribus de Asteraceae según CRONQUIST (1955). Se señala el número de géneros que incluye cada tribu.

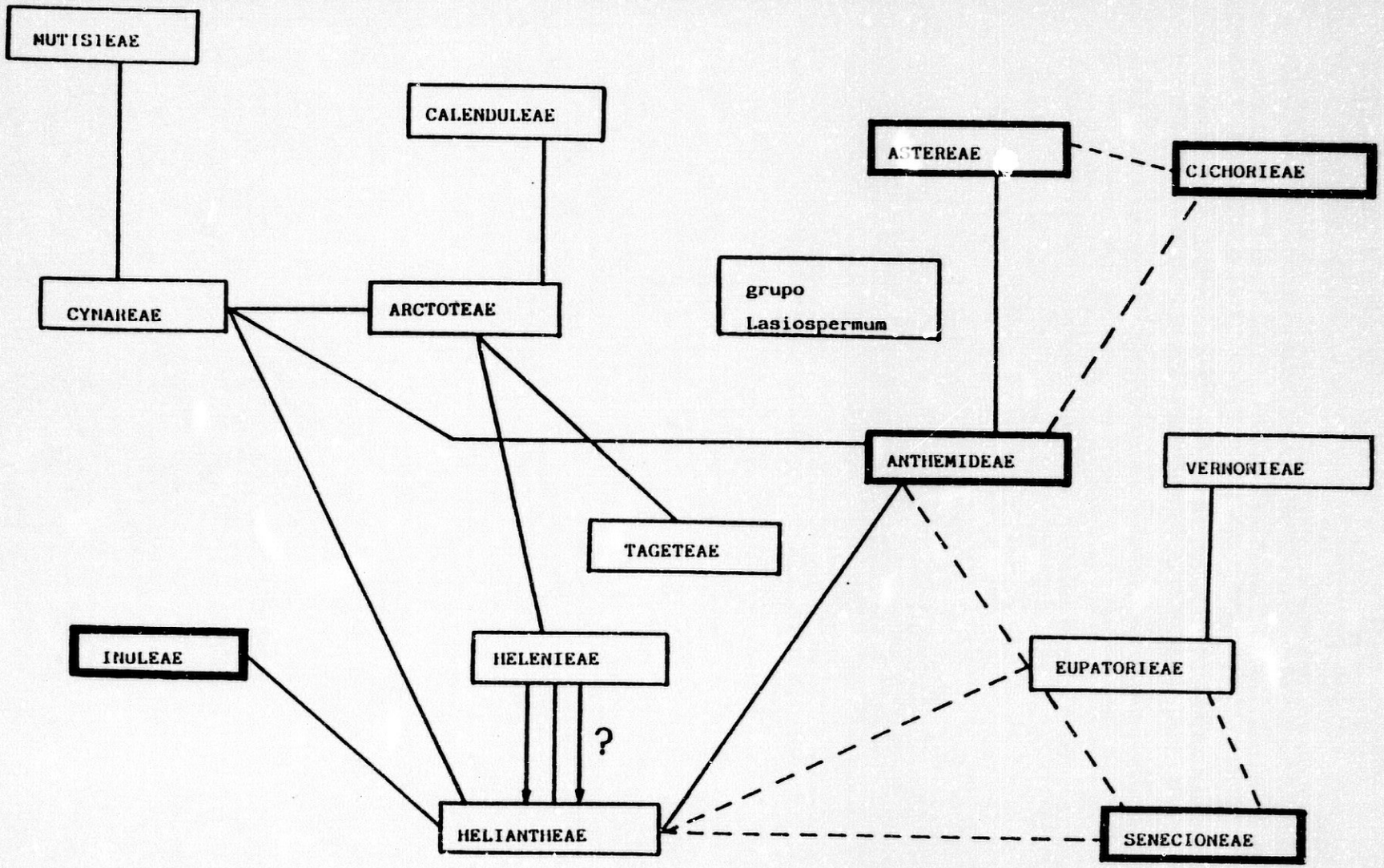


FIGURA 2.Relaciones entre las tribus de Asteraceae según MARRY &

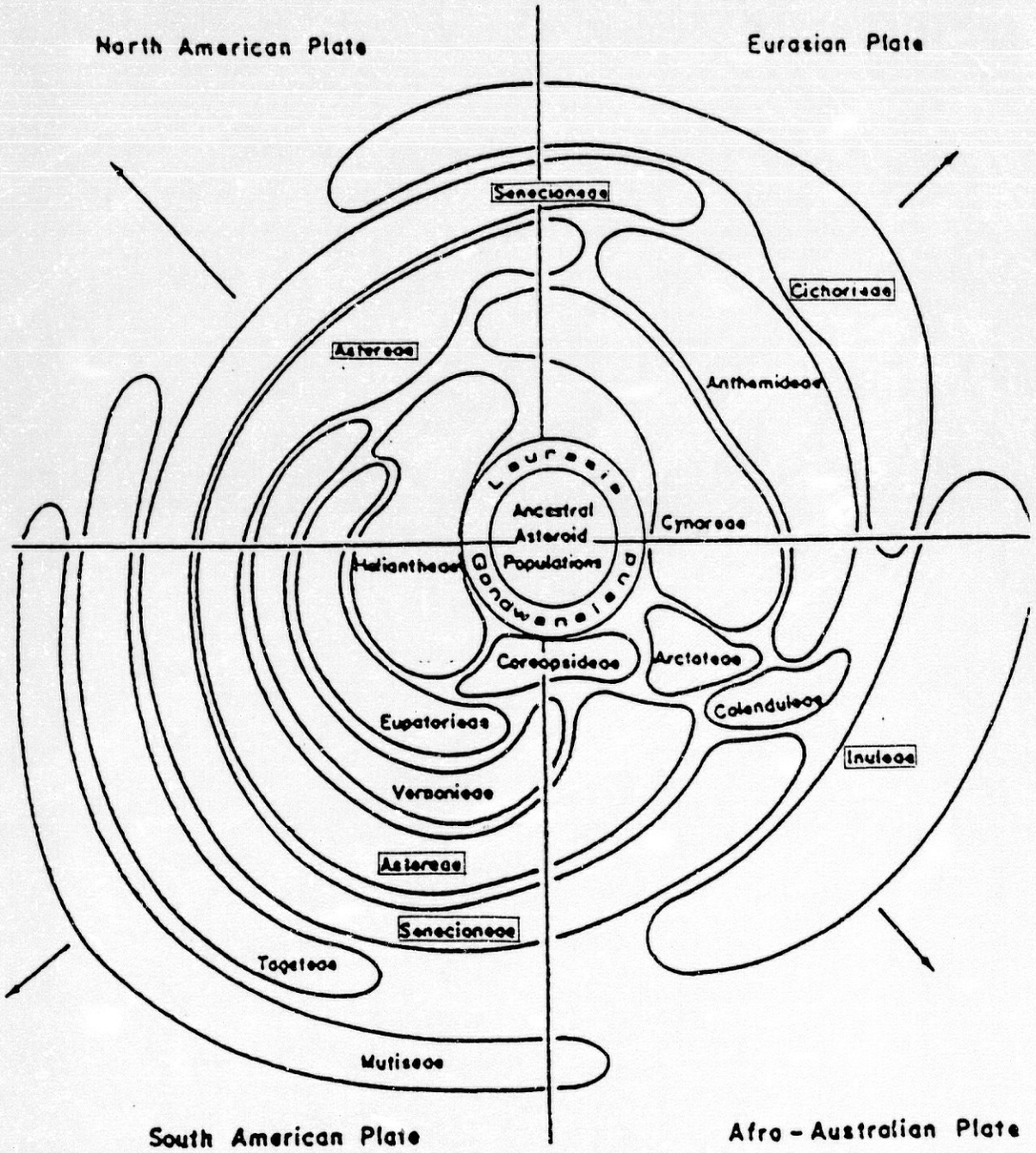


FIGURA 3. Relaciones entre las tribus de Asteraceae y forma en que han sido afectadas por la deriva continental (TURNER, 1977).

Estudios palinológicos en Asteraceae

Con respecto a la palinología de la familia, han sido muchos los autores que se han ocupado de ella. El trabajo de WODEHOUSE (1926) sobre la tribu Anthemideae y el de WAGENITZ (1955) sobre el género Centaurea L. son obras clásicas y pioneras de consulta obligada. PLA DALMAU (1957) distinguió en la familia Asteraceae una serie de tipos distintos de granos de polen cuya morfología indica su relación filogenética.

No debe olvidarse el trabajo de STIX (1960) sobre las Compuestas, otro de los considerados fundamentales dentro de los estudios de esta familia.

SKVARLA & LARSON (1965) estudiaron a MET muchas especies de Asteraceae, así como SKVARLA & TURNER (1966), etc; todos ellos permitieron conocer en profundidad la estructura exínica de su polen.

En la actualidad son muchos los trabajos que se llevan a cabo sobre Compuestas, utilizando las técnicas de MO, MEB y MET y referidos a grupos más concretos. Así, en España, destacan los trabajos de DIEZ (1987) sobre Palinología de Compuestas de Andalucía occidental; DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA (1983, 1985, 1988a) sobre el género Scorzonera; TORMO & al. sobre los géneros Carlina y Atractylis (1984) y Senecio (1985); TORMO & UBERA sobre la tribu Anthemideae (1987), Echinops (1988a) y Carduus y Cirsium (1988b); PARDO (1985) sobre el género Leucanthemopsis; BENEDI I GONZALEZ (1988) sobre el género Anthemis; BLANCA & al. (1988) sobre distintas especies endémicas del sureste peninsular; DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA (1988b) sobre el género Tragopogon, etc. Todos ellos demuestran la explosión de los estudios palinológicos a partir de la década pasada en nuestro país.

DIMON (1971), realizó una síntesis de los caracteres del polen de Asteraceae, asegurando que la complejidad de la exina (a la cual están estrechamente ligadas las aperturas) es la que confiere a la familia la originalidad de sus caracteres polínicos; esto hace que el polen de una especie perteneciente a las Asteraceae pueda ser inmediatamente reconocible. Esta originalidad se basa sobre todo en los tres caracteres siguientes:

1 - Presencia constante de un téctum estructurado, es decir, conteniendo elementos columelares.

2 - Téctum casi siempre prolongado por espinas de forma y estructura variables, a veces muy reducidas, pero a

menudo presentes.

3 - Existencia de un sistema apertural triple:

- Apertura externa (ectoapertura) generalmente alargada (colpo) que afecta al téctum.

- Apertura media (mesoapertura) situada inmediatamente debajo y de forma variable, que afecta a la base (foot layer).

- Apertura interna (endoapertura) limitada a la endexina, la mayoría de las veces de tipo poro.

Aparte de estos caracteres fundamentales, DIMON (1971) dio una serie de generalidades sobre el polen de Asteraceae que se resumen a continuación:

a) Forma y simetría. Pólenes isopolares, tricolporados, raramente tetracolporados, excepcionalemte pericolporados (NPC=345); elípticos a subcirculares en visión meridiana; en visión polar subcirculares, más raramente subtriangulares, excepcionalmente triangulares.

b) Tamaño. Muy variable, ya que la longitud del eje polar puede estar comprendida entre 10 y 130 µm.

c) Aperturas. La ectoapertura es un colpo siempre meridiano de margen poco o nada diferenciado y la membrana colpal es a menudo lisa; la mesoapertura, de forma muy variable, se superpone frecuentemente a la endoapertura, lo que la vuelve difícil de observar; la endoapertura es circular o elíptica, siempre paralela al ecuador y presenta con frecuencia una constricción mediana; a veces las tres endoaperturas se unen formando un surco ecuatorial contínuo, lo que parece guardar relación con la reducción de las espinas.

d) Ectexina. Consta de téctum, columelas y base. El téctum suele contener elementos en forma de bastoncillos llamados "columelas tectales"; la superficie externa suele presentar perforaciones y posee espinas que no son más que una continuación del téctum, a veces tan pequeñas que se las trata como verrugas. Las columelas son perpendiculares a la endexina. La base, situada bajo las columelas, en ocasiones queda separada del resto de la ectexina en las zonas interaperturales por la presencia de grandes cavidades a las que se les denomina cáveas (SKVARLA & LARSON, 1965) de modo que la exina no contacta con la base más que a nivel de las ectoaperturas, que constituyen entonces las únicas regiones

que aseguran la cohesión de las capas de la ectexina; su superficie interna puede presentar invaginaciones en el contacto con la endexina.

e) Endexina. Es una capa contínua, a menudo más espesa a nivel de las aperturas.

Atendiendo fundamentalmente a la estructura de la sexina, SKVARLA & TURNER (1966) distinguieron tres tipos generales de pólenes:

- TIPO ANTHEMOIDEO. No caveado.
- TIPO HELIANTOIDEO. Caveado con forámenes internos.
- TIPO SENECIOIDEO. Caveado sin forámenes internos.

Las endémicas del sureste peninsular

En las figuras 1, 2 y 3 se han señalado con trazo más grueso aquellas tribus que comprenden géneros representados en el sureste peninsular por especies endémicas, cuyo polen será descrito en el presente trabajo: Astereae, Inuleae, Anthemideae, Senecioneae, Carlineae, Cardueae y Lactuceae.

La importancia del estudio e interpretación del endemismo ya se ha citado más arriba, pero lógicamente adquiere su máximo interés en aquellas zonas en las que diversos factores han determinado una mayor representación de especies endémicas.

El área de estudio elegida es un claro ejemplo de región con un alto grado de endemismo. Con respecto a la familia Asteraceae, BLANCA & VALLE (1986) reconocieron 46 especies de esta familia cuya distribución se limita a dicha zona. Las áreas más ricas en especies endémicas son , sobre todo, las altas montañas (Sierra Nevada, Sierras de Cazorla Y Segura, etc), con la excepción importante de las tierras bajas de Almería. Especies tales como Rothmaleria granatensis (género monoespecífico), Artemisia granatensis, Erigeron frigidus, localizadas exclusivamente en las altas cumbres de Sierra Nevada; Atractylis tutinii, muy escasa en el Cabo de Gata, y muchos otros más que se estudian en esta Memoria, son ejemplos de los numerosos endemismos de esta familia presentes en el sureste peninsular.

Asímismo se estudian algunos táxones infraespecíficos representados en el área de estudio, tales como Lactuca perennis subsp. granatensis.

Es precísamente su carácter endémico lo que hace que obras generales dedicadas al estudio del polen no incluyan datos sobre estas especies (ERDTMAN, 1952; PLA DALMAU, 1957) VALDES & al., 1987; etc).

Algunas revisiones de tribus, géneros o secciones han incluído el estudio de alguna de las especies tratadas en esta Memoria, como ocurre con Scorzonera albicans (DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA, 1983, 1985, 1988a); Ptilostemon hispanicus y Senecio eriopus (DIEZ, 1987); Senecio malacitanus (DIEZ, 1987; TORMO & al., 1985); Scorzonera reverchonii (DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA, 1985); Leucanthemopsis pectinata (PARDO, 1985); Andryala agardhii, Leontodon boryi, Leontodon microcephalus, Hieracium texedense, Senecio elodes, Senecio nevadensis y Senecio quinqueradiatus (BLANCA & al., 1988); Carduus carlinoides subsp. hispanicus, Carduus rivasgodayanus y Cirsium rosulatum (TORMO & UBERA, 1988b), etc. Ninguno de estos trabajos mencionados incluyen datos precisos de estratificación exínica, al no utilizar el MET.

Otro grupo importante de táxones que se incluyen en este estudio son aquellas especies cuya distribución en el continente europeo se limita al sureste peninsular. Son especies como Ifloga spicata, que habita en el norte de Africa y el suroeste asiático pero que se adentra en Europa en las zonas más áridas de la provincia de Almería. Algunas de estas especies, como Launaea arborescens, L. lanifera y L. nudicaulis (MATEU-ANDRES, 1987) han sido estudiadas palinológicamente, pero tan sólo a MO Y MEB.

Por todo esto es por lo que se ha considerado necesaria la realización de este trabajo, que viene a completar los estudios llevados a cabo por los autores mencionados y forma parte del estudio palinológico de la flora andaluza oriental.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo realizado para la elaboración de esta Memoria de Licenciatura se ha estructurado en los siguientes apartados:

I. RECOLECCION DE MATERIAL.

Antes de comenzar las herborizaciones fue necesario planificar la metodología a seguir; para ello:

A) Se realizó un estudio previo de localización de las especies endémicas de Andalucía oriental pertenecientes a la familia Asteraceae. Fueron de gran ayuda las obras de BLANCA & VALLE (1986) y GOMEZ CAMPO & col. (1987).

B) Se procedió al estudio de la fenología de las distintas especies teniendo en cuenta el período de floración en relación con la altitud. Aunque en general este período coincide con la primavera, plantas termófilas como Leysera leyseroides, Ifloga spicata, Launaea arborescens, etc, pueden comenzar a florecer desde febrero, mientras que otras muchas de alta montaña lo hacen a partir de mayo, como Artemisia granatensis, Senecio nevadensis, etc, o incluso los meses de junio y julio.

C) La recolección del material se llevó a cabo teniendo en cuenta que las muestras vegetales habrían de servir para dos fines, como material de herbario y para la extracción de material polínico:

C-1.- Material para herbario. Para cada localidad y especie se recogió un testigo completo (con flores, hojas y frutos maduros), que ha servido para la correcta determinación de la especie y la confección de un pliego-testigo que se ha depositado en el Herbario del Departamento de Biología Vegetal de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada (GDAC). En algunos casos, ha sido necesario utilizar material de los herbarios de la Facultad de Farmacia (GDA) y de la Estación Experimental de Zonas áridas de Almería (ALME).

C-2.- Material polínico. Se ha recogido tomando inflorescencias o flores aún sin abrir para asegurar que la muestra de granos de polen fuera totalmente pura, introduciéndolas con ácido acético glacial en cápsulas individuales para su perfecta conservación.

II. CONSERVACION DEL MATERIAL

Los ejemplares herborizados fueron trasladados al Departamento de Biología Vegetal en bolsas. Ya en el laboratorio se procedió al prensado de los mismos, para lo cual cada testigo se colocó en un pliego de papel con una etiqueta en la que se indicó el lugar de herborización, fecha, recolector y otros datos de interés; cada pliego se situó entre dos almohadillas que habían de cambiarse periódicamente hasta la total desecación de la planta. Una vez prensados y secos se guardaron con naftalina.

III. IDENTIFICACION

Para la identificación de los táxones se han utilizado obras generales y claves de determinación, principalmente WILLKOMM & LANGE (1870-1880), TUTIN & al. (1964-1972), GARCIA ROLLAN (1981-1983), etc.

En otros casos, siempre que ha sido posible, la determinación se ha llevado a cabo mediante revisiones, posteriores a las obras anteriormente mencionadas, de familias o géneros.

IV. ESTUDIO PALINOLOGICO

Para estudiar el polen se puede utilizar material seco guardado en herbario o fresco recogido directamente en el campo.

La recolección debe hacerse antes de que la dehiscencia de las anteras se produzca, siendo conveniente el que coincida inmediatamente antes de la apertura natural de las anteras para garantizar una madurez adecuada de los granos de polen. Las horas más apropiadas son las primeras de la mañana, antes de la polinización, o a media tarde, cuando los sacos polínicos están cerrados (IZCO & al., 1972).

Posteriormente en el laboratorio, se procedió a la extracción de los granos de polen, para lo cual se diseccionaron las flores con la ayuda de una lupa binocular y una lanceta. En algunos casos fue necesario separar el polen de restos vegetales que le acompañan, pasándolo por una serie de tamices de malla variable según el tamaño del grano de polen. Finalmente, se guardaron en tubos herméticamente cerrados.

Los diferentes métodos de observación son los siguientes:

IV.1.- EXAMEN AL NATURAL. Consiste en examinar el polen al natural con el microscopio óptico, montado sobre un porta con aceite de cedro o xilol, ambas sustancias no deformantes; además, el xilol es capaz de disolver las sustancias grasas que puedan existir en la superficie del grano de polen.

Con este método se puede observar el color del polen y con una ligera presión sobre el cubreobjetos, se pueden cambiar los granos de posición, lo que permite una mejor observación de sus características.

Posteriormente el polen al natural puede ser teñido; para ello las sustancias colorantes más aconsejables son la fucsina básica y el verde de metilo en soluciones hidroalcohólicas glicerinadas (glicerina 15 gr, alcohol de 96° 30 ml, agua destilada 45 ml y c. s. de solución saturada de colorante).

Estos colorantes son los más idóneos, porque tiñen muy bien la exina y la intina queda casi incolora y muy refringente, por lo que puede ser fácilmente observada, lo cual sólo puede hacerse con este método, ya que la acetolisis (técnica explicada más adelante) destruye la intina.

Estas tinciones se llevan a cabo agregando una gota de solución de colorante al polen previamente depositado sobre un porta limpio y desengrasado; se coloca el cubre y se esperan unos minutos antes de observarlo al microscopio.

El inconveniente que tienen estas preparaciones es que no se pueden conservar, de modo que si se quiere volverlas a ver, hay que sustituir el líquido montante en bálsamo del Canadá, que tampoco deforma los granos y proporciona una duración indefinida a la preparación; o bien se procede al montaje del polen teñido con glicerogelatina, cuya preparación se verá más adelante.

IV.2.- ACETOLISIS. El material polínico extraído, bien de material fresco o de herbario, va acompañado de restos vegetales que hay que eliminar para que las preparaciones queden lo más limpias posible.

ERDTMAN (1960) propuso el método llamado "acetolisis" para el estudio del polen. El líquido acetolítico destruye la celulosa que compone esos restos vegetales que acompañan al grano, por lo que es uno de los mejores métodos para purificar las muestras. Aunque esta técnica elimina la intina y deforma algo los granos, se ha impuesto para el estudio del polen hasta el punto de que se ha acordado que todas la mediciones de los parámetros se realicen sobre material acetolizado.

La técnica de la acetolisis según ERDTMAN (l. c.) tomada de SAENZ DE RIVAS (1978), consiste en:

1. El material polínico se suspende en ácido acético glacial, se centrifuga y se decanta.

2. Se prepara el líquido acetolítico necesario añadiendo lentamente en una probeta una parte de ácido sulfúrico concentrado (0.5 ml) a nueve partes (4.5 ml) de anhídrido acético puro. Se añaden 5 ml de esta mezcla a cada tubo de centrífuga que contenga el material polínico y se remueve con una varilla de vidrio.

3. Se pasan los tubos a un baño de agua y se calientan hasta la ebullición. Conviene que el calentamiento se efectúe en una campana de gases y teniendo la precaución de que al remover el líquido acetolítico no salte sobre el agua del baño porque lo proyectaría con fuerza. Es necesario remover el líquido acetolítico durante todo el proceso de calentamiento.

Cinco minutos después de alcanzada la ebullición

se sacan los tubos del baño, se dejan enfriar y se llevan a la centrífuga. La velocidad de rotación no es necesario que supere las 2.500 rpm. Después de centrifugar se decanta con precaución, ya que el líquido acetolítico es corrosivo.

4. Al sedimento de cada tubo se añaden unos 5 ml de ácido acético (modificación de HIDEUX, 1972), se agita, centrifuga y se repite este lavado varias veces.

IV.3.- MICROSCOPIA OPTICA. Para la observación al microscopio óptico, se añaden a los tubos de centrífuga unos 3 ml de mezcla de glicerina y agua a partes iguales.

A los 15 minutos se centrifuga, decanta y se mantienen los tubos con el sedimento boca abajo sobre un papel de filtro de 2 a 24 horas.

IV.3.1.- ACLARADO. Si los granos de polen tienen las exinas muy gruesas, puede ocurrir que queden oscuros después de la acetolisis, dificultándose su examen al microscopio. Para aclararlos, antes de la adición de la mezcla de agua-glicerina, parte del líquido polinífero se centrifuga y decanta. A continuación se añaden, en una campana de gases, unos 2 ml de ácido acético glaciar, de 2 a 3 gotas de solución saturada de clorato sódico y finalmente de 1 a 3 gotas de ácido clorhídrico. Como resultado se forma clorina que rápidamente blanquea los granos de polen. Se centrifuga y se lava con agua destilada, se añade la mezcla agua-glicerina y se centrifuga nuevamente. Lo que suele hacerse es montar las preparaciones con material sometido a ambos procesos.

Posteriormente se procede al montaje del polen en glicerogelatina.

IV.3.2.- PREPARACION DE LA GLICEROGELATINA. Siete gramos de gelatina cortados en trocitos se ponen en 42 ml de agua destilada durante 2 horas para permitir que se hinche. A continuación, agitando constantemente, se añaden 50 gr de glicerina concentrada y 0.5 gr de fenol cristalizado como conservante. Se calienta suavemente durante 15 minutos y se filtra sobre lana de vidrio mojada.

IV.3.3.- MONTAJE DE LA PREPARACION. Un trozo de glicerogelatina en estado sólido se coloca sobre un porta

limpio y desengrasado; con un asa de platino se coge un poco de polen acetolizado y se deposita sobre el trozo de gelatina; sobre él se coloca un cubre sin intentar aplastar y se pasa por la llama hasta que la glicerogelatina funda y se extienda, pero sin que llegue a hervir. Posteriormente se calienta parafina en un vidrio de reloj y con una varilla de vidrio se depositan gotas en el borde del cubre hasta que llene el contenido del mismo, quedando sellada la preparación. La parafina excedente se retira con una cuchilla y la preparación se limpia con xilol.

En el presente trabajo se ha realizado el montaje de tres preparaciones de este tipo por cada tubo de centrífuga, las cuales se etiquetaron reseñando: nombre del herbario, familia, género, especie, autor, localidad, fecha de recogida de la planta testigo y recolector.

Una vez obtenidas las preparaciones, es conveniente que transcurra algún tiempo, quince días como mínimo, antes de su observación al microscopio óptico, para evitar el ligero cambio de volumen debido a la imbibición en el medio de montaje.

Los pólenes acetolizados se observan con claridad y, como ya se ha dicho, las medidas se han normalizado precisamente sobre este método.

IV.3.4.- CARACTERISTICAS DE LOS GRANOS DE POLEN. Para la descripción de los granos de polen, la terminología utilizada es, en general, la propuesta por ERDTMAN (1952, 1969), adaptada al castellano por PLA DALMAU (1957) y SAENZ DE RIVAS (1976, 1978).

Se han reseñado los siguientes caracteres:

A) Polaridad y simetría.

A partir de una célula madre de polen, tras la meiosis, se forma la tétrada o conjunto de 4 esporas haploides o granos de polen, que permanecen unidos hasta la maduración en que normalmente se separan.

Para poder comprender y describir el grano de polen, hay que tener en cuenta que es un cuerpo tridimensional; el eje imaginario que va desde el centro de la cara próxima al interior de la tétrada o polo proximal, a la opuesta o polo distal, se denomina eje polar (P). La línea perpendicular a dicho eje polar es el eje ecuatorial (E).

Un grano de polen es simétrico cuando tiene al menos

un plano de simetría, en caso contrario se denomina asimétrico. A un grano de polen simétrico, el plano ecuatorial de simetría lo puede dividir a su vez en dos partes iguales si se trata de un polen isopolar o distintas si es heteropolar. Dentro de los granos isopolares, es decir, con un plano de simetría horizontal, si además hay otros dos o más planos de simetría verticales y los ejes ecuatoriales son de la misma longidud, nos encontramos ante una simetría isopolar radial.

B) Forma.

Viene dada por la relación P/E. Si el eje polar es de la misma longitud que el diámetro ecuatorial, el grano se denomina esferoidal; si es mayor que dos veces el diámetro ecuatorial el grano es perprolato; si es dos veces menor se denomina peroblato. Existen una serie de etapas intermedias según las magnitudes relativas de P y E:

P/E	DENOMINACION
2.00	PERPROLATO
2.00-1.33	PROLATO
1.33-1.14	SUBPROLATO
1.14-1.00	PROLATO-ESFEROIDAL
1.00	ESFEROIDAL
1.00-0.88	OBLATO-ESFEROIDAL
0.88-0.75	SUBOBLATO
0.75-0.50	OBLATO
0.50	PEROBLATO

C) Tamaño.

Se define por las longitudes de los ejes polar y ecuatorial medidos ambos al corte óptico en posición meridiana y ecuatorial respectivamente.

En las medidas de longitud y anchura del grano de

polen, no deben incluirse los elementos esculturales de la exina que sobrepasen los 0.5 µm de longidud.

Según los valores de P y E los granos de polen, en cuanto a tamaño se refiere, pueden ser:

µm	DENOMINACION
<10	MUY PEQUEÑO O PERMENOR
10-25	PEQUEÑO O MENOR
25-50	MEDIANO
50-100	GRANDE O MAGNO
100-200	MUY GRANDE O PERMAGNO
>200	GIGANTE

D) Aperturas.

Son áreas adelgazadas de la exina cuya función es doble: permitir la salida del tubo polínico y facilitar el fenómeno de harmomegatia. Este último término está en relación con la acomodación del grano de polen a los cambios de volumen debidos a la humedad ambiental. En un mismo grano existen aperturas germinales y otras cuya misión es sólo harmomégata.

Si la apertura es redondeada, de longitud menor que dos veces la anchura, se le llama poro.

Cuando la apertura es alargada, teniendo una longitud de más del doble que la anchura, se denomina colpo, y a la distancia en el ecuador entre dos colpos adyacentes en visión meridiana, mesocolpia.

Otro parámetro medido es la apocolpia o valor del lado del polígono imaginario que forman los ápices de los colpos en las zonas polares.

Muchas veces las aperturas están compuestas por ambas formas (colpo y poro) denominándose colporadas. En este último caso el colpo sólo tiene función harmomégata.

Las aperturas son a veces bastante complejas y han sido interpretadas de diferentes maneras por distintos autores. En muchos casos se pueden distinguir: ectoapertura, apertura producida como consecuencia de la

interrupción de la ectexina; mesoapertura, que se produce por la eliminación de la base, y endoapertura formada por la interrupción de la endexina.

Según el número, posición y tipo de las aperturas, se ha establecido una nomenclatura para los granos de polen que se expresa con un número de tres cifras; recibe el nombre de "notación NPC". La primera cifra alude al número de aperturas, la segunda a su posición y la tercera al carácter o forma de las mismas (ERDTMAN, 1964).

A continuación se detallan las asignaciones respectivas a N, P y C:

N. Número de aperturas: 0, ATREMO; 1, MONOTREMO; 2, DITREMO; 3, TRITREMO; 4, TETRATREMO; 5, PENTATREMO; 6, HEXATREMO; 7 ó más, POLITREMO.

P. Posición de las aperturas: 0, DUDOSA; 1, CATATREMO (una proximal); 2, ANACATATREMO (una distal y otra proximal); 3, ANATREMO (una distal); 4, ZONOTREMO (en número variable en banda ecuatorial); 5, DIZONOTREMO (en dos bandas ecuatoriales); 6, PANTOTREMO (número indeterminado esparcidas por toda la superficie).

C. Carácter o forma de las aperturas: 0, MAL CONOCIDAS; 1, LEPTOMA (con falsas aperturas); 2, TRICOTOMOCOLPADA (en forma trirrasgada); 3, COLPADA (colpo o surco); 4, PORADA (poro); 5, COLPORADA (poro y colpo); 6, PORORADA (dos poros).

E) Cubiertas del grano de polen.

La cubierta que rodea el grano de polen se llama esporodermis, término debido a BISCHOFF (1833); en la mayoría de las Angiospermas está formada por dos capas, la exina o capa más externa, compuesta por sustancias muy resistentes denominadas en conjunto esporopoleninas, y la intina, más interna, compuesta por celulosa como componente esencial, sustancias pécticas, calosa y diversos tipos de proteínas. Esta capa, como ya se dijo, se destruye en el proceso de acetolisis.

La estructura de la exina ha sido objeto de diferentes interpretaciones por parte de distintos autores. En esta Memoria se han utilizado los esquemas de ERDTMAN

(1966) y FAEGRI & IVERSEN (1964, 1975).

Erdtman, basándose en criterios morfológicos, describió la estructura de la exina como formada por una serie de elementos radiales llamados báculos o columelas que, por expansión y soldadura de sus extremos superiores pueden dar lugar a una capa llamada téctum, y cuyas bases se funden formando un soporte común denominado de distinta forma según la terminología que se emplee. Para Erdtman, el téctum y las columelas formarían la sexina y el resto sería la nexina.

Para Faegri & Iversen, siguiendo un criterio bioquímico, la nexina de Erdtman no es una estructura homogénea bioquímicamente, puesto que la tinción con fucsina básica demuestra la existencia de dos capas con distinta apetencia de colorantes, la capa basal o foot-layer (nexina 1 de Erdtman) y una capa inferior llamada endexina, diferenciable de la ectexina o conjunto de capa basal, infratéctum (columelas) y téctum.

En la figura 4 se pueden observar de forma comparada la terminología que usan los autores mencionados.

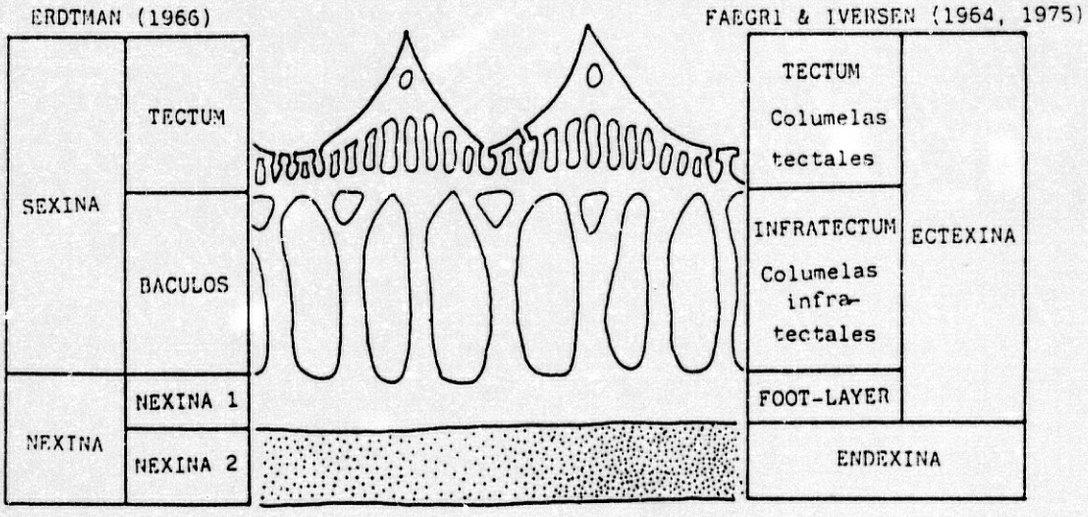


FIGURA 4. Comparación de la terminología exínica usada por ERDTMAN (1966) y FAEGRI & IVERSEN (1964, 1975).

Según los últimos acuerdos de la International Comission for Palinology (ICP), los términos sexina-nexina se restringen a granos observados a MO y sin teñir, pero para el resto de las descripciones (granos teñidos a MO o a MET) son preferidos los términos ectexina-endexina que responden a la verdadera constitución de la esporodermis.

F)Escultura u ornamentación.

La escultura, según FAEGRI & IVERSEN (1975), comprende los caracteres geométricos externos del grano de polen, sin referirse a la estructura interna de la exina, es decir, la ornamentación de otros autores. Abarca la superficie del téctum y los elementos supratectales. En el caso de granos atectados, se aplica lo mismo al infratéctum.

Los principales elementos esculturales según los autores mencionados son:

- Gránulo (polen granuloso). Elemento escultural isodiamétrico, no puntiagudo.

- Gema (polen gemado). Elemento escultural no puntiagudo, cuya anchura es igual o mayor que la altura. La base está constreñida.

- Pilo (polen pilato). Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de clavo.

- Verruga (polen verrugoso). Elemento escultural no puntiagudo, de anchura igual o mayor que la altura. La base no está constreñida.

- Clava (polen clavado). Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de maza.

- Báculo (polen baculado). Elemento escultural no puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Forma de bastón.

- Espina (polen equinado o espinoso). Elemento escultural puntiagudo, cuya altura es mayor que la anchura. Cuando la espina no sobrepasa las 3 µm de longitud se llama espínula, y el polen equinulado o espinuloso.

Según la forma en que se dispongan los elementos esculturales los granos de polen pueden ser:

- Reticulado. Disposición en mallas o retículos.

- Estriado. Disposición en líneas más o menos paralelas.

- Rugulado. Disposición irregular.

- Insulado. Disposición en pequeños islotes.

G) Tipos de granos de polen.

En las especies vegetales estudiadas hay que destacar la existencia de dos tipos polínicos básicos diferentes que se han utilizado para la descripción de los pólenes a MO, analizando distintos caracteres según el tipo (fig. 5):

TIPO I. Equinado. Se midieron los siguientes parámetros:

P. Longitud polar.

E. Anchura ecuatorial.

M. Mesocolpia.

A. Apocolpia.

Lc. Longitud del colpo.

Ac. Anchura del colpo.

Lp. Longitud del poro.

Ap. Anchura del poro.

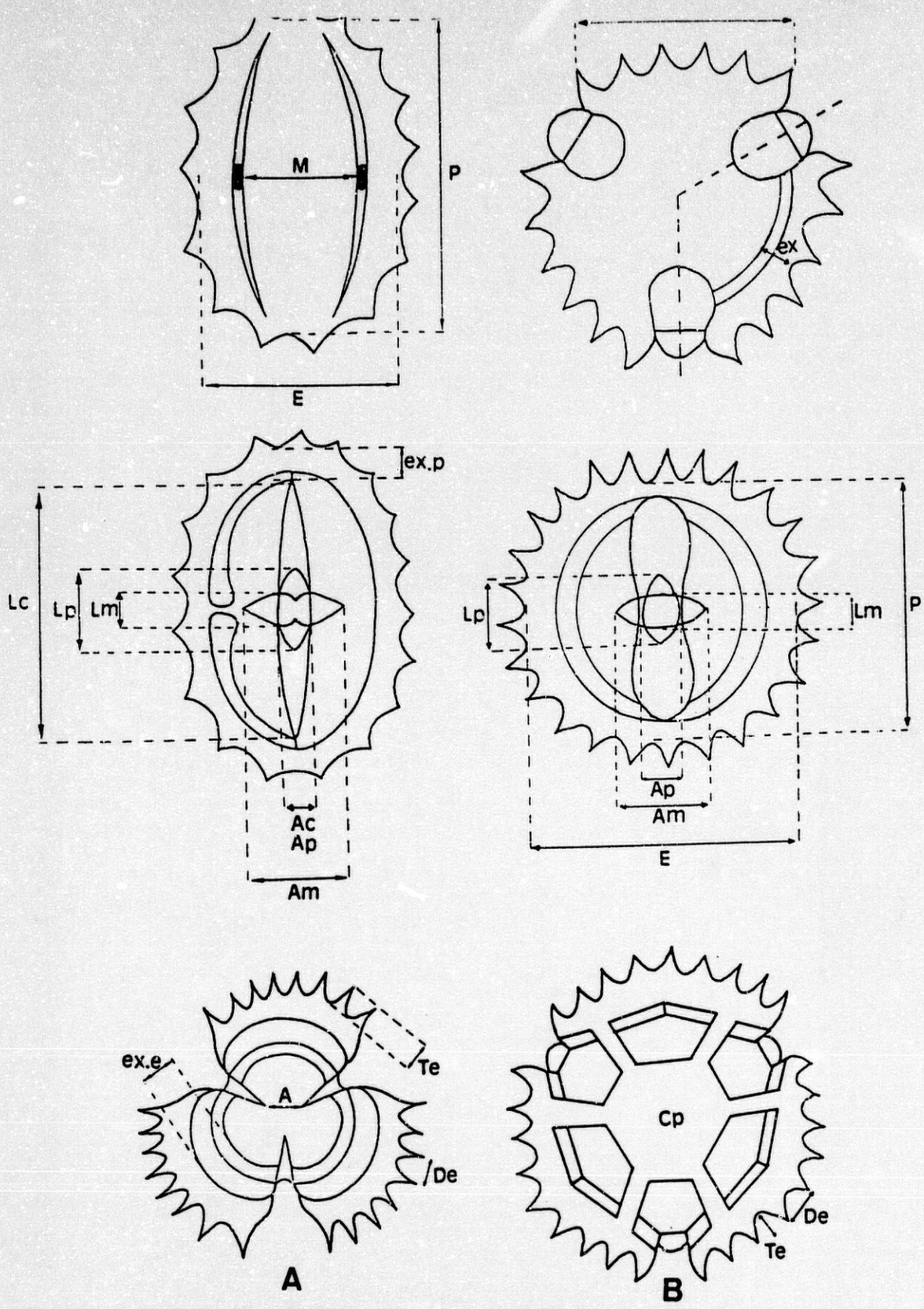


FIGURA 5. Tipos polínicos básicos y parámetros considerados: A, equinado; B, equinolofado.

Lm. Longitud de la mesoapertura.

Am. Anchura de la mesoapertura.

ex. Grosor de la exina, medida en el ecuador y en los polos.

sex/nex. Relación sexina/nexina, medida en el ecuador y en los polos.

Te. Longitud de las espinas.

De. Distancia entre los vértices de dos espinas adyacentes.

TIPO II. Equinolofado. Se midieron los siguientes parámetros:

P.

E.

M.

Cp. Número de espinas en el casquete polar.

Ce. Número de espinas en la cresta ecuatorial.

Lp.

Ap.

Lm.

Am.

ex. Se mide allí donde está completa, a nivel de las crestas.

sex/nex. A nivel de las crestas.

Te.

De

Para obtener las microfotografías, se ha utilizado un microscopio binocular "ZEISS JENAVAL", con cámara fotográfica adaptada. Los negativos fotográficos se han tomado sobre carrete de 35 mm "Kodak Panatomic-XFilm FX 402", y el positivado se realizó sobre papel fotográfico "Ilford" de todas gradaciones.

IV.4.- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO (MEB O "SCANNING"). El examen de los granos de polen al MEB se ha realizado sobre polen previamente acetolizado.

Tras la acetolisis, después de los sucesivos lavados con ácido acético, se agrega alcohol de 70% (como conservante) y se guardan en cápsulas herméticas.

Después, con una pipeta Pasteur, se extraen los granos de las cápsulas y se depositan sobre unos cubres redondos, de las mismas dimensiones que el portaobjetos especial (tambor) del MEB, al que se adhieren con plata coloidal; si el tambor no está muy rayado, se pueden montar directamente los granos sobre el mismo y se dejan secar. A continuación se sombrea la muestra con una película de oro en alto vacío y seguidamente se procede a la obsevación.

El MEB utilizado ha sido un "ZEISS" modelo DSM 950 de los Servicios Técnicos de Microscopía Electrónica de la Universidad de Granada.

Hay que señalar que con el MEB solamente se observan los detalles de la superficie del grano de polen, es decir su ornamentación, ya que las medidas de los parámetros utilizados para caracterizar a los granos de polen deben hacerse al MO; el material observado al MEB sufre deformaciones debido al proceso de secado en alto vacío a que son sometidos durante el proceso de metalización.

IV.5.- MICROSCOPIA ELECTRONICA DE TRANSMISION (MET). La observación de cortes ultrafinos del polen proporciona información sobre la estratificación de la esporodermis. Para ello se requiere:

IV.5.1.- FIJACION. Las anteras, conservadas en ácido acético glacial, se fijan en una solución de glutaraldehído al 3% en tampón cacodilato 0.025 M a pH 7.5 y temperatura ambiente, de 12 a 24 horas.

El glutaraldehído es un fijador excelente, ya que no provoca pérdida de actividad enzimática y preserva perfectamente las estructuras intracelulares; la fijación es aún mejor si se hace una postfijación con tetróxido de osmio.

El glutaraldehído se prepara en el momento de usarlo a partir de una solución stock al 25%, diluyéndolo en tampón cacodilato a las distintas concentraciones ensayadas hasta el 3%. El tampón cacodilato se prepara disolviendo 2.675 gr de cacodilato sódico en 500 ml de agua destilada, obteniéndose cacodilato 0.025 M.

Para conseguir una buena disolución de tetróxido de osmio, se debe preparar 24 horas antes de su empleo. Se parte de una ampolla de 100 mgr de tetróxido de osmio, a la cual hay que quitar la etiqueta pasándola por agua caliente y a continuación fría para que cristalice en las paredes de la ampolla. Seguidamente se introduce ésta última en un frasco de boca ancha con tampón esmerilado y se mete una varilla de vidrio gruesa con la que se rompe la ampolla, añadiendo 10 ml de tampón que disuelve los cristales y así se conserva en el frigorífico a 4°C.

Una vez transcurrida la postfijación, se lavan las muestras 3 veces con tampón; la duración de cada lavado es de 20 a 30 minutos.

IV.5.2.- DESHIDRATACION. Se efectuó introduciendo las muestras en disoluciones de acetona progresivamente más concentradas, utilizando los siguientes tiempos:

CONCENTRACION DE ACETONA	TIEMPO
30%	15 min
40%	30 min
70%	2 h
90%	2.5 h
100%	4 h

El empleo de concentraciones graduales de estas soluciones, se hace con el fin de evitar cambios bruscos en la deshidratación, que podrían provocar alteraciones ultraestructurales o una retracción del tejido de las anteras.

IV.5.3.- INCLUSION. Se realizó en resina Araldit preparada del siguiente modo:

MY 753	49 gr
DDSA	49 gr
BDMA	1.5 gr
Dibutylphtalate	2.7 gr

Se agita esta mezcla y se conserva en el interior de jeringas en el congelador.

El proceso de inclusión se realiza de una manera gradual, siendo las proporciones de las mezclas y el tiempo utilizados los siguientes:

ACETONA+ARALDIT	TIEMPO
3:1	2 h
1:1	4 h
1:3	8 h

A continuación, las muestras se introducen en Araldit puro de 12 a 24 horas.

Posteriormente se colocan las muestras en cápsulas adecuadas, se orientan y se llena la cápsula de resina. La polimerización se realiza en estufa a 60°C durante 24 horas.

IV.5.4.- ULTRAMICROTOMIA. Sobre el bloque, montado en el ultramicotomo, se talla un tronco de pirámide cuya base, con forma de trapecio, contiene la zona de los sacos polínicos de las anteras. Una vez tallada la pieza, se efectúan los cortes, para lo cual se utilizó un ultramicrotomo "ULTRACUT E" REICHERT JONG.

Generalmente se emplean cuchillas de vidrio de 45° y cuchillas de diamante. Los cortes obtenidos quedan flotando sobre una superficie de agua bidestilada y su grosor está en relación con el color que presentan en el agua debido a la reflexión de la luz. Los más adecuados son los de color blanco-amarillento, cuyo grosor es de 600 a 800 Å. Los cortes se recogen de la superficie del agua por contacto con rejillas de cobre de 3 mm de diámetro y de 300 a 400 mallas.

IV.5.5.- TINCION. Los cortes se tiñeron en acetato de uranilo y posteriormente con citrato de plomo (REYNOLD, 1963).

Para la tinción se colocan las rejillas flotando sobre una gota de acetato con uranilo al 5% en alcohol absoluto, de tal forma que los cortes estén en contacto con el uranilo durante 30 minutos, permaneciendo durante ese tiempo en oscuridad; a continuación se lavaron en agua

destilada.

Posteriormente las rejillas se tiñeron con citrato de plomo, que se prepara del siguiente modo:

NITRATO DE PLOMO	1.33 gr
CITRATO DE TRISODICO+$2H_2O$	1.67 gr

Esta disolución se agita durante un minuto en un agitador magnético y se deja reposar 30 minutos. Se añaden 8 ml de NaOH normal y se completa hasta 50 ml con agua bidestilada.

Es necesario extremar las precauciones al teñir el material en medio alcalino, evitando la contaminación ambiental con CO_2 para evitar la precipitación. Se utiliza una placa de Petri invertida como protector ambiental sobre las gotas de citrato rodeadas de lentejas de sosa. Se coloca la rejilla sobre la gota de citrato de plomo, de forma que los cortes estén en contacto con él durante 10 a 20 minutos y finalmente se lavan las rejillas en agua bidestilada.

IV.5.6.- OBSERVACION. Se utilizó un microscopio electrónico de transmisión "ZEISS" modelo EM 10 C de la Estación Experimental del Zaidín, Biología Celular. Los negativos fotográficos se han tomado sobre placas "Dupont" o carrete de 35 mm "Kodak technical pan film 2415", y el positivado se realizó sobre papel fotográfico "Ilford" de todas gradaciones.

Con el MET es posible observar la estratificación de las cubiertas del grano de polen, así como la estructura de la intina que, como ya se dijo, se destruía en el proceso acetolítico.

V. MATERIAL EXAMINADO.

A continuación se enumeran las poblaciones que han sido estudiadas para cada una de las especies, indicándose:

- Nombre.
- Abreviatura del nombre, utilizada en las tablas.
- Localidad.

- Fecha de recolección.

- Recolector.

- Herbario y número de registro.

- Amberboa lipii (L.) DC.

AML.

Almería, cruce de Tabernas.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32414

- Andryala agardhii Haenseler ex DC.

ANA-1.

Jaén, Sierra de Mágina, Cañada de las Cruces.

18-6-1983.

G. Blanca & al.

GDAC 16454.

ANA-2.

Granada, Sierra de Orce, Pico Enjambre.

3-6-1987.

G. Blanca & M. Cueto.

ALME 305.

ANA-3.

Almería, Sierra de María, Pico de María.

2-7-1987.

G. Blanca & M. Cueto.

ALME 903.

ANA-4.

Jaén, Sierra de Mágina, Pico Mágina.

16-6-1988.

G. Blanca.

GDAC 32437.

- Artemisia alba Turra var. nevadensis (Willk.) Molero Mesa y Martínez Parras

ARA.

Granada, Sierra Nevada, Las Sabinas.

28-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32427.

- Artemisia granatensis Boiss.

ARG.

Granada, Sierra Nevada, Mulhacén.

28-7-1987.

G. Blanca.

No se recolectó pliego por ser planta en peligro de extinción.

- Atractylis cancellata L.

ATC.

Almería, Cabo de Gata.

16-4-1987.

A. T. Romero & P. Sánchez.

GDAC 32424.

- Atractylis tutinii Franco

ATT.

Almería, Cabo de Gata.

15-6-1988.

J. Guirado.

ALME s/r.

- Carduncellus cuatrecasasii G. López

CAC.

Jaén, Torredelcampo.

7-5-1988.

G. Blanca.

GDAC 28078.

- Carduus carlinoides Gouan subsp. hispanicus (Kazmi) Franco

CAH.

Granada, Sierra Nevada, Barranco de San Juan.

19-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32434.

- Carduus platypus Lange subsp. granatensis (Willk.) Nyman

CAG.

Granada, Sierra Nevada, Trevenque, La Cortichuela.

27-5-1987.

G. Blanca.

GDAC 32422.

- Centaurea granatensis Boiss. in DC.

CEG-1.

Granada, Sierra Nevada, Trevenque, Puente de los 7 ojos.

27-5-1987.

G. Blanca.

GDAC 32421.

CEG-2.

Granada, Sierra de Orce, Barranco del Yunco.

1-6-1987.

G. Blanca & M. Cueto.

ALME 67.

CEG-3.

Jaén, Sierra de Mágina, Pico Mágina, vert. sur.

16-6-1988.

G. Blanca.

GDAC 32429.

- Centaurea haenseleri (Boiss.) Boiss.

CEH.

Málaga, Sierra Bermeja.

7-6-1978.

J. Varo & al.

GDAC 5282.

- Centaurea lainzii Fdez. Casas

CEL.

Málaga, Sierra Bermeja.

7-6-1978.

J. Varo & al.

GDAC 5276.

- Centaurea mariana Nyman

CEM.

Almería, Sierra de María, Barranco de Molina, vert. sur.

4-6-1987.

G. Blanca & M. Cueto.

ALME 234.

- Centaurea nevadensis Boiss. & Reuter

CEN.

Granada, Huétor Santillán.

3-7-1980.

J. M. Martínez Parras.

GDA 13831.

- Centaurea prolongi Boiss. in DC.

CEP-1.

Málaga, Sierra de Enmedio, entre Cómpeta y Frigiliana.

4-6-1979.

G. Blanca.

GDAC 5655.

CEP-2.

Granada, Sierra de Tejeda, subiendo a La Maroma.

12-7-1981.

M. C. Quesada & al.

GDAC 16612.

- Cirsium rosulatum Talavera & Valdés

CIR.

Jaén, Sierra de las Villas.

14-7-1988.

G. Blanca.

GDAC 28077.

- Crepis granatensis (Willk.) Blanca & Cueto

CGR-1.

Jaén, Sierra de Mágina, Cerro Cárceles.

13-8-1981.

G. Blanca & F. Valle.

GDAC 13652.

CRG-2.

Granada, Sierra de la Sagra, vert. norte.

18-7-1983.

M. Cueto & G. Blanca.

GDAC 15364.

CRG-3.

Jaén, Sierra de Mágina, Cerro Cárceles, vert. norte.

17-6-1988.

G. Blanca.

Pliego no recolectado por ser planta protegida.

- Crepis oporinoides Boiss. ex Froelich

CRO.

Granada, Sierra Nevada, Mulhacén.

28-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32415.

- Cyanopsis muricata (L.) Dostál

CYM.

Granada, Almuñécar.

28-5-1982.

J. Hurtado.

GDAC 15896.

- Cynara baetica (Sprengel) Pau

CYB.

Granada, Sierra Nevada, El Purche.

28-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 20582.

- Erigeron frigidus Boiss. in DC.

ERF-1.

Granada, Sierra Nevada, Pico del Veleta.

8-7-1971.

C. Morales.

GDAC 2149.

ERF-2.

Granada, Sierra Nevada, Pico del Veleta.

20-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32425.

- Erigeron major (Boiss.) Vierh.

ERM.

Granada, Sierra Nevada, Virgen de las Nieves.

19-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32433.

- Ifloga spicata (Forskål) Schultz Bip.

IFS.

Almería, central solar de Tabernas.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32436.

- Jurinea fontqueri Cuatrec.

JUF.

Jaén, Sierra de Mágina, Pico Cárceles, vert. norte.

17-6-1988.

G. Blanca.

GDAC 32417.

- Lactuca perennis L. subsp. granatensis Charpin & Fernández Casas

LAP.

Granada, Sierra de Baza, La Rapa.

1-7-1983.

M. Cueto.

GDAC 14848.

- Lasiopogon muscoides (Desf.) DC.

LAM.

Granada, prox. minas de Alquife.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32435

- Launaea arborescens (Batt.) Murb.

LAA-1.

Almería, cruce de Tabernas.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32441.

LAA-2.

Almería, Rambla de Carboneras.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32439.

LAA-3.

Almería, prox. Tabernas.

15-12-1977.

J. Varo & al.

GDAC 4283.

- Launaea lanifera Pau

LAL-1.

Almería, cruce de Tabernas.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32430.

LAL-2.

Almería, Rambla de Carboneras.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32412.

- Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.

LAN-1.

Almería, Mini-Hollywood.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32413.

LAN-2.

Almería, Salinas del Cabo de Gata.

20-3-1987.

G. Blanca & al.

GDAC 32411.

- Leontodon boryi Boiss. in DC.

LEB.

Granada, Sierra Nevada, Virgen de las Nieves.

20-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32420.

- Leontodon microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss.

LEM-1.

Granada, Sierra Nevada, subiendo al Caballo.

14-6-1983.

M. Cueto.

GDAC 15162.

LEM-2.

Granada, Sierra Nevada, Veleta.

20-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32426.

- Leucanthemopsis pectinata (L.) G. López & Ch. E. Jarvis

LEP.

Granada, Sierra Nevada, Veleta.

20-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32409.

- Leucanthemum arundanum (Boiss.) Cuatrec.

LEA.

Jaén, Sierra de Mágina, Cerro Cárceles, vert. norte.

17-6-1988.

G. Blanca.

GDAC 32416

- Leysera leyseroides (Desf.) Maire

LEL.

Almería, Tabernas.

2-6-1980.

G. Blanca & J. L. Rosúa.

GDAC 11483.

- Ptilostemon hispanicus (Lam.) W. Greuter

PTH.

Granada, Sierra Nevada, Trevenque.

9-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32431.

- Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer

ROG-1.

Granada, Sierra Nevada, Trevenque.

23-5-1987.

G. Blanca.

GDAC 32428.

ROG-2.

Granada, Sierra de la Peza, Barranco de la Venta.

19-6-1985.

F. Gutiérrez & J. F. Mota.

GDAC 23984.

- Santolina elegans Boiss. in DC.

SAE.

Granada, Sierra Nevada, Trevenque.

23-5-1987.

G. Blanca.

GDAC 32410.

- Santolina viscosa Lag.

SAV.

Almería, Sorbas, Venta de los Yesos.

29-3-1983.

J. Guirado.

GDAC 15675.

- Scorzonera albicans Cosson

SAL-1.

Jaén, Sierra de Segura.

8-7-1982.

C. Díaz de la Guardia & al.

GDAC 16878.

SAL-2.

Granada, Sierra de la Cabrilla.

16-7-1983.

F. Valle & G. Blanca.

GDAC 16872.

SAL-3.

Jaén, Sierra de Cazorla, pico Cabañas.

9-7-1980.

G. Blanca & F. Valle.

GDAC 16877.

- Scorzonera reverchonii Debeaux ex Herbier

SRE-1.

Jaén, Sierra de Cazorla, prox. Mogón.

7-7-1982.

G. Blanca & al.

GDAC 16896.

SRE-2.

Jaén, Sierra de Cazorla, Las Herrerías.

9-7-1983.

G. Blanca & al.

GDAC 16897

SRE-3.

Albacete, entre Alcaraz y Elche.

10-7-1982.

C. Díaz de la Guardia & al.

GDAC 16898.

- Senecio boissieri DC.

SEB.

Granada, Sierra Nevada, prox. Chorrillo.

15-7-1984.

A. Ortega & al.

GDAC 20598.

- Senecio elodes Boiss in DC.

SEE.

Granada, Sierra Nevada, carril de Capileira al Mulhacén.

4-8-1984.

G. Blanca & M. C. Quesada.

GDAC 20608.

- Senecio eriopus Willk.

SER.

Granada, Sierra de Mecina, Pico de la Sierra.

10-6-1980.

J. Molero Mesa.

GDAC 9088.

- Senecio flavus (Decne) Schultz Bip.

SEF.

Almería, Barranco de la Sierra de Alhamilla, vert. suroeste.

21-2-1988.

G. Blanca.

GDAC 32423.

- Senecio malacitamus Huter

SEM.

Granada, Sierra de Castril, carril que sube al Cortijo de los Hoyos.

8-8-1984.

M. C. Quesada & al.

GDAC 20653.

- Senecio nevadensis Boiss. & Reuter

SEN-1.

Granada, Sierra Nevada, entre el Veleta y la Laguna de la Caldera.

27-8-1984.

G. Blanca.

GDAC 20603.

SEN-2.

Granada, Sierra Nevada, Crestones de Río Seco.

20-7-1987.

G. Blanca.

Pliego no recolectado por ser planta protegida.

- Senecio quinqueradiatus Boiss. in DC.

SEQ-1.

Granada, Sierra Nevada, Dornajo.

21-8-1984.

M. C. Quesada & P. Sánchez.

GDAC 20605.

SEQ-2.

Granada, Sierra Nevada, Dornajo.

12-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32418.

- Senecio pyrenaicus Loefl. subsp. granatensis (Boiss. in DC.) Rivas Martínez

SEP-1.

Granada, Sierra Nevada, entre el Veleta y la Laguna de la Caldera.

27-8-1984.

A. Ortega & al.

GDAC 20626

SEP-2.

Granada, Sierra Nevada, Laguna de la Caldera.

28-7-1987.

G. Blanca.

GDAC 32419.

RESULTADOS

Las especies estudiadas se incluyen en las tribus Astereae, Inuleae, Anthemideae y Senecioneae, (subfamilia Asteroideae), y Carlineae, Cardueae y Lactuceae (subfamilia Lactucoideae).

Dentro de cada tribu, y en base a las medidas de los parámetros a MO, las observaciones de la ornamentación a MEB y el análisis de la estructura de la ectexina junto con el de las características de la endexina e intina a MET, se han definido una serie de tipos polínicos que se describen a continuación.

Junto a cada especie se reseñan su distribución y período de floración.

I. SUBFAMILIA ASTEROIDEAE.

I.1. TRIBU ASTEREAE.

Especies estudiadas:

- Erigeron frigidus Boiss. in DC.

Distribución: Altas cumbres nevadenses (Granada). Subsector Nevadense.
Floración: Junio-Julio.

- E. major (Boiss.) Vierh.

Distribución: Distintas montañas de Andalucía oriental

(Sierra Nevada, Baza, Gádor, etc).
Floración: Junio-Agosto.

TIPO ERIGERON

FIGURA 6. E. frigidus Boiss. in DC. (D,F,G,H,I), E. major (Boiss.) Vierh. (A,B,C,E).

TABLA I.

Isopolar, equinado, 3(-4) zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana subcircular o ligeramente elíptico, en visión polar circular-lobado (cuadrangular-lobados los 4-zonocolporados); oblato-esferoidal o prolato, de tamaño mediano.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal; endoapertura de tipo poro circular o lalongado, a veces difícil de apreciar; mesoapertura no observable.

Espinas más largas que anchas, con ápice puntiagudo no perforado y base ancha con perforaciones de mayor tamaño que las del resto del téctum.

Con el MET se observa un téctum externo delgado y perforado; espinas con punta no o débilmente cavernosa; columelas de morfología irregular, bajo las espinas más largas y espaciadas; base-columelar discontínua engrosada bajo las espinas, cavernosa, separada de la base por una cávea estrecha y casi contínua; a veces se establecen uniones entre estos dos últimos estratos debido a la irregularidad de las superficies adyacentes, semejando cortas columelas (fig. 6, I, flechas).

Sexina con forámenes internos (excepto en la punta de las espinas), por lo que se trata de un polen básicamente tipo "Heliantoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966). Endexina lamelar de c. 0.3 µm, 3-4 veces más gruesa que la base, con superficie inferior a menudo irregular y presentando digitaciones en la intina. Intina muy delgada, aunque está fuertemente engrosada en las aperturas.

Cerca de las aperturas la endexina y la base aumentan de grosor, a la vez que desaparecen las cáveas, por lo que dichas capas están en continuidad con la sexina, asegurando la cohesión de la exina.

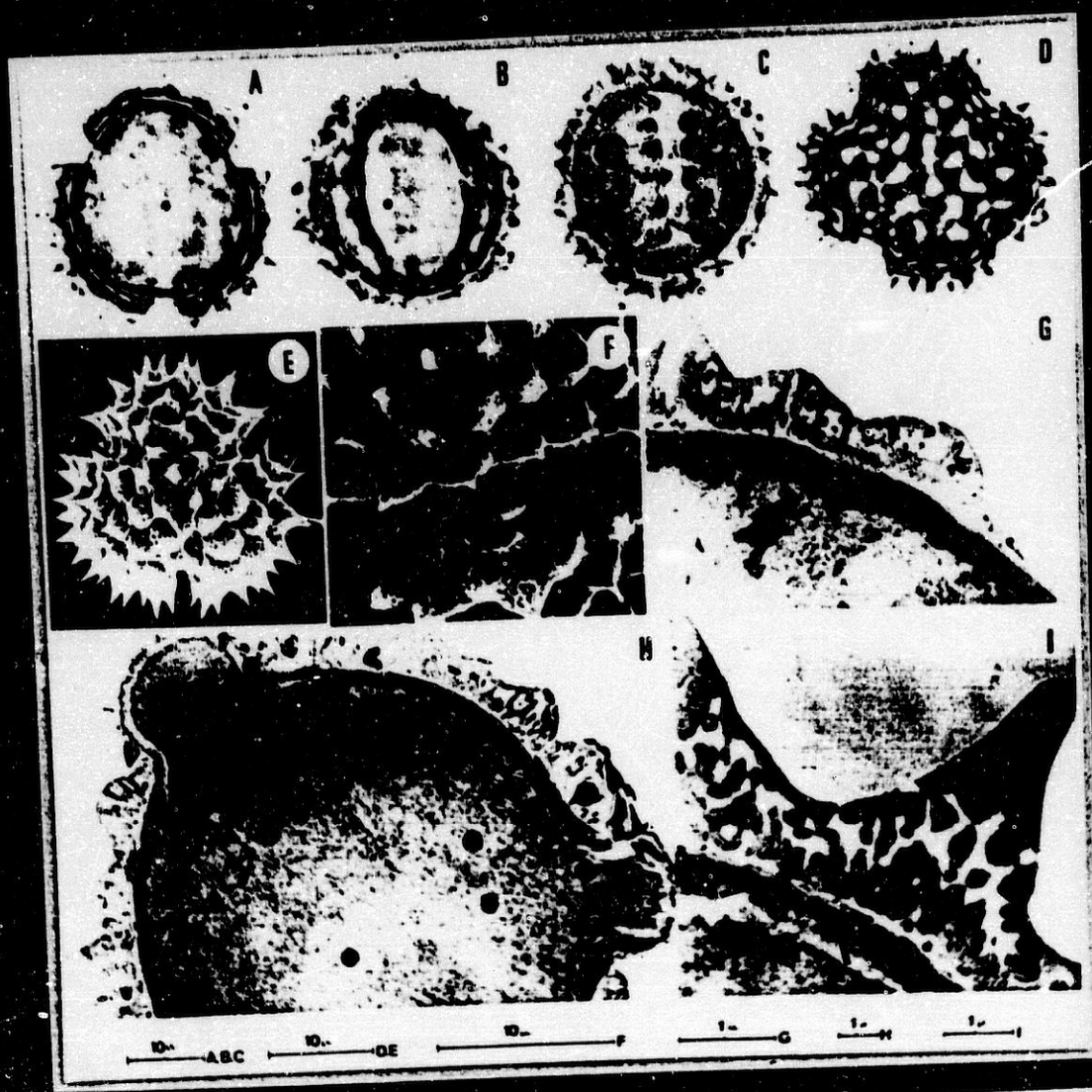


FIGURA 6. E. frigidus Boiss. in DC. (D,F,G,H,I), E. major (Boiss.) Vierh. (A,B,C,E). A,B,C,D a MO; E,F a MEB; G,H,I a MET.

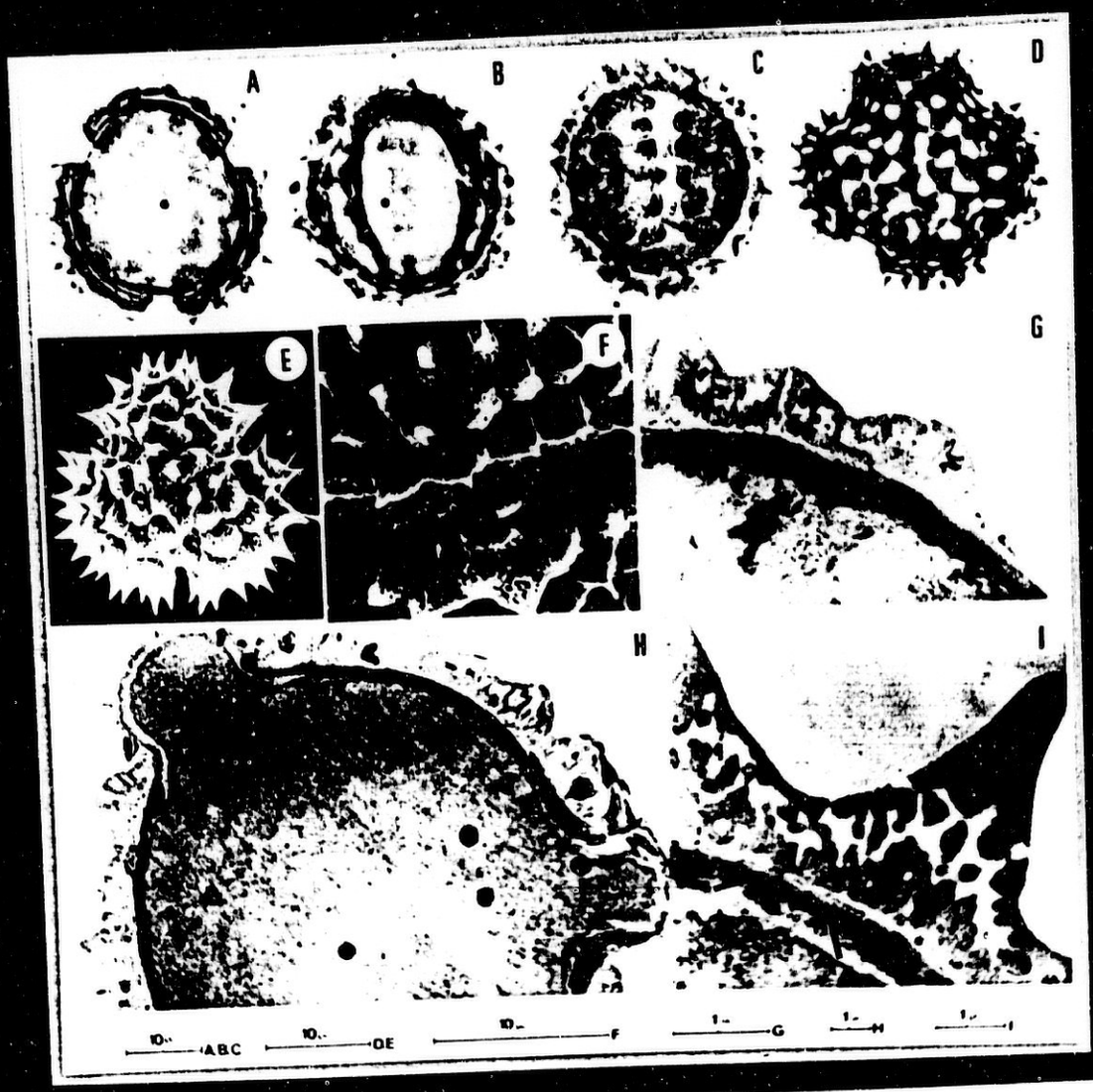


FIGURA 6. E. frigidus Boiss. in DC. (D,F,G,H,I), E. major (Boiss.) Vierh. (A,B,C,E). A,B,C,D a MO; E,F a MEB; G,H,I a MET.

TABLA I

	P	E	P/E	M	A
Erigeron frigidus ERF-1	20-24 (21.8±1.5)	21-25 (23.0±1.4)	0.95	10-14 (11.7±1.2)	8-9 (9.0±0.9)
Erigeron frigidus ERF-2	22-23 (22.5±0.8)	22-25 (23.0±1.5)	0.98	13-14 (13.2±0.5)	10-12 (10.4±2.6)
Erigeron major ERM	20-24 (22.5±1.3)	21-25 (22.3±1.5)	1.37	9-12 (10.5±1.2)	7-10 (9.2±1.3)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
14-18 (15.7±1.3)	2-4 (2.9±1.0)	-	-	1.6-2 (1.8±0.3)	1.6-2.4 (2.0±0.3)
14	1.2	2.4 (2.4±0.0)	5-6 (5.2±0.7)	2-3 (2.7±0.5)	2.4 (2.4±0.5)
14-18 (17.0±1.6)	1-2 (1.5±0.7)	2-3 (2.3±0.7)	2-3 (2.0±0.7)	2-5 (3.5±0.5)	2-3 (2.6±0.5)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
3:1	3:1	2-3 (2.7±0.4)	3-7 (4.5±0.7)
3:1	3:1	2 (2.0±0.0)	5 (5.0±0.0)
1.5:1	1.5:1	2-2.5 (2.2±0.5)	3-5 (4.1±0.7)

I.2 TRIBU INULEAE.

Especies estudiadas:

- Ifloga spicata (Forskål) Schultz Bip. in Webb & Berth.

Distribución: Norte de Africa, suroeste de Asia, sureste de la Península Ibérica.
Floración: Marzo-Noviembre.

- Lasiopogon muscoides (Desf.) DC.

Distribución: Norte de Africa, suroeste de Asia, centro y sureste de la Península Ibérica.
Floración: Febrero-Mayo.

- Leysera leyseroides (Desf.) Maire

Distribución: Norte de Africa, suroeste de Asia y sureste de la Península Ibérica.
Floración: Febrero-Junio.

TIPO IFLOGA

FIGURA 7. Ifloga spicata (Forskål) Schult Bip. in Webb & Berth. (A,I), Lasiopogon muscoides (Desf.) DC. (B,C,D,E,F,G,K), Leysera leyseroides (Desf.) Maire (H,J).

TABLA II.

Isopolar, equinado, 3(-4)-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana subcircular, en visión polar circular-lobado; oblato-esferoidal o esferoidal, de tamaño menor a mediano.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal a terminal; endoapertura de tipo poro circular o lolongado, raras veces lalongado; mesoapertura no observable.

Espinas más largas que anchas, con ápice agudo, perforadas en la base.

Con el MET se observa la sexina con forámenes internos (excepto en la punta de las espinas), por lo que pertenece al tipo "Heliantoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966). Dicha capa está constituída por tres estratos bien delimitados:

- Téctum externo delgado y perforado, con espinas de

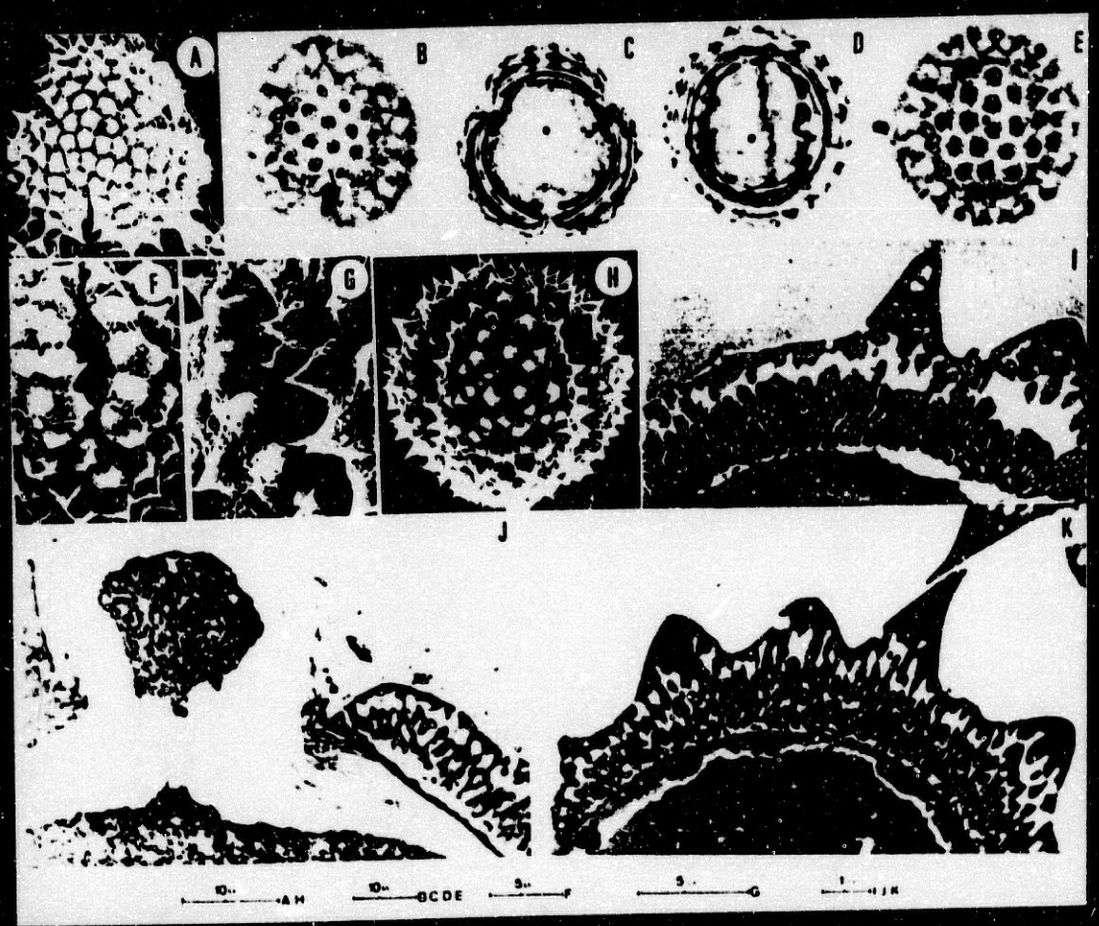


FIGURA 7. Ifloga spicata (Forskål) Schult Bip. in Webb & Berth. (A,I), Lasiopogon muscoides (Desf.) DC. (B,C,D,E,F,G,K), Leysera leyseroides (Desf.) Maire (H,J). A,F,G,H a MEB; B-E a MO; I-K a MET.

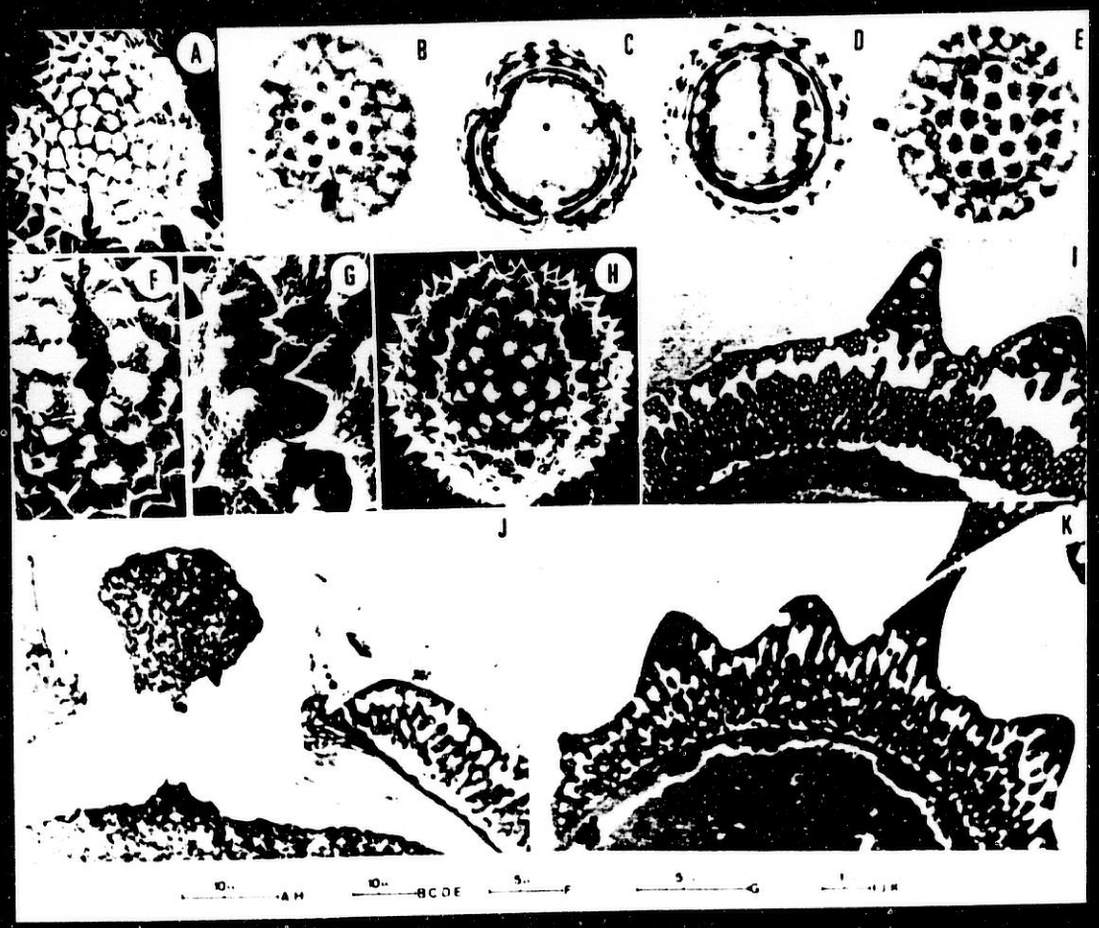


FIGURA 7. Ifloga spicata (Forskål) Schult Bip. in Webb & Berth. (A,I), Lasiopogon muscoides (Desf.) DC. (B,C,D,E,F,G,K), Leysera leyseroides (Desf.) Maire (H,J). A,F,G,H a MEB; B-E a MO; I-K a MET.

TABLA II

	P	E	P/E	M	A
Ifloga spicata IFS	22-26 (23.4±1.3)	23-26 (23.5±1.1)	1.00	12-14 (12.2±0.8)	9-11 (10.2±1.2)
Lasiopogon muscoides LAM	18-21 (19.3±1.1)	19-22 (20.3±1.1)	0.95	10-12 (10.6±1.0)	10-11 (10.9±0.5)
Leysera leyseroides LEL	26-30 (27.0±2.0)	25-29 (27.0±1.6)	1.00	16-18 (16.6±1.2)	11-14 (11.9±1.2)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
14 (14.0±0.0)	1-2 (1.2±0.5)	3-4 (3.8±0.4)	3 (3.0±0.0)	3-4 (3.2±0.4)	2 (2.0±0.0)
11 (11.0±0.0)	1-2 (1.4±0.6)	3 (3.0±0.0)	2 (2.0±0.0)	2-3 (2.8±0.5)	2-3 (2.8±0.5)
18-20 (18.6±1.5)	2-3 (2.4±1.0)	2-4 (3.2±1.7)	2-4 (3.0±1.5)	4 (4.0±0.0)	3 (3.2±0.0)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
2:1	2:1	1 (1.0±0.0)	2 (2.0±0.0)
3:1	3:1	1-2 (1.4±0.3)	1.6-2.4 (2.0±0.6)
4:1	3:1	1-2 (1.4±0.2)	4-6 (4.7±0.7)

ápice a menudo cavernoso (fig. 7, I).

- Estrato columelar; las columelas son de morfología bastante irregular, alargadas bajo las espinas, a veces ausentes en ciertas áreas formándose cáveas tectales (Ifloga spicata, fig. 7, I).

- Estrato cavernoso inferior, de espesor bastante considerable, no engrosado bajo las espinas; en ocasiones constituye un estrato casi compacto, ligeramente cavernoso (Ifloga spicata, fig. 7, I), mientras que en otras tiende a presentar en su interior un segundo estrato de columelas bastante irregulares, separado del anterior por un téctum interno (Lasiopogon muscoides, fig. 7, K).

La base no presenta forámenes internos y está constituída por dos estratos delgados separados por una cávea más o menos contínua, el superior adherido a la sexina y el inferior adyacente a la endexina, conectados por numerosos puentes que asemejan cortas columelas. En algunos casos la parte superior de la base desaparece y los puentes de conexión son menos frecuentes, dejando una cávea más o menos contínua (Leysera leyseroides, fig. 7, J).

Cerca de las aperturas se observa el brusco adelgazamiento de la sexina hasta quedar interrumpida (colpo), la fibrilación de la base (mesocolpia difusa) y el aumento de grosor de la endexina y su prolongación hacia el exterior (endoapertura) (fig. 7, J).

I.3. TRIBU ANTHEMIDEAE

Especies estudiadas:

- Artemisia alba Turra var. nevadensis (Willk.) Molero Mesa & Martínez Parras.

Distribución: Sierra Nevada y Sierra de Baza (Granada).
Floración: Julio-Septiembre.

- Artemisia granatensis Boiss.

Distribución: Muy localizada en Sierra Nevada (Granada y Almería). Subsector Nevadense.
Floración:Julio-Septiembre.

- Leucanthemopsis pectinata (L.) G. López & Ch. E. Jarvis

Distribución: Frecuente y extendida por las altas

cumbres de Sierra Nevada (Granada y Almería). Subsector Nevadense.
Floración: Julio-Agosto.

- Leucanthemum arundanum (Boiss.) Cuatrec.

Distribución: Montañas calizas del sur y sureste de la Península Ibérica.
Floración: Junio-Agosto.

- Santolina elegans Boiss. in DC.

Distribución: Localidades disyuntas en Granada (Trevenque), Jaén (Sierra de Segura) y Albacete (Sierra de Alcaraz). Subsectores Alfacarino-granatense, Cazorlense y Alcaracense.
Floración: Mayo-Julio.

- Santolina viscosa Lag.

Distribución: Relativamente extendida en algunas localidades de las provincias de Almería y Murcia. Provincia Murciano-Almeriense.
Floración: Mayo-Julio.

TIPO ANTHEMIS

FIGURA 8. Santolina viscosa Lag. (A,C,D,F), Santolina elegans Boiss. in DC. (B,E,I), Leucanthemopsis pectinata (L.) G. López & Ch. Jarvis (J,K), Leucanthemum arundanum (Boiss.) Cuatrec. (G,H).

TABLA III.

Isopolar, equinado, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana circular o subcircular, en visión polar circular-lobado; esferoidal u oblato-esferoidal, de tamaño menor a mediano.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal, a veces rodeado por una zona sin espinas y apenas ornamentada; endoapertura de tipo poro lalongado o lolongado; mesoapertura no observable.

Sexina engrosada en el centro de la mesocolpia y ligeramente adelgazada en los polos. No se presentan cáveas (tipo polínico básicamente "Anthemoideo", SKVARLA & TURNER, 1966).

En corte óptico polar, a nivel de la endoapertura se

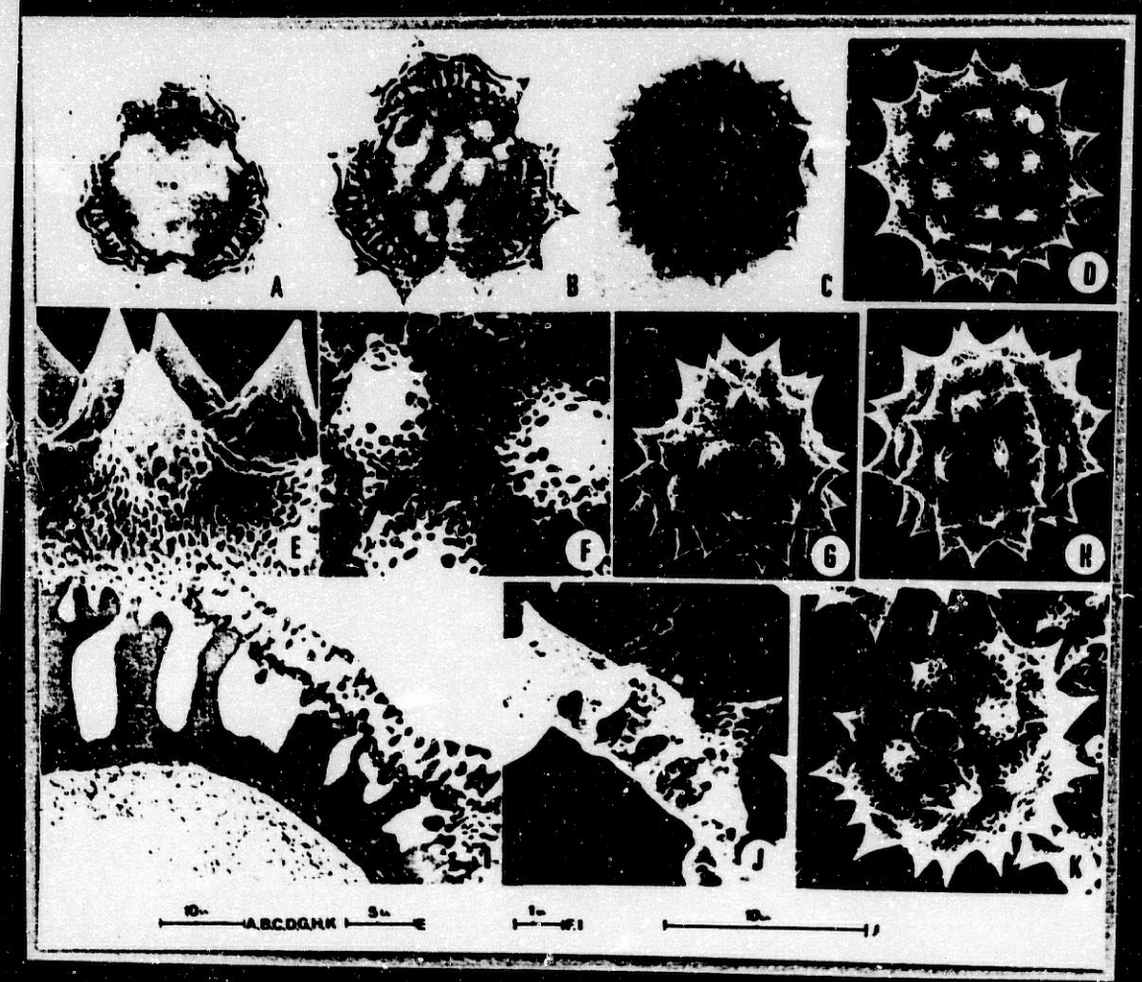


FIGURA 8. Santolina viscosa Lag. (A,C,D,F), Santolina elegans Boiss. in DC. (B,E,I), Leucanthemopsis pectinata (L.) G. López & Ch. Jarvis (J,K), Leucanthemum arundanum (Boiss.) Cuatrec. (G,H). A-C a MO; D-H,J,K a MEB; I a MET.

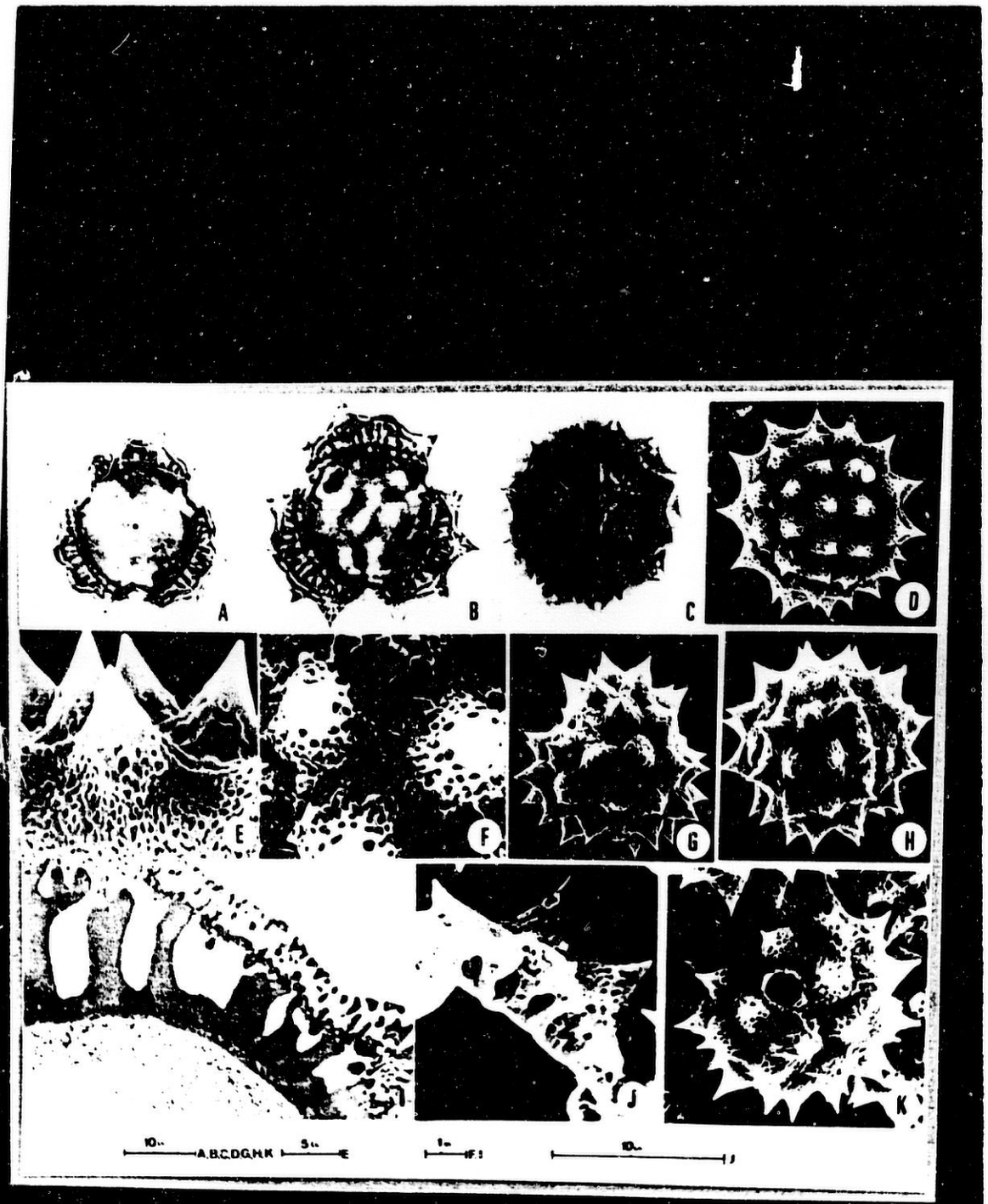


FIGURA 8. Santolina viscosa Lag. (A,C,D,F), Santolina elegans Boiss. in DC. (B,E,I), Leucanthemopsis pectinata (L.) G. López & Ch. Jarvis (J,K), Leucanthemum arundanum (Boiss.) Cuatrec. (G,H). A-C a MO; D-H,J,K a MEB; I a MET.

TABLA III

	P	E	P/E	M	A
olina ans E	20-26 (22.5±1.9)	20-25 (23.1±1.4)	0.97	11-10 (10.2±0.4)	6-7 (6.9±0.3)
olina osa V	22-29 (24.5±2.3)	23-26 (24.4±0.8)	1.00	11-15 (12.7±1.3)	9-10 (9.0±0.7)
anthemopsis inata EP	23-27 (25.5±1.9)	21-29 (24.6±2.7)	1.00	10-14 (12.2±1.4)	9-12 (10.0±1.2)
anthemum ndanum EA	20-25 (22.0±1.5)	20-24 (22.0±1.3)	1.00	9-12 (9.8±1.0)	7-11 (9.7±1.2)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
15-20 (16.6±1.8)	1-3 (2.2±0.7)	5-6 (5.7±0.6)	2-3 (2.3±0.6)	6-8 (7.3±0.7)	6-7 (6.2±0.5)
14-18 (15.9±1.3)	1-2 (1.7±0.5)	7-8 (7.1±0.4)	4-5 (4.6±0.5)	6-8 (7.0±0.8)	4-7 (6.3±0.9)
12-19 (15.3±2.6)	1-5 (3.1±1.1)	1-2 (1.5±0.7)	1-2 (1.5±0.7)	7-9 (8.1±0.7)	5-7 (6.1±0.7)
13-15 (13.6±0.8)	1-2 (1.7±0.5)	3-5 (4.1±0.6)	7-9 (7.4±1.0)	6-9 (7.3±0.9)	6-7 (6.5±0.5)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
2:1	1.5:1	4-5 (3.6±0.5)	7-8 (7.5±0.5)
2:1	1.5:1	4 (4.0±0.0)	6-8 (6.7±0.8)
3:1	2:1	4-5 (4.8±0.4)	7-10 (8.2±0.9)
3:1	3:1	5 (5.0±0.0)	6-9 (7.1±0.9)

observa que la base y la endexina se separan; la primera se prolonga hacia la luz de la apertura, mientras que la segunda se invagina hacia el interior interrumpiéndose para formar la endoapertura. Si el corte óptico no es a nivel de la endoapertura se observa un esquema similar, pero la endexina, que también se invagina hacia el interior, permanece contínua (fig. 8, A).

Espinas con punta aguda no perforada, y base con grandes perforaciones, mayores que las del resto de téctum.

Con el MET se observa el téctum externo profusamente perforado, columelas tectales irregulares dando apariencia cavernosa y un sólo nivel de téctum interno; ésta última característica diferencia este tipo polínico de los demás que se presentan en las Anthemideae. Columelas gruesas y largas, de base ligeramente ensanchada y digitadas en el ápice, sobre todo las que se encuentran debajo de las espinas, que son también más largas; no presentan forámenes internos (SKVARLA & TURNER, 1966). Base contínua de c. 0.6 µm, el doble de gruesa que la endexina. Intina muy fina, fuertemente engrosada en las aperturas.

TIPO ARTEMISIA

FIGURA 9. Artemisia alba Turra var. nevadensis (Willk.) Molero Mesa & Martínez Parras (A,B,E,F,G), Artemisia granatensis Boiss. (C,D,H).

TABLA IV.

Isopolar, equinulado, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana circular-elíptico, en visión polar circular-lobado; esferoidal o prolato-esferoidal, de tamaño menor a mediano.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal o terminal; endoapertura de tipo poro lalongado, circular o lolongado; mesoapertura no observable.

Sexina considerablemente engrosada en la zona ecuatorial, sobre todo en el centro de las mesocolpias (fig. 9, D). No se presentan cáveas. Endexina ligeramente engrosada cerca de las endoaperturas.

Superficie externa con espínulas y nanoverrugas; espínulas de c. 0.5 µm, no estructuradas.

Con el MET se observa un téctum externo delgado, microperforado, y varios niveles de téctum internos (3-4) separados por columelas tectales muy cortas y, a menudo, difíciles de diferenciar; la presencia de varios niveles de

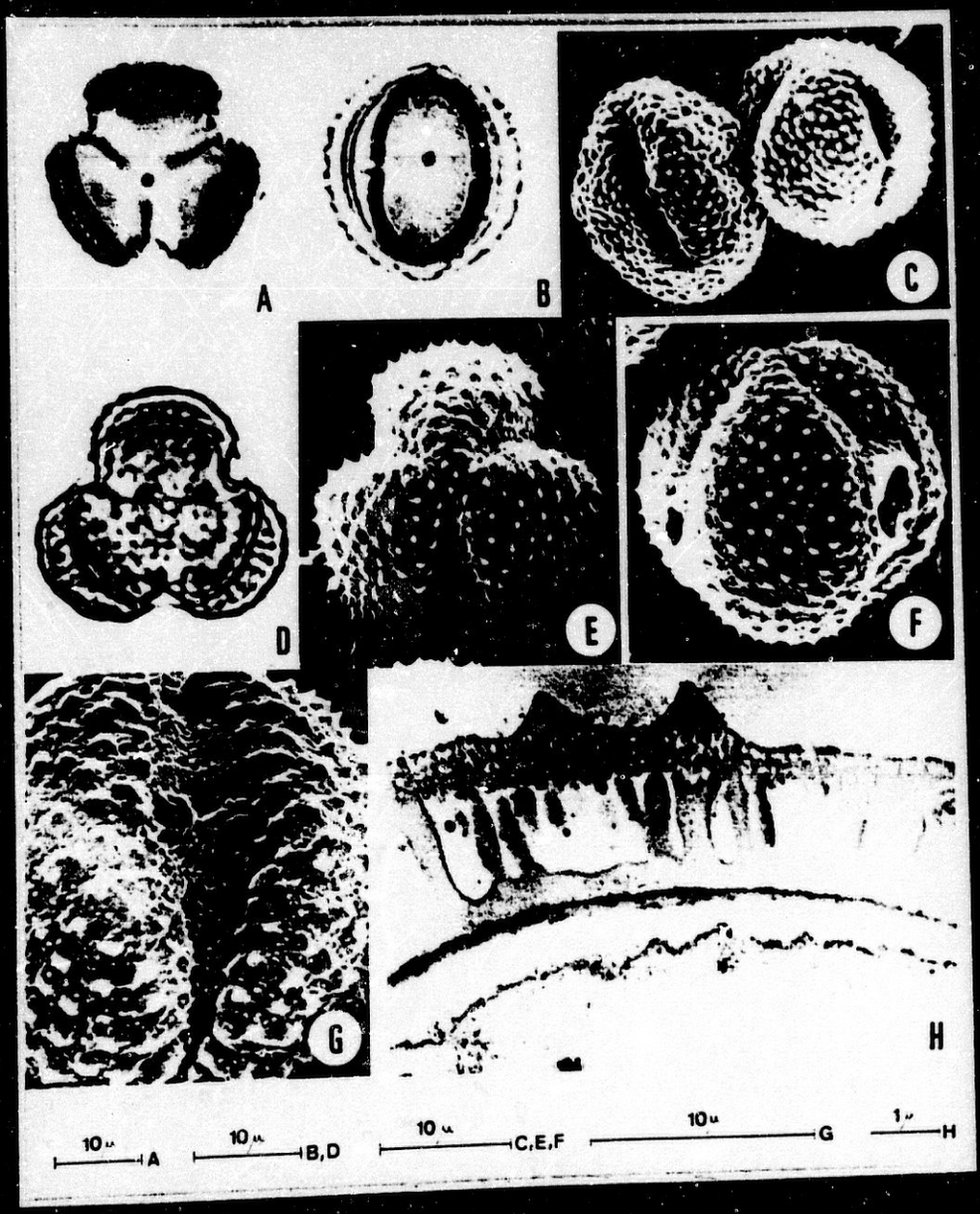


FIGURA 9. Artemisia alba Turra var. nevadensis (Willk.) Molero Mesa & Martínez Parras (A,B,E,F,G), Artemisia granatensis Boiss. (C,D,H). A,B,D a MO; C,E,F,G a MEB; H a MET.

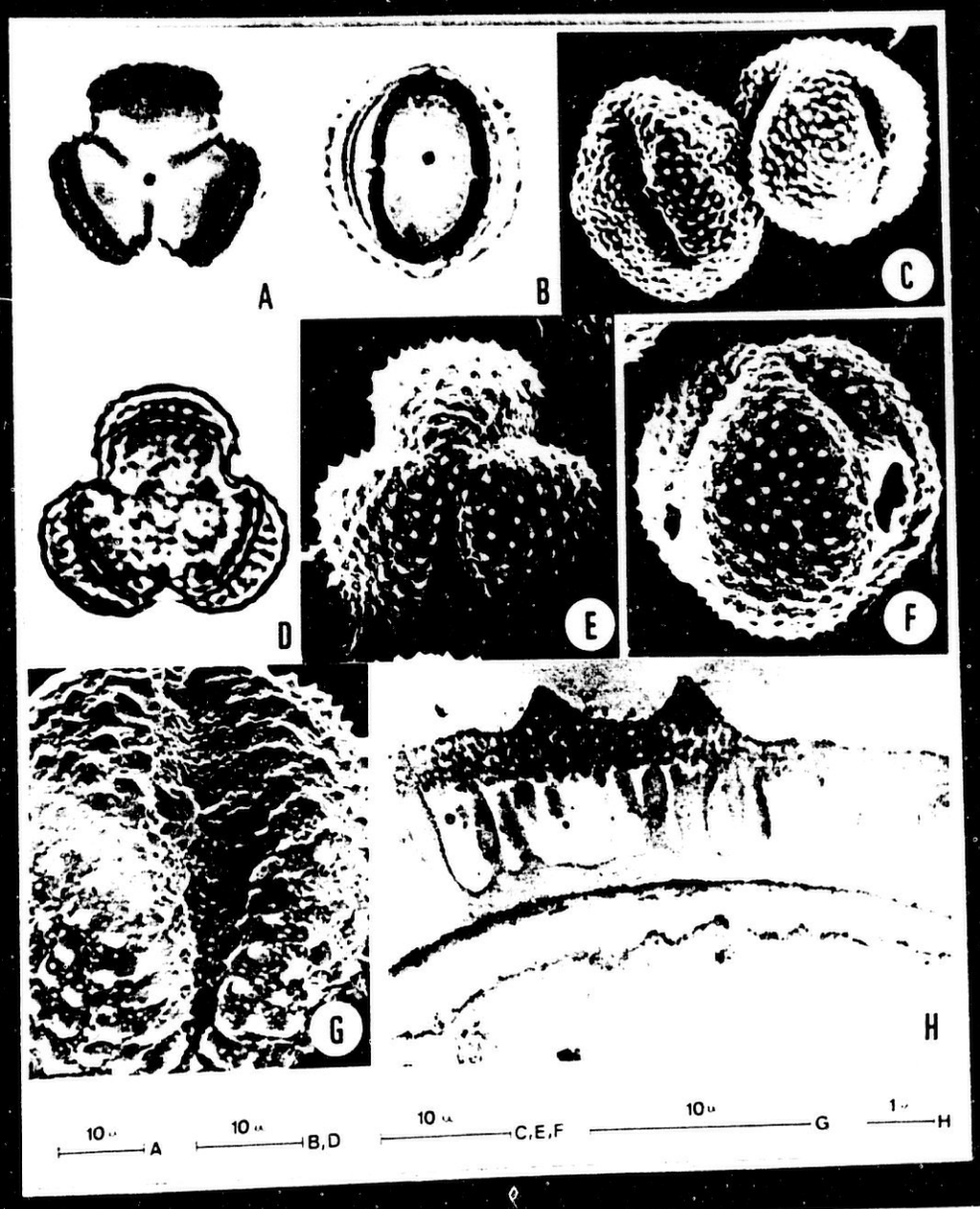


FIGURA 9. Artemisia alba Turra var. nevadensis (Willk.) Molero Mesa & Martínez Parras (A,B,E,F,G), Artemisia granatensis Boiss. (C,D,H). A,B,D a MO; C,E,F,G a MEB; H a MET.

TABLA IV

	P	E	P/E	M	A
Artemisia granatensis, ARG	18-20 (19.2±0.8)	17-22 (19.3±1.3)	1.0	8-11 (9.7±1.0)	4-7 (5.5±0.9)
Artemisia alba var. nevadensis ARA	22-28 (21.6±1.4)	23-29 (25.0±1.7)	1.0	11-13 (11.8±0.7)	4-6 (4.4±0.7)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.p	ex.e
12-16 (13.7±1.0)	3-5 (3.8±0.7)	1.5-3 (1.9±0.5)	2-3 (2.7±0.6)	3-5 (3.7±0.7)	2-4 (3.0±0.8)
12-20 (18.4±2.0)	2-5 (4.1±0.7)	1 (1.0±0.0)	4 (4.0±0.0)	4-6 (4.5±0.8)	2-4 (3.4±0.5)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
3:1	1.5:1	-	-
3:1	2:1	-	-

téctum internos, las espínulas y el menor tamaño diferencian el polen de Artemisia de la mayoría de los géneros de Anthemideae. Columelas gruesas y largas, generalmente adelgazadas en la base y digitadas en la punta, sin forámenes internos (en el sentido de SKVARLA & TURNER, 1966). Base contínua de c. 0.5 µm, 2 veces más gruesa que la endexina; la delgadez de esta última capa es característica de la tribu Anthemideae. Intina algo más delgada que la endexina, engrosada en las aperturas.

I.4. TRIBU SENECIONEAE

Especies estudiadas:

- Senecio boissieri DC.

Distribución: Sur de la Península Ibérica. Provincia Bética.
Floración: Junio-Julio.

- S. elodes Boiss. in DC.

Distribución: Sólo se conoce una única población en Sierra Nevada (Granada). Subsector Nevadense.
Floración: Junio-Agosto.

- S. eriopus Willk.

Distribución: Distintas sierras malagueñas (Sector Rondeño), alcanzando Granada (Provincia Bética) y Marruecos.
Floración: Junio.

- S. flavus (Decne) Schultz Bip. in Webb & Berth.

Distribución: Africa, suroeste de Asia y sureste de la Península Ibérica.
Floración: Febrero-Abril.

- S. malacitanus Huter

Distribución: Sur de la Península Ibérica e Islas Baleares.
Floración: Mayo-Noviembre.

- S. nevadensis Boiss. & Reuter

Distribución: Sierra Nevada . Subsector Nevadense.

Floración: Agosto-Septiembre.

- S. quinqueradiatus Boiss. in DC.

Distribución: Sierras Béticas calizas. Provincia Bética.
Floración: Junio-Julio.

- S. pyrenaicus Loefl. subsp. granatensis (Boiss. in DC.) Rivas Martínez.

Distribución: Sierra Nevada y Sierra Tejeda.
Floración: Julio-Agosto.

TIPO SENECIO

FIGURA 10. Senecio nevadensis Boiss. & Reuter (A,C,D,G,K,L), S. eriopus Willk. (J), S. flavus (Decne) Schultz Bip. in Webb & Berth. (E), S. pyrenaicus Loefl. subsp. granatensis (Boiss. in DC.) Rivas Martínez (B,F,H,I).

TABLA V.

Isopolar, equinado, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana circular a elíptico, en visión polar circular-lobado; oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, de tamaño mediano.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal; mesoapertura de tipo poro lolongado; endoapertura de tipo poro lalongado.

Espinas con perforaciones en la base mayores a las del resto del téctum y punta aguda no perforada.

Con el MET se observa un téctum externo delgado y profusamente perforado excepto en la punta de las espinas; columelas de morfología irregular, más largas y ramificadas bajo las espinas; base-columelar irregular, discontínua, sobre todo bajo las espinas, separada de la base por una cávea contínua (excepto cerca de las aperturas) que aumenta de tamaño bajo las espinas. La presencia de cáveas y la ausencia de forámenes internos caracterizan el polen tipo "Senecioideo" (SKVARLA & TURNER, 1966). Base delgada; endexina de c. o.4 µm, 3 veces más gruesa que la base, con la superficie inferior a menudo irregular y presentando digitaciones en la intina. Intina muy fina, aumentando considerablemente a nivel de las aperturas, donde también se observa cómo se adelgaza gradualmente la sexina (colpo) hasta quedar interrumpida, posteriormente lo hace la base (mesoapertura), mientras que la endexina se prolonga algo más hacia el exterior, aumenta en grosor y se interrumpe.

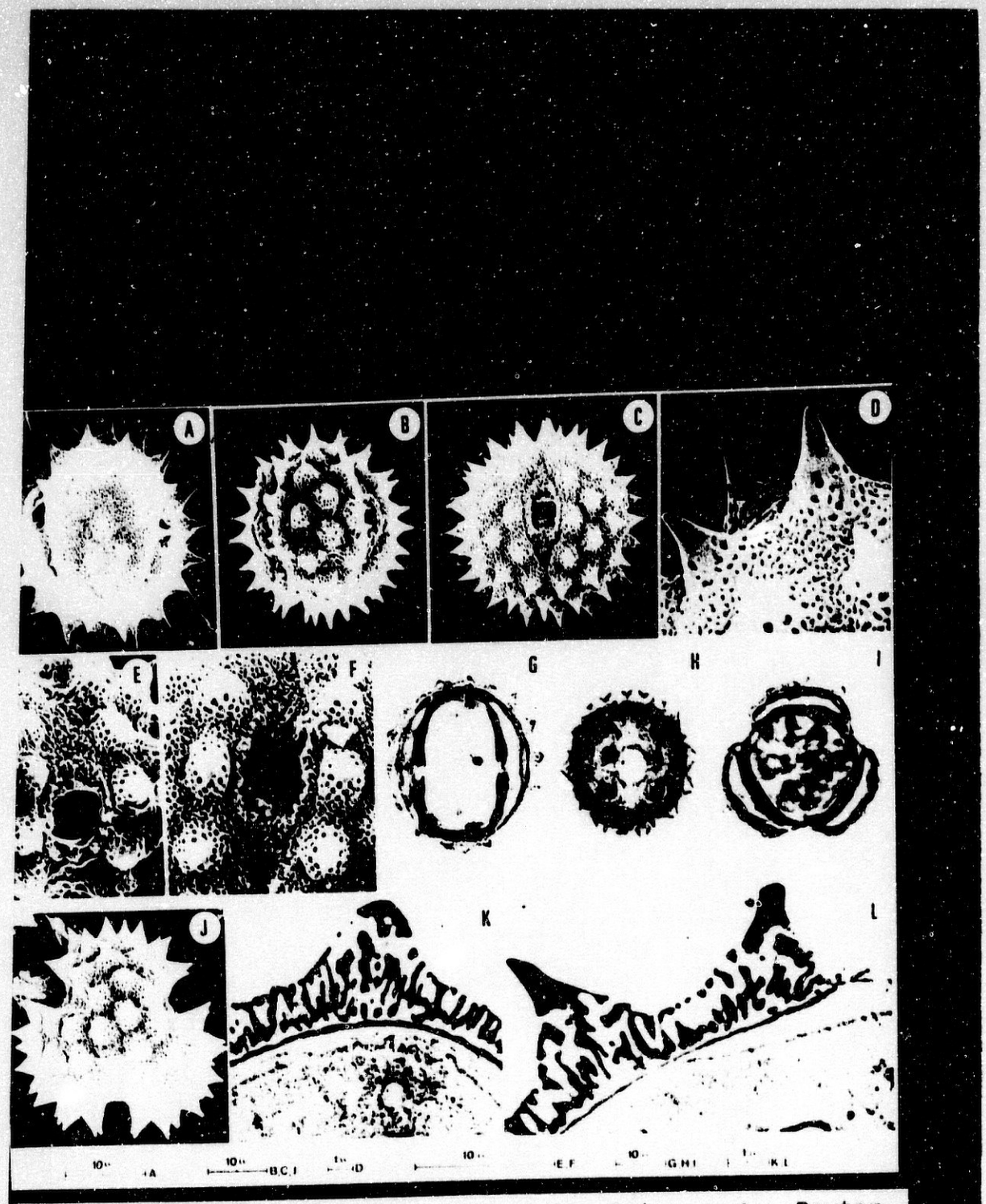


FIGURA 10. Senecio nevadensis Boiss. & Reuter (A,C,D,G,K,L), S. eriopus Willk. (J), S. flavus (Decne) Schultz Bip. in Webb & Berth. (E), S. pyrenaicus Loefl. subsp. granatensis (Boiss. in DC.) Rivas Martínez (B,F,H,I). A-F,J a MEB; G-I a MO; K,L a MET.

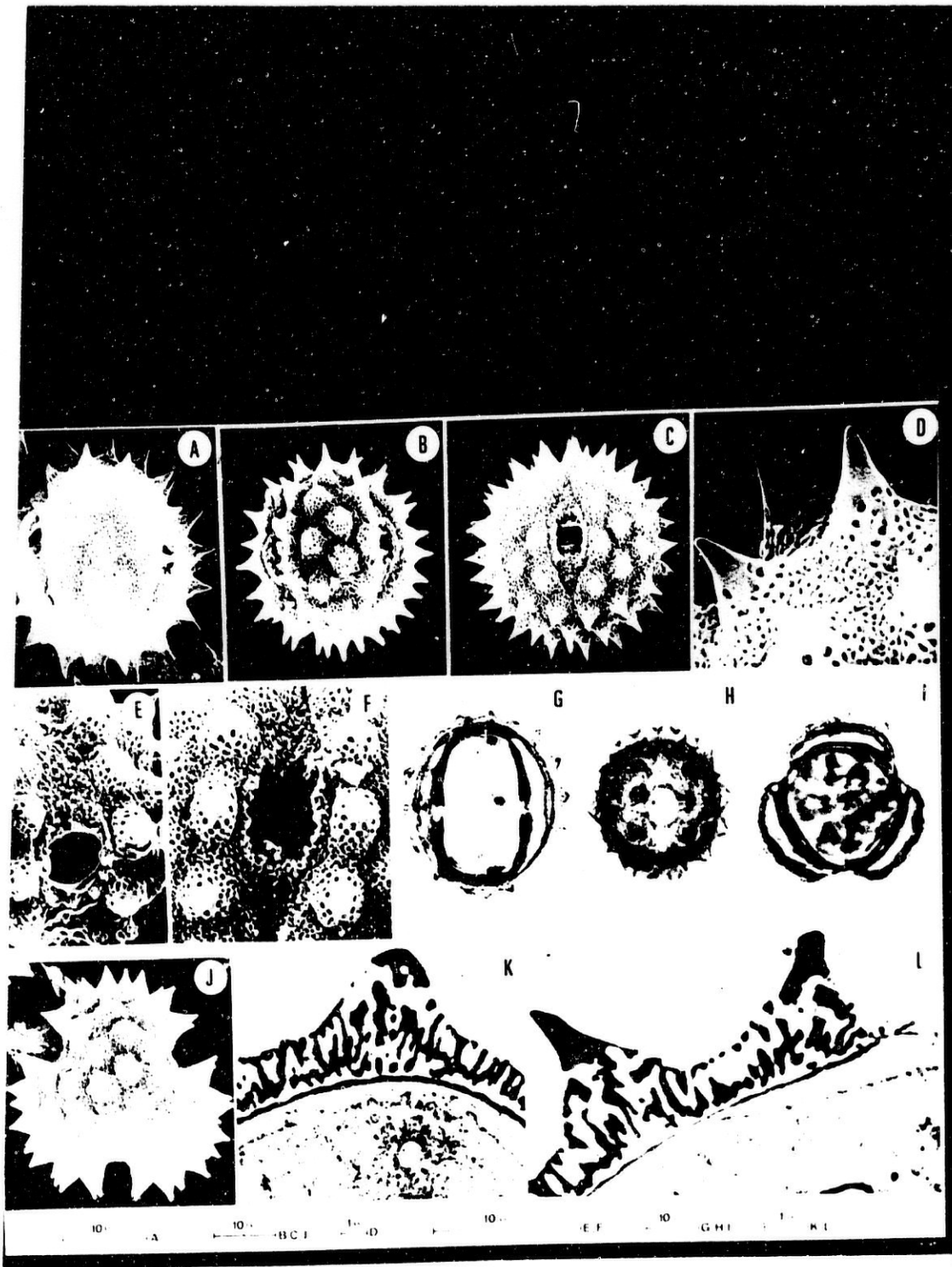


FIGURA 10. Senecio nevadensis Boiss. & Reuter (A,C,D,G,K,L), S. eriopus Willk. (J), S. flavus (Decne) Schultz Bip. in Webb & Berth. (E), S. pyrenaicus Loefl. subsp. granatensis (Boiss. in DC.) Rivas Martínez (B,F,H,I). A-F,J a MEB; G-I a MO; K,L a MET.

	P	E	P/E	M	A
Senecio boissieri SEB	35-39 (36.3±1.1)	36-40 (37.4±1.1)	0.97	16-20 (17.9±0.9)	9-14 (11.4±1.2)
Senecio elodes SEL	39-49 (43.4±2.1)	36-48 (42±3.0)	1.03	15-18 (15.7±0.9)	9-15 (12.5±1.3)
Senecio eriopus SER	36-43 (38.1±1.3)	35-43 (38.6±2.0)	1.00	19-21 (21.0±0.5)	13-18 (14.0±1.2)
Senecio flavus SEF	23-28 (24.6±1.2)	23-28 (24.4±1.2)	1.01	11-13 (12.1±0.5)	6-11 (7.9±1.2)
Senecio malacitanus SEM	43-49 (46.0±1.6)	36-49 (41.8±3.4)	1.10	19-24 (22.0±1.4)	8-18 (14.5±1.9)
Senecio nevadensis SEN-1	31-38 (34.6±1.8)	33-36 (35.1±1.0)	0.99	16-20 (17.9±0.7)	10-15 (11.6±1.2)
Senecio nevadensis SEN-2	28-33 (29.6±0.9)	28-35 (30.1±1.6)	1.10	15-18 (16.9±0.7)	9-11 (9.9±0.9)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-1	38-45 (40.4±1.9)	38-41 (38.6±0.9)	1.04	18-21 (18.9±1.1)	14-20 (17.0±1.6)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-2	31-39 (33.9±1.8)	30-43 (34.6±2.8)	0.98	16-20 (18.6±0.8)	13-15 (13.6±0.9)
Senecio quinqueradiatus SEQ-1	30-36 (32.6±1.6)	33-38 (35.0±1.6)	0.93	16-20 (17.6±1.0)	10-13 (11.6±0.6)
Senecio quinqueradiatus SEQ-2	30-35 (32.1±1.2)	30-43 (33.9±2.9)	0.95	15-21 (19.0±1.3)	8-11 (8.9±1.0)

	Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e
Senecio boissieri SEB	20-28 (22.8±1.8)	2-3 (1.8±0.5)	2.5-4 (2.6±0.2)	5-9 (6.9±1.1)	5-8 (6.0±0.6)
Senecio elodes SEE	19-31 (25.6±3.4)	1.3-2.5 (1.8±0.5)	-	-	4-6 (4.5±0.7)
Senecio eriopus SER	28-34 (31.1±2.0)	2.5-4 (3.6±0.3)	6-8 (6.8±0.5)	8-11 (8.9±0.7)	4 (4.0±0.0)
Senecio flavus SEF	15-19 (16.9±1.3)	1-3 (2.0±0.5)	4-8 (5.1±1.0)	3-5 (3.5±0.7)	4-8 (5.5±0.7)
Senecio malacitanus SEM	25-34 (28.0±2.4)	3-5 (2.9±0.7)	6 (6.0±0.0)	6 (6.0±0.0)	4 (4.0±0.0)
Senecio nevadensis SEN-1	20-25 (22.4±1.1)	1-4 (2.5±0.5)	-	-	2.5 (2.5±0.0)
Senecio nevadensis SEN-2	18-24 (21.6±1.7)	1-4 (2.8±0.7)	6-9 (7.6±0.7)	4-6 (4.8±0.7)	3-4 (3.5±0.4)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-1	20-25 (21.5±1.9)	3-5 (3.3±0.7)	-	-	5 (5.0±0.0)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-2	23-26 (24.5±1.0)	3-5 (3.3±0.6)	11-15 (13.3±1.2)	1-3 (2.1±0.4)	4-5 (4.1±0.5)
Senecio uinqueradiatus SEQ-1	24-28 (25.6±0.8)	1-4 (2.4±0.4)	6-10 (7.8±1.0)	4-8 (4.9±1.1)	2-6 (3.9±0.4)
Senecio uinqueradiatus SEQ-2	21-31 (26.5±2.7)	1-3 (1.8±0.5)	8-13 (9.3±1.0)	3-6 (4.6±0.9)	4-6 (4.9±0.5)

TABLA V (continuación)

	ex.p	sex/nex.e	sex/nex.p	Te
Senecio boissieri SEB	5-8 (5.4±0.6)	2:1	1.5:1	2.5-4 (3.1±0.5)
Senecio elodes SEE	4-5 (4.1±0.5)	2:1	2:1	5-6 (5.4±0.5)
Senecio eriopus SER	4-5 (4.3±0.4)	3:1	3:1	3.8-5 (4.0±0.4)
Senecio flavus SEF	5-8 (5.6±0.9)	2:1	2:1	3 (3.0±0.0)
Senecio malacitanus SEM	3-4 (3.2±0.4)	2:1	2:1	3-6 (4.4±0.7)
Senecio nevadensis SEN-1	2.5 (2.5±0.0)	2:1	2:1	2.5-4 (3.0±0.5)
Senecio nevadensis SEN-2	3-4 (3.1±0.5)	2:1	2:1	2.5 (2.5±0.0)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-1	2-4 (2.9±0.4)	3:1	3:1	3.5-5 (4.0±0.5)
Senecio pyrenaicus subsp. granatensis SEP-2	2.5-4 (4.0±0.7)	2:1	1:1	4-5 (4.4±0.5)
Senecio quinqueradiatus SEQ-1	2-4 (2.8±0.4)	3:1	2:1	2-3 (2.4±0.2)
Senecio quinqueradiatus SEQ-2	3-4 (3.3±0.4)	2:1	2:1	2.5-4 (3.0±0.5)

TABLA V (continuación)

	De	Lm	Am
Senecio boissieri SEB	6-9 (6.6±0.6)	-	-
Senecio elodes SEE	6-9 (7.3±0.7)	-	-
Senecio eriopus SER	6-9 (7.4±0.9)	-	-
Senecio flavus SEF	5-6 (5.6±0.5)	-	-
Senecio malacitanus SEM	8-15 (10.1±1.8)	-	-
Senecio nevadensis SEN-1	6-9 (7.0±0.6)	-	-
Senecio nevadenis SEN-2	5-8 (6.3±0.7)	-	-
Senecio pyrenaicus subsp. nevadensis SEP-1	6-12 (4.8±0.6)	-	-
Senecio pyrenaicus subsp. nevadensis SEP-2	8-10 (9.0±0.7)	5-8 (6.1±0.6)	8-10 (9.0±0.6)
Senecio quinqueradiatus SEQ-1	4-6 (5.6±0.7)	3-4 (3.2±0.4)	9-15 (11.4±1.6)
Senecio quinqueradiatus SEQ-2	5-8 (6.0±0.6)	1.5	16.5

II. SUBFAMILIA LACTUCOIDEAE.

II.1. TRIBU LACTUCEAE.

El tipo polínico "Taraxacum" (WODEHOUSE, 1935) está representado en todas las subtribus consideradas excepto en las Scorzonerinae, en las que se han estudiado dos tipos polínicos diferentes.

II.1.1. SUBTRIBU SCORZONERINAE.

FIGURA 11. Scorzonera albicans Cosson (C,G), S. reverchonii Debeaux ex Hervier (A,B,D,E,F).

TABLA VI.

Especies estudiadas:

- Scorzonera albicans Cosson

Distribución: Endémica del sureste de la Península Ibérica; Sierras de Cazorla y Segura (Jaén), Sierras de la Sagra y de Castril (Granada) y Sierra de Alcaraz (Albacete). Sector Subbético, subsectores Cazorlense y Alcaracense.
Floración: Junio-Agosto.

- Scorzonera reverchonii Debeaux ex Hervier

Distribución: Endémica del sureste de la Península Ibérica; Sierras del Pozo, Cazorla y Segura (Jaén), Sierra de Guillimona (Granada) y Sierra de Alcaraz (Albacete). Subsectores Cazorlense y Alcaracense.
Floración: Junio-Julio.

TIPO SCORZONERA ALBICANS

Isopolar, equinolofado, 3-zonocolpoidorado, con simetría radial; en visión meridiana subexagonal, en visión polar subtriangular a subexagonal; suboblato, de tamaño mediano.

Angulaperturado; ectoapertura en forma de colpo muy corto, con margen poco diferenciado y extremos redondeados, que a veces se solapa con la endoapertura; endoapertura de tipo poro circular o lolongado, raras veces lalongado; mesoapertura no observable.

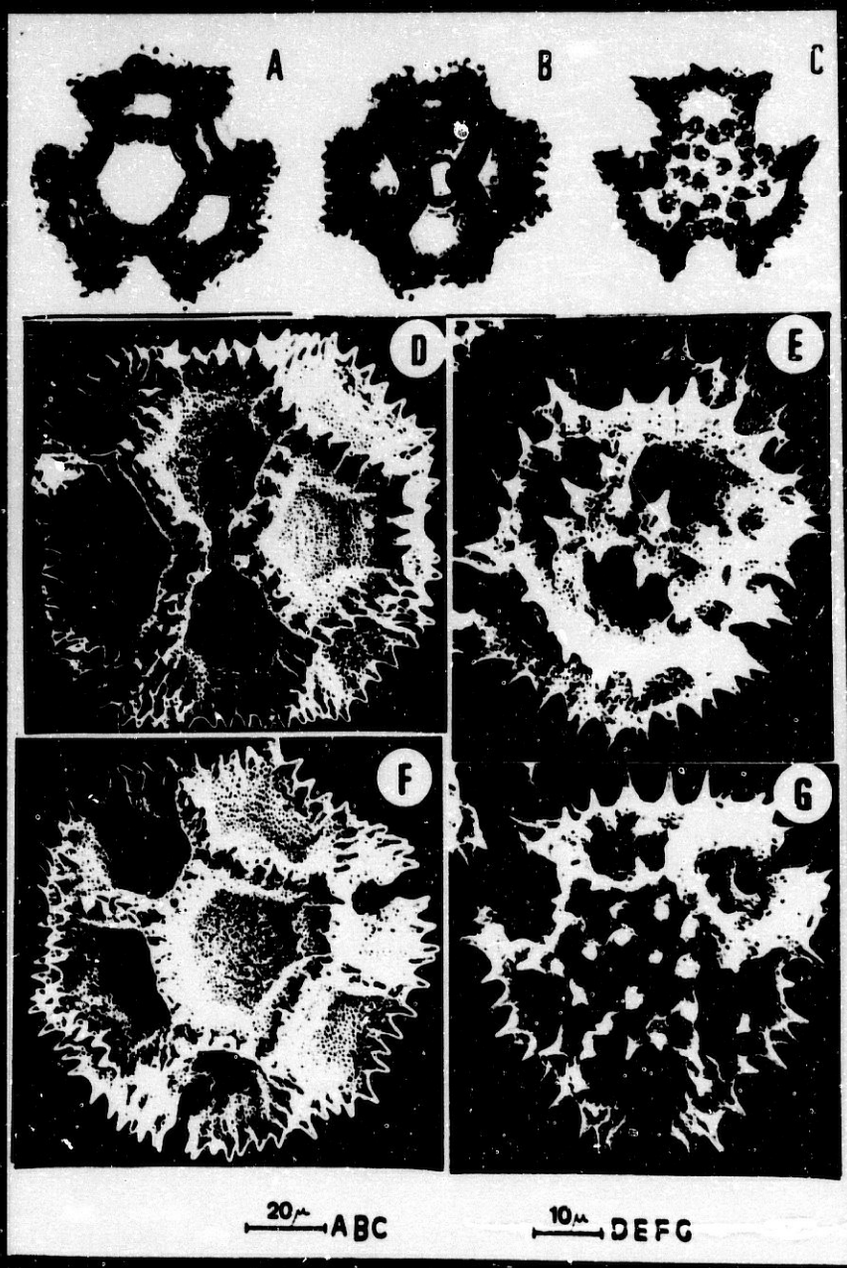


FIGURA 11. Scorzonera albicans Cosson (C,G), S. reverchonii Debeaux ex Hervier (A,B,D,E,F). A-C a MO; D-G a MEB.

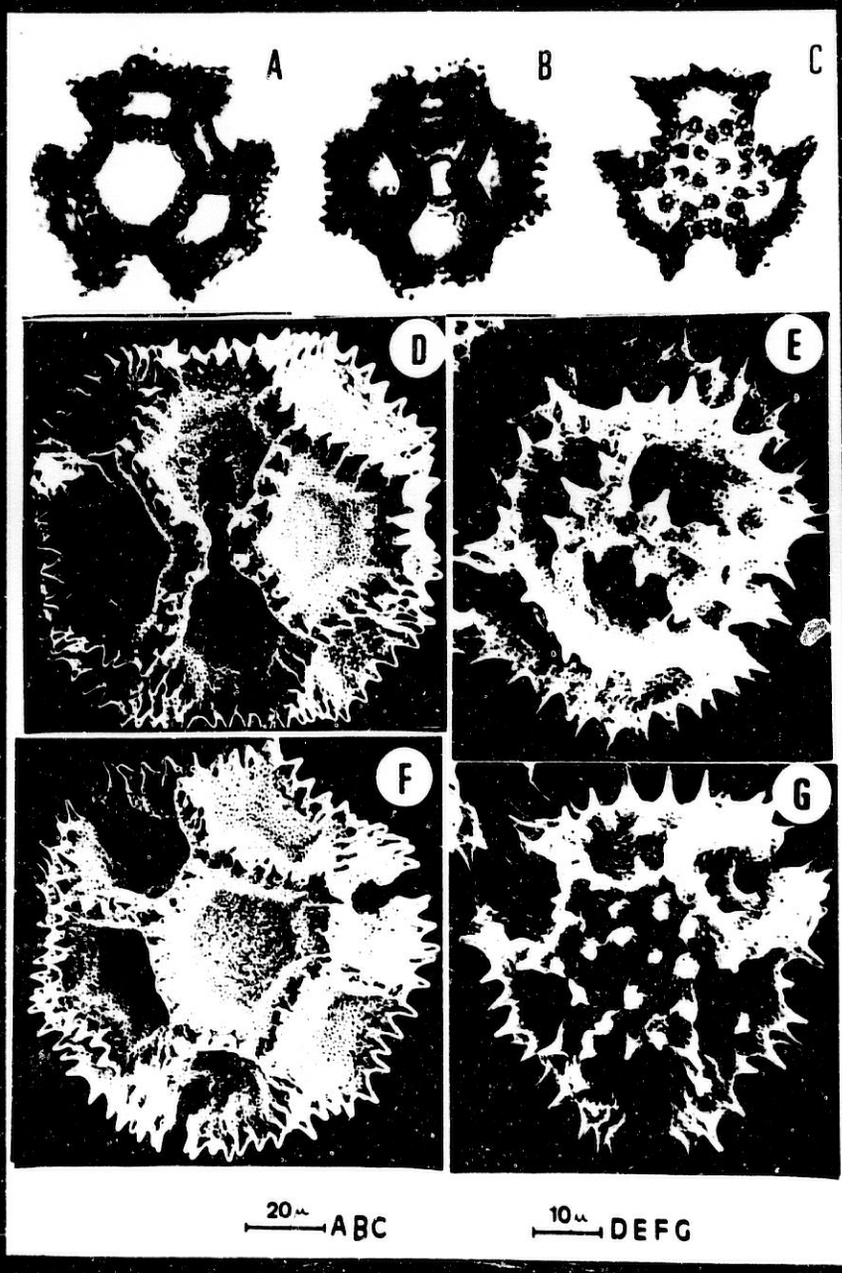


FIGURA 11. Scorzonera albicans Cosson (C,G), S. reverchonii Debeaux ex Hervier (A,B,D,E,F). A-C a MO; D-G a MEB.

TABLA VI

	P	E	P/E	Np	Ex	Te
Scorzonera albicans SAL-1	39-47 (42.0±2.4)	47-53 (48.1±2.6)	0.87	14-20 (10.8±2.0)	6-8 (8.4±0.7)	3-5 (3.6±0.9)
Scorzonera albicans SAL-2	41-47 (43.4±2.1)	49-54 (51.2±1.7)	0.85	13-17 (13.6±1.5)	6-8 (6.8±0.6)	3-5 (3.6±0.9)
Scorzonera albicans SAL-3	37-42 (38.9±1.6)	43-47 (44.8±1.2)	0.87	13-15 (13.6±1.0)	6-9 (7.2±0.9)	2-4 (2.9±0.5)
Scorzonera reverchonii SRE-1	49-54 (51.5±1.7)	57-63 (60.3±1.4)	0.85	-	-	2-3 (2.6±0.5)
Scorzonera reverchonii SRE-2	49-53 (51.1±1.0)	57-62 (59.5±1.4)	0.89	-	-	2-3 (2.3±0.5)
Scorzonera reverchonii SRE-3	50-53 (51.8±1.0)	60-64 (62.3±1.2)	0.83	-	-	2-3 (2.2±0.5)

Espinas de punta aguda sin perforaciones, y base globosa perforada igual que el resto del téctum.

Presenta 15 lagunas: tres aperturales que muestran un fuerte estrechamiento en la zona ecuatorial sobre el poro; seis ecuatoriales pentagonales, cada par va separado por una cresta que en este tipo polínico es siempre incompleta quedando en forma de cierto número de espinas que aparecen como elementos "flotantes" sin llegar a anastomosarse para formar dicha cresta, raras veces no existe ningún elemento de separación resultando tres grandes lagunas ecuatoriales que abarcan las zonas mesocólpicas; seis interaperturales pentagonales. En los polos quedan sendos casquetes o engrosamientos polares de tamaño variable según la especie considerada.

Fue definido por DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA (1983) como tipo II. Entre las especies que habitan en la Península Ibérica, está presente, además, en S. aristata, S. hirsuta y S. laciniata.

TIPO SCORZONERA REVERCHONII.

Isopolar, equinolofado, 3(-4)-zonocolpoidorado, con simetría radial; subexagonal en visión meridiana y polar; suboblato, de tamaño magno.

Angulaperturado; ectoapertura en forma de colpo, poco definido y difícil de observar; endoapertura siempre lolongada; mesoapertura no observable.

Espinas de punta aguda sin perforaciones, y base globosa perforada igual que el resto del téctum.

Presenta 17 lagunas: tres aperturales que tienen un fuerte estrechamiento en la zona ecuatorial sobre el poro; seis ecuatoriales pentagonales, cada par ocupando una zona mesocólpica separadas por una cresta bien definida; seis interaperturales pentagonales, tres en cada hemisferio; dos polares, una en cada polo, de contorno exagonal.

Fue definido por DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA (l. c.) como polen tipo III. Entre las especies de la Península Ibérica, está presente también en S. baetica y S. hispanica.

Aunque estas especies no han sido estudiadas a MET, análisis previos realizados en S. austriaca, S. caliculata y S. divaricata (BLACKMORE, 1976) y otros posteriores (BLACKMORE, 1981), permitieron definir el tipo polínico "Scorzonera", teniendo en cuenta el modelo de estratificación sexínica; caracterizado por: sin forámenes internos, con un

sólo nivel de téctum interno y las columelas no tienen la parte basal ensanchada.

II.1.2. SUBTRIBUS HYPOCHOERIDINAE, CREPIDINAE E HYOSERIDINAE

TIPO TARAXACUM

Todas las especies que a continuación se van a nombrar presentan el tipo polínico "Taraxacum" (WODEHOUSE, 1935), mencionado anteriormente. Dicho polen se caracteriza por ser isopolar, equinolofado, 3-zonocolporado, con simetría radial, en visión meridiana subcircular a subexagonal, en visión polar subexagonal.

Angulaperturado; el complejo sistema apertural coincide con el descrito por BLACKMORE (1982) para las Lactuceae; la ectoapertura es un colpo muy difícil de ver; la mesoapertura es un poro lolongado; la endoapertura es de tipo lalongado con extremos agudos.

Las espinas son de punta aguda y sin perforaciones, y de base subglobosa o cónica con perforaciones igual es a las del resto del téctum.

Presenta 15 lagunas rodeadas por crestas espinosas: 3 porales situadas en la zona ecuatorial, en cuyo centro se localizan las meso- y endoapertura; 6 abporales, situadas en el mismo meridiano que las lagunas porales, por lo tanto dos de ellas cerca de cada laguna poral y comunicadas por medio de sendas brechas interlagunares que, a menudo, se encuentran muy cerradas; 6 paraporales, cada par ocupando una zona mesocólpica y separadas entre sí por una cresta ecuatorial. En los polos quedan sendos casquetes o engrosamientos polares cubiertos de espinas.

Con el MET se observa un téctum externo delgado y profusamente perforado excepto en la punta de las espinas; bajo las crestas se presentan varios niveles de téctum internos con columelas tectales de morfología y disposición irregulares, lo que impide delimitar el número de capas presentes (en Launaea lanifera se diferencia bien el primer nivel, formado por columelas más o menos largas y delgadas, poco ramificadas, fig. 12, I); debajo de cada espina existe un canal central que está en continuidad con la cávea. Bajo las lagunas sólo hay un estrato de columelas tectales y otro de téctum interno, éste último más o menos perforado y, a veces, fuertemente engrosado (Andryala agardhii, fig. 12, G).

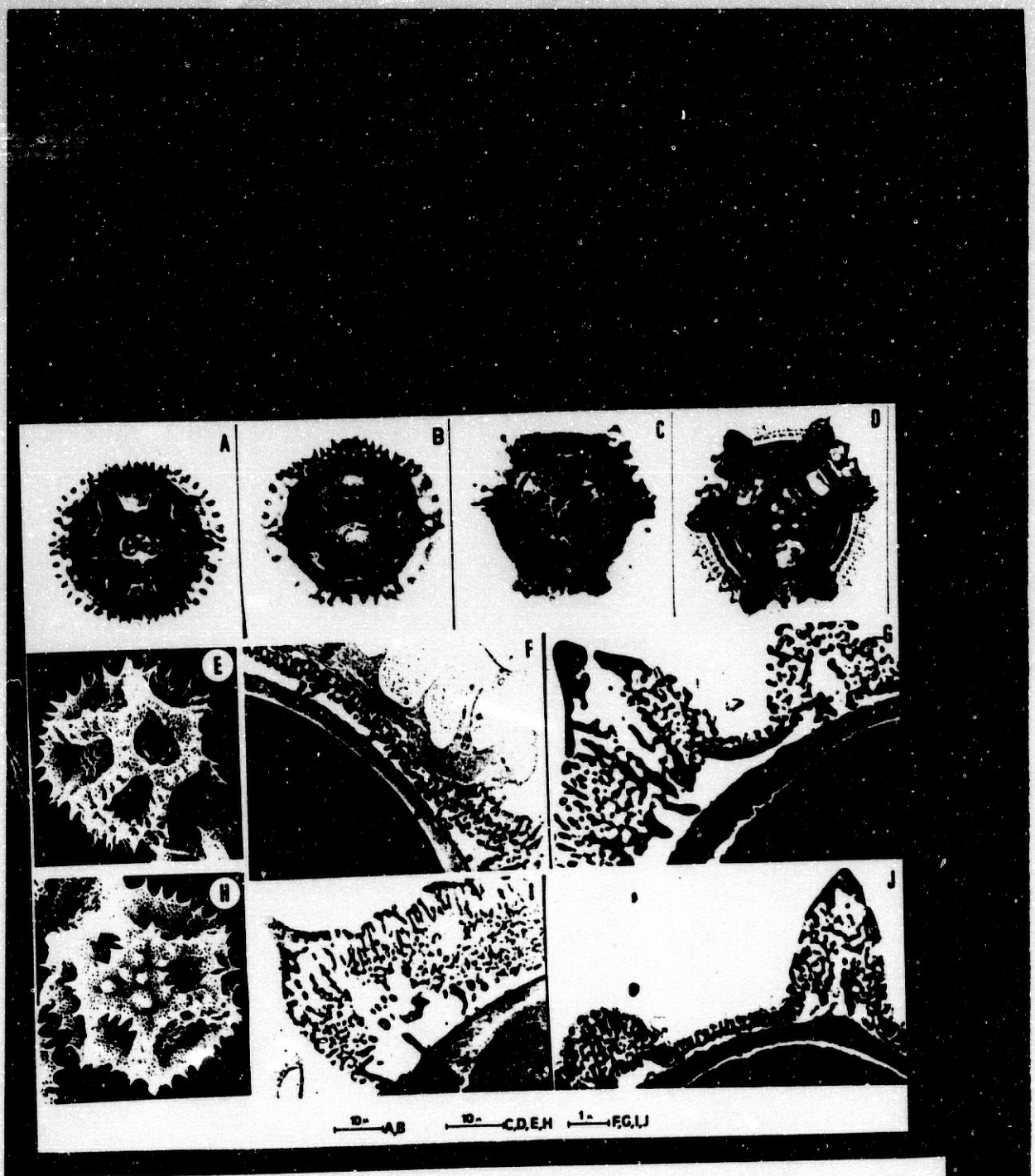


FIGURA 12. Andryala agardhii Haenseler ex DC. (G), Crepis oporinoides Boiss. ex Froelich (E,H,J), Lactuca perennis L. subsp. granatensis Charpin & Fernández Casas (A-D), Launaea lanifera Pau (F,I). A-D a MO; E,H a MEB; F,G,I,J a MET.

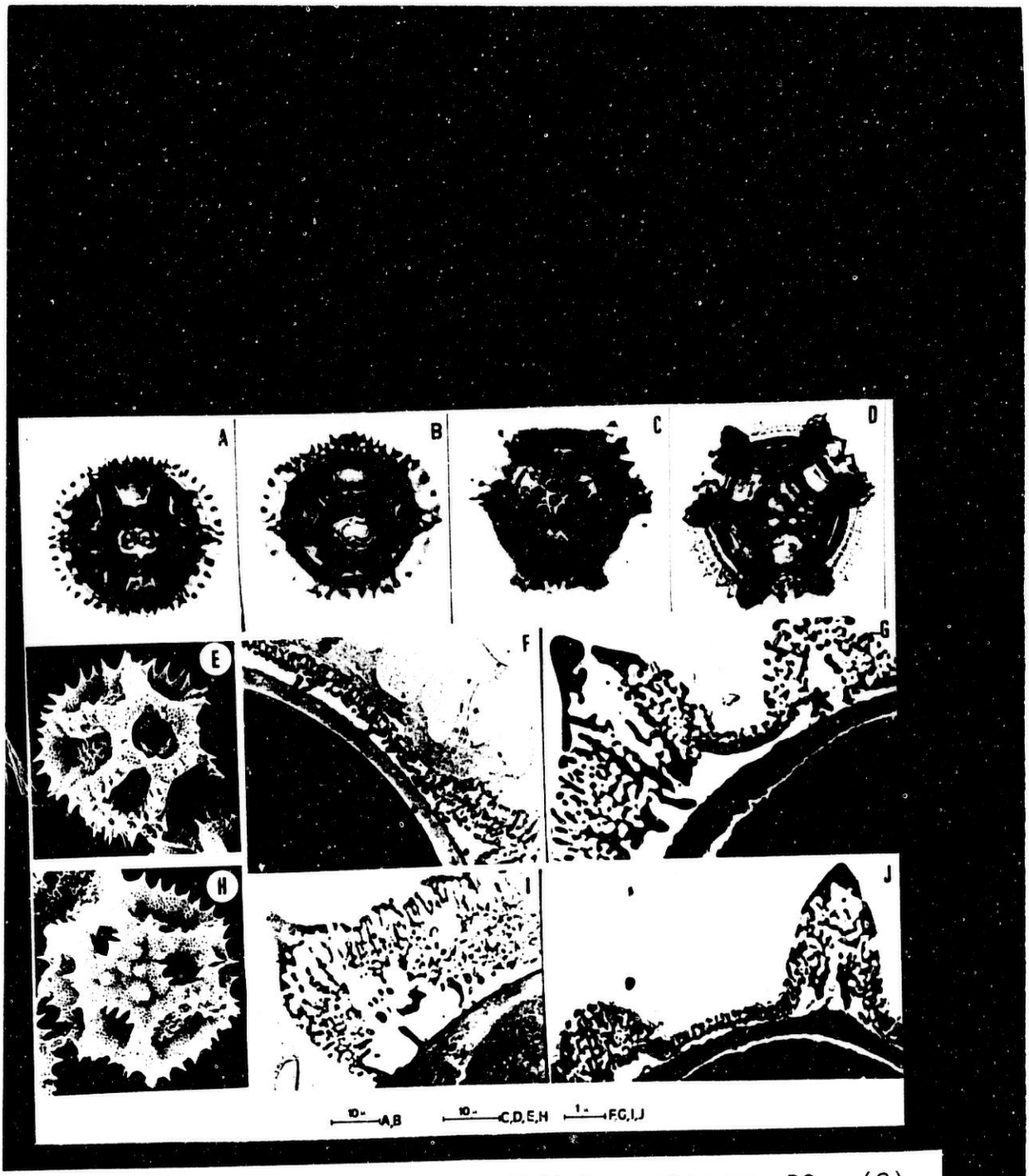


FIGURA 12. Andryala agardhii Haenseler ex DC. (G), Crepis oporinoides Boiss. ex Froelich (E,H,J), Lactuca perennis L. subsp. granatensis Charpin & Fernández Casas (A-D), Launaea lanifera Pau (F,I). A-D a MO; E,H a MEB; F,G,I,J a MET.

TABLA VII

	P	E	P/E	M	No
Andryala agardhii ANA-1	28-31 (28.6±1.0)	29-33 (30.4±1.0)	0.94	19-21 (19.6±0.9)	5-8 (5.8±0.9)
Andryala agardhii ANA-2	26-32 (27.9±1.3)	29-33 (30.8±0.8)	0.91	16-20 (18.6±0.7)	4-7 (4.9±1.0)
Andryala agardhii ANA-3	26-31 (28.5±1.3)	26-33 (29.1±1.4)	0.98	18-21 (19.3±0.8)	4-7 (5.6±0.7)
Andryala agardhii ANA-4	24-26 (24.5±0.9)	25-29 (26.9±0.9)	0.91	18-20 (18.1±0.7)	5-6 (5.5±0.6)
Crepis granatensis CRG-1	29-33 (30.6±1.0)	33-36 (34.4±1.1)	0.89	18-21 (19.1±1.1)	1-6 (3.2±1.4)
Crepis granatensis CRG-2	30-34 (31.0±0.8)	30-34 (31.6±1.0)	0.98	18-21 (19.8±0.9)	1-3 (1.9±0.8)
Crepis granatensis CRG-3	24-28 (25.1±1.1)	24-29 (26.3±1.3)	0.96	16-19 (17.0±0.8)	3-6 (4.4±0.8)
Crepis oporinoides CRO	29-33 (30.4±0.8)	30-38 (32.8±2.1)	0.93	19-21 (17.0±0.8)	2-5 (3.4±0.9)
Lactuca perennis subsp. granatensis LAP	27-30 (28.6±1.3)	30-34 (32.1±1.1)	0.89	18-13 (19.6±1.2)	6-11 (8.3±1.4)
Launaea arborescens LAA-1	26-30 (27.8±1.2)	30-36 (32.3±1.7)	0.86	22-24 (22.3±1.6)	6-10 (7.8±0.8)
Launaea arborescens LAA-2	36-37 (36.2±0.5)	38-45 (42.0±2.3)	0.87	26-29 (27.0±1.3)	1-5 (2.6±1.0)
Launaea arborescens LAA-3	27-30 (29.0±1.6)	34-38 (36.0±1.6)	0.80	22-26 (24.0±1.1)	6-10 (7.8±1.4)
Launaea lanifera LAL-1	34-36 (35.0±1.0)	37-40 (38.0±1.1)	0.91	24-27 (25.0±1.4)	4-7 (5.8±0.9)
Launaea lanifera LAL-2	42-45 (43.0±1.4)	38-45 (42.0±2.0)	1.02	26-29 (27.0±1.2)	4-7 (5.2±1.0)
Launaea nudicaulis LAN-1	28-31 (29.0±1.4)	34-37 (35.0±1.3)	0.84	22-26 (24.0±1.3)	12-17 (14.1±2.7)
Launaea nudicaulis LAN-2	37-42 (40.0±1.7)	40-45 (43.0±1.9)	0.93	26-30 (28.0±1.2)	7-9 (8.2±0.7)

TABLA VII (continuación)

	Ne	AD	LD	Ex	sex/nex
Andryala agardhii ANA-1	6 (6.0±0.0)	5-6 (6.9±0.7)	2.5-4 (3.9±0.3)	3-5 (3.9±0.3)	5:1
Andryala agardhii ANA-2	5-6 (5.5±0.5)	6-8 (6.9±0.5)	2.5-4 (3.3±0.4)	4-6	5:1
Andryala agardhii ANA-3	5-6 (5.7±0.5)	5-8 (6.5±0.6)	2.5-4 (3.0±0.5)	4-5 (4.1±0.2)	5:1
Andryala agardhii ANA-4	6 (6.0±0.0)	8-13 (10±1.0)	3-4 (3.9±0.2)	3-4 (3.6±0.2)	5:1
Crepis granatensis CRG-1	6 (6.0±0.0)	7.5 (7.5±0.0)	4 (4.0±0.0)	4-5 (4.9±0.3)	-
Crepis granatensis CRG-2	6 (6.0±0.0)	6-8 (7.0±0.5)	3-5 (3.9±0.3)	4-6 (4.9±0.5)	-
Crepis granatensis CRG-3	6 (6.0±0.0)	4-6 (4.5±0.7)	3-5 (3.9±1.5)	3.5-5 (4.5±0.5)	-
Crepis oporinoides CRO	5-7 (6.0±0.6)	8-10 (8.5±0.6)	3-5 (3.6±0.6)	3.5-5 (4.1±0.4)	-
Lactuca perennis subsp. granatensis LAP	8-10 (8.9±0.6)	5-6 (5.8±0.4)	3-4 (3.1±0.3)	5 (5.0±0.0)	-
Launaea arborescens LAA-1	6-8 (7.8±0.8)	8-11 (9.3±1.3)	1 (1.0±0.0)	3-4 (3.6±0.7)	5:1
Launaea arborescens LAA-2	5-6 (5.6±0.5)	6	2	4-6 (5.0±0.7)	9:1
Launaea arborescens LAA-3	6-7 (6.4±0.5)	7-8 (7.5±0.8)	3-5 (4.0±0.4)	3-4 (4.0±0.3)	8:1
Launaea lanifera LAL-1	7-8 (7.1±0.5)	-	-	3-5 (4.1±0.6)	5:1
Launaea lanifera LAL-2	6-8 (7.0±0.8)	-	-	4-5 (4.4±0.4)	5:1
Launaea nudicaulis LAN-1	7-10 (9.0±0.9)	5-7 (6.0±0.8)	3-5 (4.0±0.7)	3-5 (4.0±0.6)	5:1
Launaea nudicaulis LAN-2	6-9 (6.7±0.8)	-	-	3-5 (4.0±0.6)	5:1

TABLA VII (continuación)

	Te	De	Am	Lm
Andryala agardhii ANA-1	2.5 (2.5±0.0)	2.5-4 (2.8±0.3)		
Andryala agardhii ANA-2	2.5 (2.5±0.0)	2.5-4 (2.9±0.6)	9-10 (9.4±0.7)	2.5-4 (3.3±0.4)
Andryala agardhii ANA-3	2.5 (2.5±0.0)	2.5-4 (2.9±0.4)	9 (9±0.0)	2.5-4 (3.0±0.5)
Andryala agardhii ANA-4	2-3 (2.4±0.3)	2-3 (2.4±0.4)	5-8 (6.4±0.6)	3-4 (3.9±0.2)
Crepis granatensis CRG-1	2-3 (2.1±0.3)	2.5-3 (2.8±0.2)	-	-
Crepis granatensis CRG-2	2-3 (2.5±0.3)	2.5-3 (2.8±0.2)	10-13 (11.6±0.8)	3-5 (3.9±0.3)
Crepis granatensis CRG-3	2-2.5 (2.1±0.3)	2-2.5 (2.4±0.3)	-	-
Crepis oporinoides CRO	2.5 (2.5±0.0)	2.5-3 (2.9±0.3)	-	-
Lactuca perennis subsp. granatensis LAP	2-3 (2.3±0.4)	2-3 (2.4±0.3)	-	-
Launaea arborescens LAA-1	2-3 (2.8±0.3)	2-4 (2.9±0.6)	6-7 (6.3±0.7)	3-5 (3.6±0.7)
Launaea arborescens LAA-2	3-4 (3.5±0.5)	3-4 (3.5±0.5)	-	-
Launaea arborescens LAA-3	2-4 (3.0±0.7)	2-5 (3.5±0.8)	11-12 (11.0±0.6)	8 (8.0±0.0)
Launaea lanifera LAL-1	3-4 (3.4±0.4)	2-4 (3.0±0.6)	-	-
Launaea lanifera LAL-2	3-4 (3.6±0.4)	2-4 (3.0±0.6)	-	-
Launaea nudicaulis LAN-1	1.5-2 (1.8±1.2)	2-4 (3.0±0.6)	-	-
Launaea nudicaulis LAN-2	2.5-4 (3.0±0.3)	3-5 (4.0±0.6)	-	-

la superficie que da a la cávea (fig. 12, F, I), existiendo frecuentemente conexiones entre ésta y la sexina mediante columelas de forma irregular, muy largas las que hay bajo las espinas (fig. 12, G, I, J). Endexina lamelar, de c. 0.5 a 1 µm, 3-6 veces más gruesa que la base, engrosada bajo las espinas (fig. 12, G, I, J). Intina muy fina, a veces fuertemente ondulada, penetrando por ello en la endexina; aumenta considerablemente de grosor en las aperturas y se hace a la vez más ondulada (Andryala agardhii).

Según el modelo de estratificación, este polen se incluye en el tipo "Cichorium" (BLACKMORE, 1982), caracterizado por carecer de forámenes internos, presentar varios niveles de téctum internos en las crestas, dando a la ectexina apariencia esponjosa; un sólo téctum interno debajo de las lagunas y las columelas que existen en el centro de las espinas son de diámetro pequeño.

Unicamente se presentan algunas diferencias con respecto a las características señaladas con el MET en Rothmaleria granatensis (véase más adelante).

Seguidamente se mencionarán cada una de las especies estudiadas junto con sus características polínicas particulares.

II.1.2.1. SUBTRIBU CREPIDINAE.

FIGURA 12. Andryala agardhii Haenseler ex DC. (G), Crepis oporinoides Boiss. ex Froelich (E,H,J), Lactuca perennis L. subsp. granatensis Charpin & Fernández Casas (A-D), Launaea lanifera Pau (F,I).

TABLA VII.

Especies estudiadas:

- Andryala agardhii Haenseler ex DC.

Distribución: Muy escasa, aunque está localizada en la mayor parte de los altos macizos calizos de la región (Almería, Granada y Jaén). Provincia Bética.
Floración: Junio-Agosto.

Oblato-esferoidal, de tamaño mediano.

Exina ligeramente más adelgazada en los polos.

Las observaciones a MO coinciden con las indicadas por

BLANCA & al. (1988).

Las observaciones a MET concuerdan con las realizadas en otras especies de Andryala por SKVARLA & TURNER (1966).

- Crepis granatensis (Willk.) Blanca & Cueto

Distribución: Escasa y localizada en las altas sierras del sur de Jaén y noroeste de Granada (Sierra de la Sagra). Sector Subbético.
Floración: Junio-Julio.

Oblato-esferoidal, de tamañc mediano.

El número de espinas en los casquetes polares es bajo, de 0 a 6.

Las observaciones y medidas realizadas corroboran las de BLANCA & CUETO (1985).

- Crepis oporinoides Boiss. ex Froelich

Distribución: Muy extendida en las montañas de toda la región. Provincia Bética.
Floración: Abril-Octubre.

Los datos a MO son muy semejantes a los de la especie anterior.

-Lactuca perennis L. subsp. granatensis Charpin & Fernández Casas

Distribución: Sierra Nevada (Granada y Almería), Sierra de Baza, Sierra de la Sagra y Sierra Seca (Granada).
Floración: Junio-Julio.

Oblato-esferoidal, de tamaño mediano.

- Launaea arborescens (Batt.) Murb.

Distribución: Sureste de la Península Ibérica y noroeste de Africa.
Floración: Febrero-Diciembre.

Suboblato, de tamaño mediano a magno.

El número de espinas en el casquete polar varía en dos de las tres poblaciones estudiadas (LAA-1 y LAA-2) entre 6 y

10, mientras que en la tercera (LAA-3) está entre 1 y 5.

- Launaea lanifera Pau

Distribución: Sureste de la Península Ibérica, norte de Africa y Arabia.
Floración: Marzo-Agosto.

Oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, de tamaño mediano a magno.

En las poblaciones estudiadas ha sido muy difícil observar con claridad las aperturas.

- Launaea nudicaulis (L.) Hooker fil.

Distribución: Sureste de la Península Ibérica, norte de Africa, suroeste de Asia e India.
Floración: Febrero-Mayo.

Suboblato a oblato-esferoidal, de tamaño mediano a magno.

Entre las dos poblaciones estudiadas destaca la diferencia en el número de espinas en el casquete polar; mientras que LAN-1 presenta entre 12 y 17, LAN-2 tiene de 7 a 9 espinas.

Los resultados obtenidos para las tres especies del género Launaea estudiadas, coinciden en cuanto a la ornamentación y forma con los datos de los trabajos realizados previamente por otros autores en distintas especies: L. acanthoclada (TOMB, 1975), L. asplenifolia (VARGHESE, 1964), L. chondrilloides (JAIN & NANDA, 1966, 1967), L. fallax (DAKSHINI & SINGH, 1970), L. nudicaulis (CHAUBAL & DEODIKAR, 1965) y el estudio que sobre las tres especies referidas realizó MATEU-ANDRES (1987); respecto a este último trabajo, nuestros resultados difieren en los siguientes aspectos:

- En cuanto a la forma, los pólenes varían desde suboblatos a prolato-esferoidales.

- El tamaño es, en general, ligeramente mayor.

- La exina es evidentemente caveada, como demuestran las microfotografías de cortes a MET de L. lanifera (fig. 12, G,I).

II.1.2.2. SUBTRIBU HYPOCHOERINIDAE.

FIGURA 13. Leontodon boryi Boiss. in DC. (H), Leontodon microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss. (D,E,F,I,J), Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer. (A,B,C,G).

TABLA VIII.

Especies estudiadas:

- Leontodon boryi Boiss. in DC.

Distribución: Frecuente y extendida, aunque está sólo presente en Sierra Nevada (Granada Y Almería). Sector Nevadense.
Floración: Julio.

Oblato-esferoidal, de tamaño mediano.

Endoapertura a veces fuertemente contraída en el centro.

Exina mucho más fina en los polos y muy engrosada en las crestas.

El número de espinas en el casquete polar es elevado, entre 6 y 8, debido a que las lagunas abporales son muy pequeñas. BLANCA & al. (1988) observaron entre 12 y 20 espinas en el casquete polar. Con frecuencia existen espinas en el interior de las lagunas paraporales.

- Leontodon microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss.

Distribución: Frecuente aunque está sólo presente en Sierra Nevada (Granada y Almería). Sector Nevadense.
Floración: Junio-Octubre.

Oblato-esferoidal, de tamaño mediano.

La constricción media de las endoapertura a veces llega a estrangularla, de manera que entonces queda constituída por dos orificios.

El número de espinas en el casquete polar es variable, desde los menos frecuentes con 1, 6 ó 7 espinas, hasta los más habituales entre 4 y 5, debido a ello las lagunas abporales suelen ser grandes; de vez en cuando éstas últimas pueden presentar espinas en su interior.

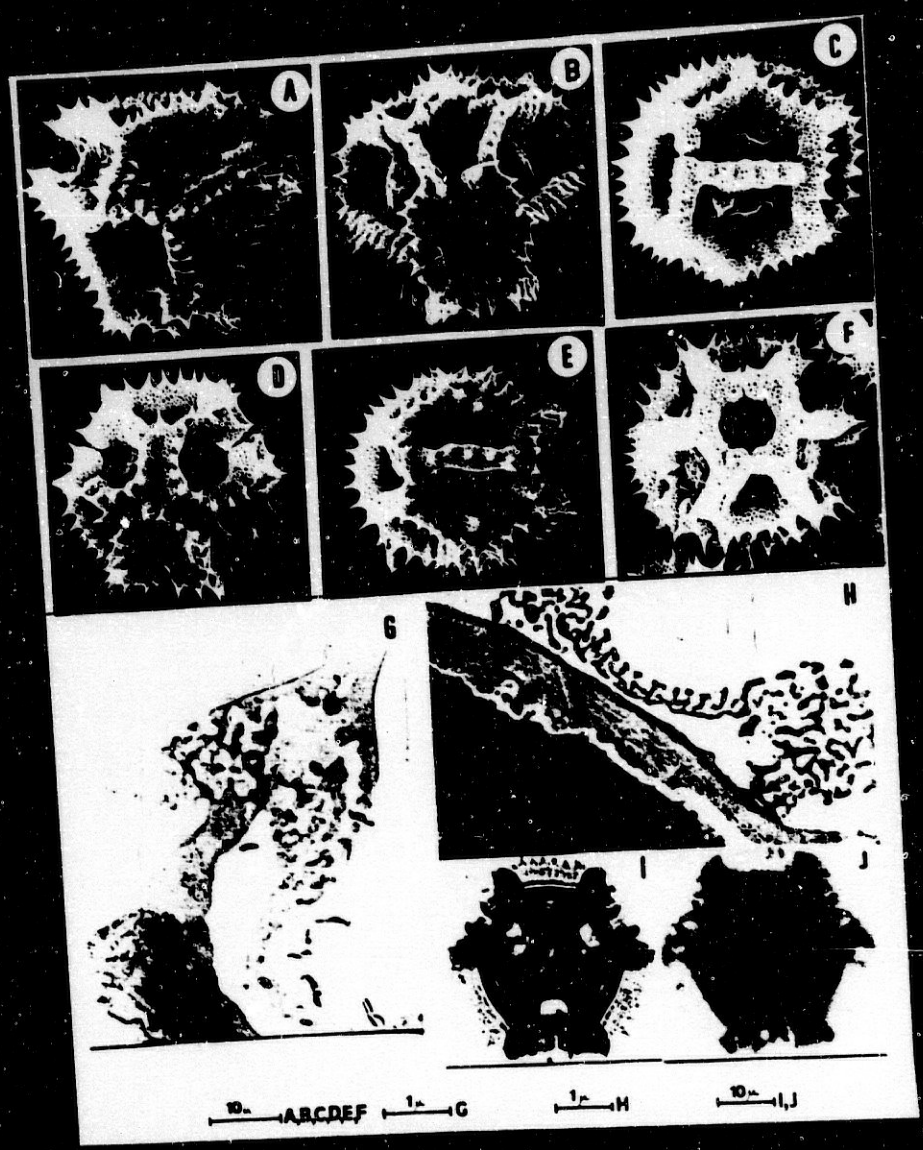


FIGURA 13. Leontodon boryi Boiss. in DC. (H), Leontodor microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss. (D,E,F,I,J), Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer. (A,B,C,G). A-F a MEB; G,H a MET; I,J a MO.

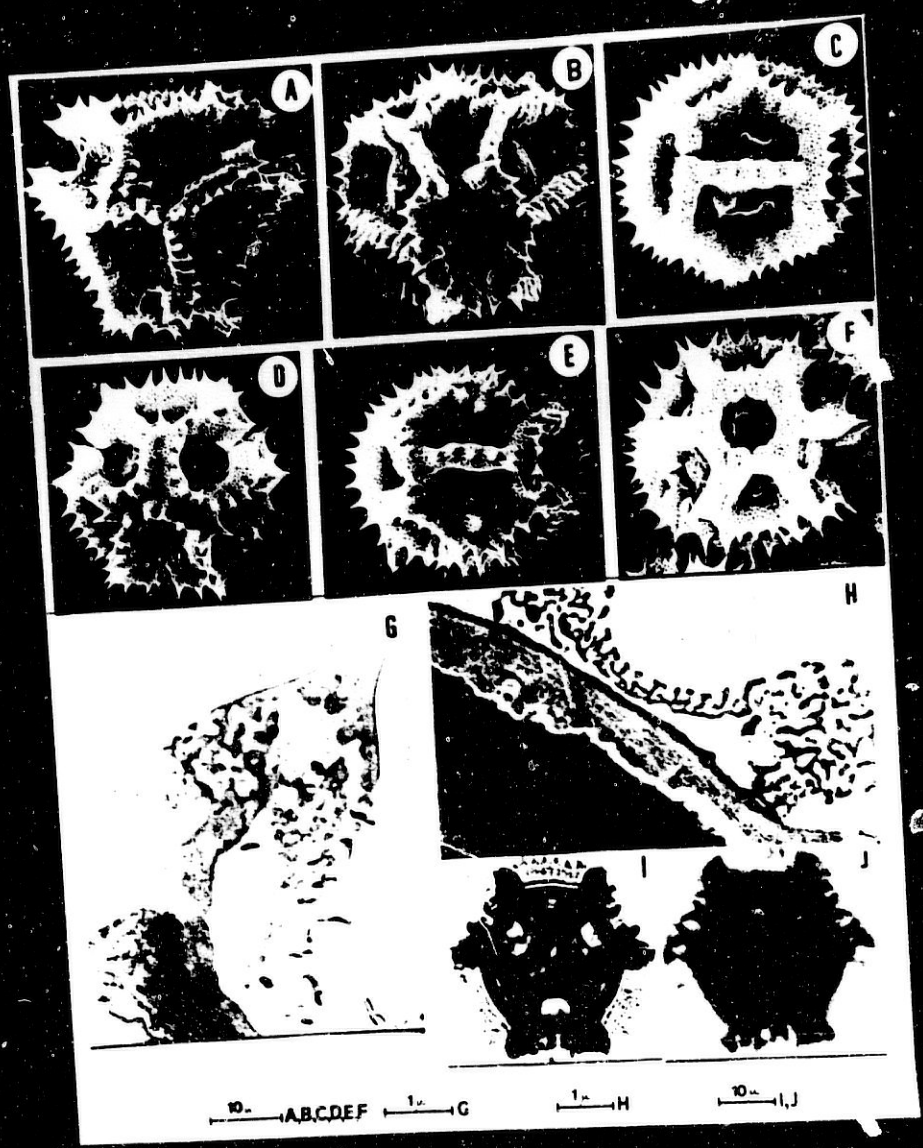
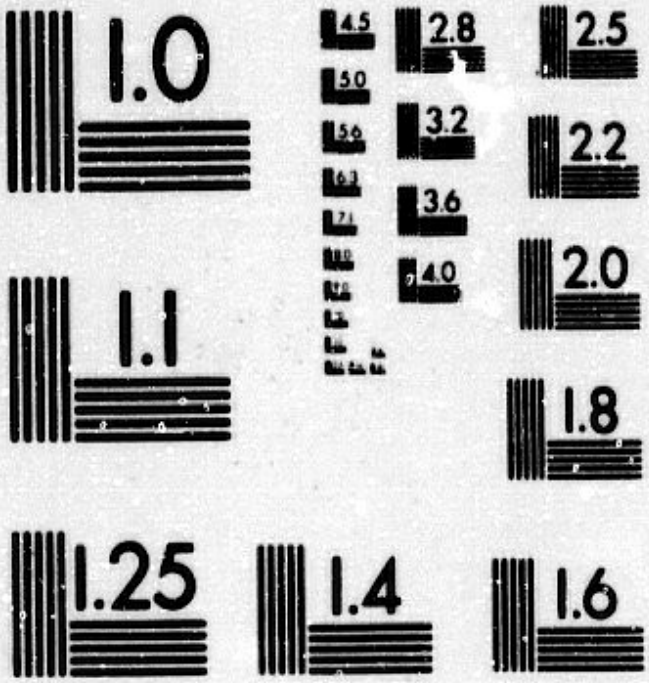


FIGURA 13. Leontodon boryi Boiss. in DC. (H), Leontodon microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss. (D,E,F,I,J), Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer. (A,B,C,G). A-F a MEB G,H a MET; I,J a MO.



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

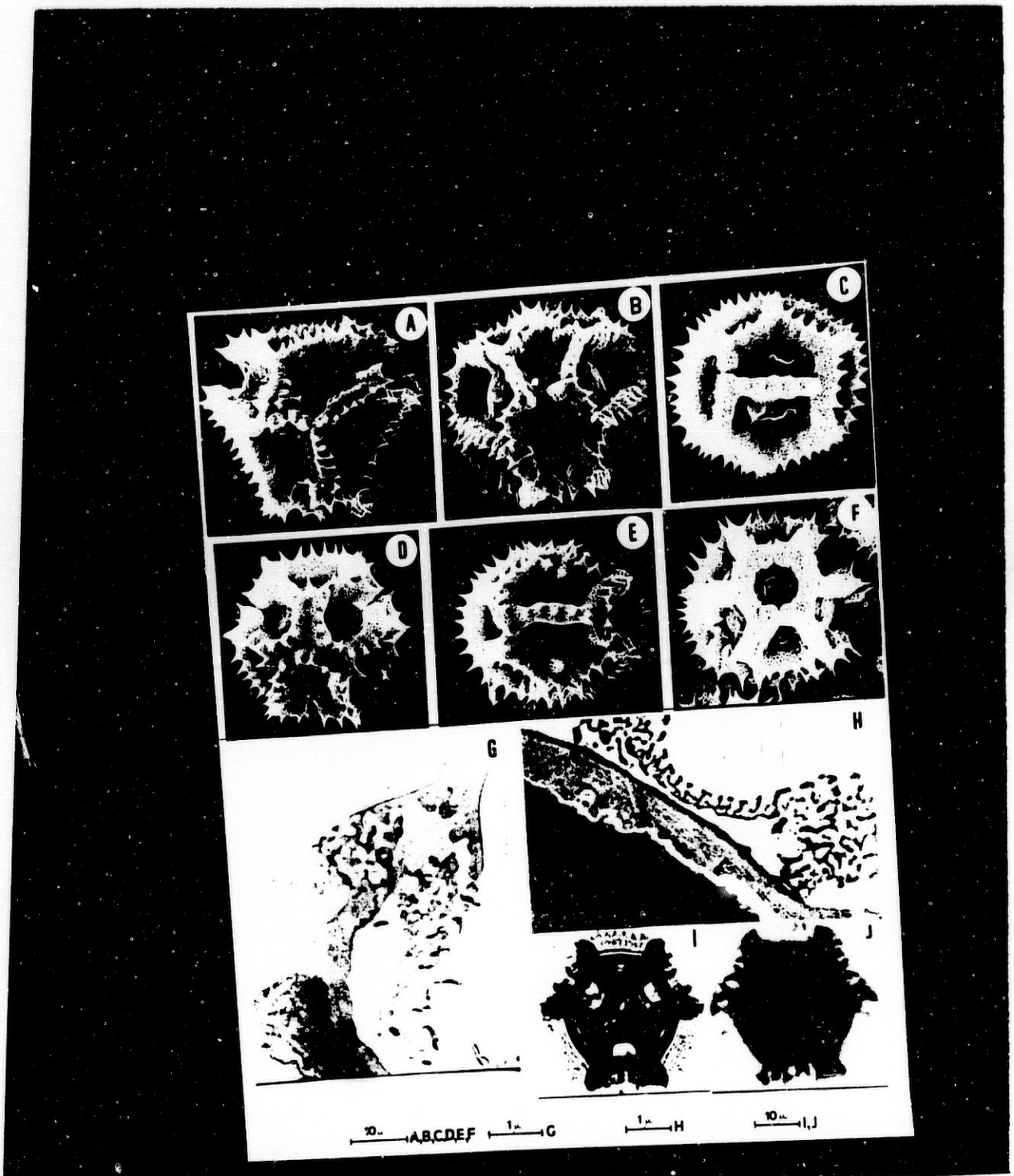


FIGURA 13. Leontodon boryi Boiss. in DC. (H), Leontodon microcephalus (Boiss. in DC.) Boiss. (D,E,F,I,J), Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer. (A,B,C,G). A-F a MEB. G,H a MET; I,J a MO.

TABLA VIII

	P	E	P/E	M	Np
Leontodon boryi LEB	30-34 (31.0±0.8)	30-36 (34.0±1.4)	0.92	19-23 (21.0±0.9)	6-8 (7.0±0.8)
Leontodon microcephalus LEM-1	31-34 (32.0±0.6)	31-40 (35.0±1.8)	0.92	21-24 (22.0±1.0)	0-5 (3.0±1.5)
Leontodon microcephalus LEM-2	29-33 (30.0±1.1)	31-35 (33.0±1.4)	0.91	19-23 (21.0±1.1)	1-5 (4.0±1.7)
Rothmaleria granatensis ROG-1	40-42 (41.0±1.3)	40-44 (42.0±1.6)	1.00	26-30 (27.0±1.7)	4-5 (4.5±0.5)
Rothmaleria granatensis ROG-2	40-46 (43.0±2.8)	44-48 (47.0±1.4)	0.93	29-34 (31.0±1.7)	4-6 (5.0±0.6)

Ne	Ap	Lp	Ex	sex/nex	Te
5-7 (6.0±0.5)	8 (8.0±0.0)	4 (4.0±0.0)	4 (4.0±0.0)	-	2.5-4 (3.0±0.4)
5-7 (6.0±0.8)	5-8 (6.0±0.8)	3-4 (3.5±0.4)	4 (4.0±0.0)	-	2.5-4 (3.0±0.4)
5-7 (6.0±0.4)	6-10 (8.0±1.0)	3-5 (3.7±0.7)	3-5 (4.0±0.3)	-	3-4 (3.3±0.3)
6-8 (7.0±0.7)	6-8 (7.0±1.5)	6-10 (8.0±2.1)	5-6 (5.5±0.5)	-	4-5 (4.3±0.4)
6-8 (7.5±0.6)	-	-	5-6 (5.5±0.4)	6:1	3-4 (3.4±0.4)

TABLA VIII (continuación)

	De	Am	Lm
Leontodon boryi LEB	3-4 (4.0±0.6)	10-12 (11.0±1.0)	4 (4.0±0.0)
Leontodon microcephalus LEM-1	2.5-4 (3.0±0.5)	9 (9.0±0.0)	4 (4.0±0.0)
Leontodon microcephalus LEM-2	3-4 (3.5±0.5)	10 (10.0±0.0)	3-5 (3.7±0.7)
Rothmaleria granatensis ROG-1	2-4.5 (4.0±0.8)	-	-
Rothmaleria granatensis ROG-2	2-6 (4.0±1.1)	-	-

Los datos en general coinciden con el estudio que sobre ambas especies realizaron BLANCA & al. (1988); con el tipo "Hypochoeris radicata" descrito por EL-GHAZALY (1980), en el que incluyó tres especies de este género, y con los estudios de TOMB (1975) sobre L. autumnalis.

II.1.2.3.SUBTRIBU HYOSERINIDAE.

FIGURA 13.

TABLA VIII.

Especie estudiada:

- Rothmaleria granatensis (Boiss. in DC.) Font Quer

Distribución: Centro y suroeste de la provincia de Granada. Sector Malacitano-almijarense.
Floración: Abril-Junio.

Oblato-esferoidal, de tamaño magno.

Lagunas abporales muy grandes, de modo que dejan un pequeño casquete polar (a veces nulo), en forma de triángulo (BLACKMORE, 1981).

Pueden aparecer espinas en las lagunas abporales.

Con el MET se observa un esquema semejante al de las especies anteriores. La diferencia estriba en que el diámetro de las columelas, sobre todo las que hay bajo las espinas, es considerablemente mayor en este tipo polínico denominado "Scolymus" (BLACKMORE, l. c.).

Base de grosor considerable, contínua y homogénea, que se une a través de una grande y gruesa columela con el hueco interno de la espina, digitándose ésta última en su parte superior para unirse al téctum interno. Endexina lamelar, de c. 0.6 µm, 1.5 veces más gruesa que la base, aumentando de grosor bajo las espinas (fig. 13, G).

FIGURA 14. Atractylis cancellata L. (D,E), Atractylis tutinii Franco (A-C), Ptilostemon hispanicus (Lam.) W. Greuter (F-J).

TABLA IX.

Especies estudiadas:

- Atractylis cancellata L.

Distribución: Sur de Europa, Norte de Africa, suroeste de Asia, Macaronesia (Canarias).
Floración: Abril-Agosto.

- Atractylis tutinii Franco

Distribución: Cabo de Gata (Almería). Sector Almeriense.
Floración: Julio-Septiembre.

TIPO ATRACTYLIS

Lo presenta Atractylis cancellata.

Isopolar, verrugoso, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana circular-elíptico, en visión polar subtriangular-lobado; prolato-esferoidal, de tamaño magno.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal; endoapertura de tipo poro lalongado, rectangular, a veces con una constricción central; mesoapertura no observable.

Esta especie ha sido estudiada a MET (TORMO & al., 1984), tratándose de un polen tipo "Anthemoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966) según la estructura sexínica observada. Asímismo, TORMO & al. (l. c.) definieron el tipo "Atractylis" para dicha especie, diferenciándolo del tipo siguiente que presentan el resto de las especies de Atractylis y las del género Carlina estudiadas por dichos autores.

Los datos presentes en esta Memoria coinciden con los observados en el trabajo anteriormente mencionado.

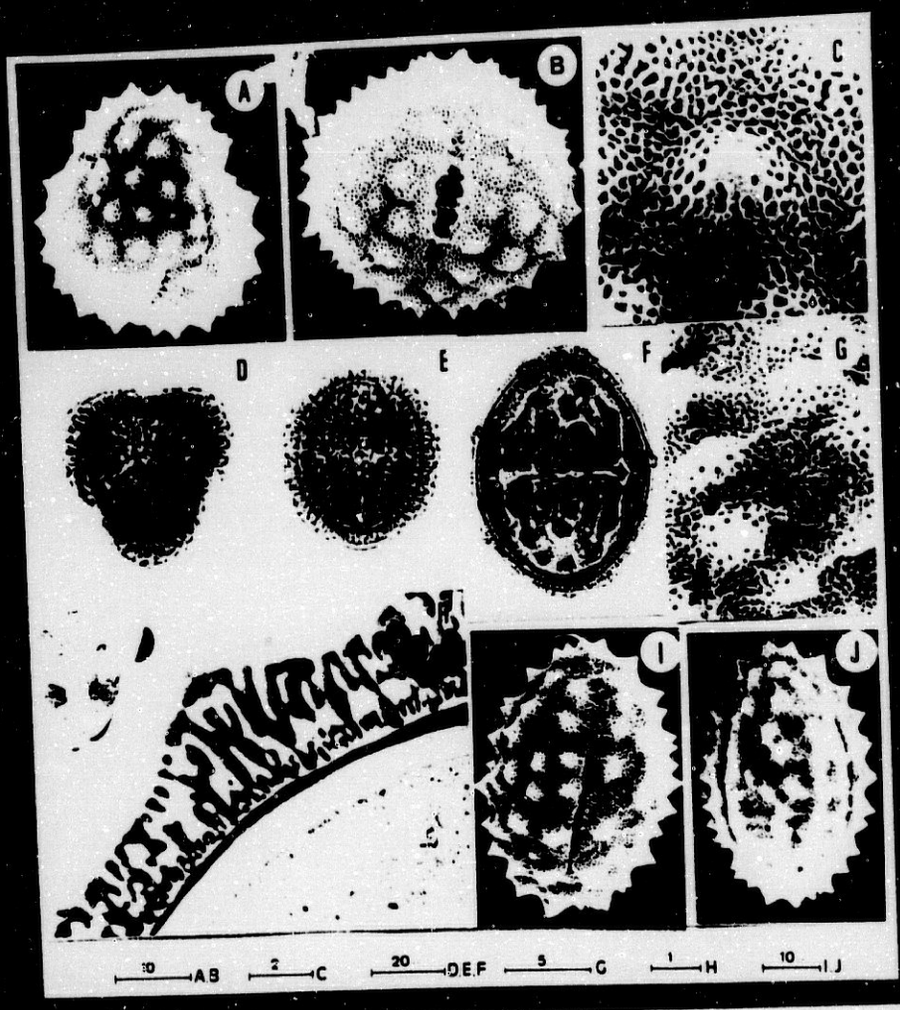


FIGURA 14. Atractylis cancellata L. (D,E), Atractylis tutinii Franco (A-C), Ptilostemon hispanicus (Lam.) W. Greuter (F-J). A-C,G,I,J a MEB; D,E,F a MO; H a MET.

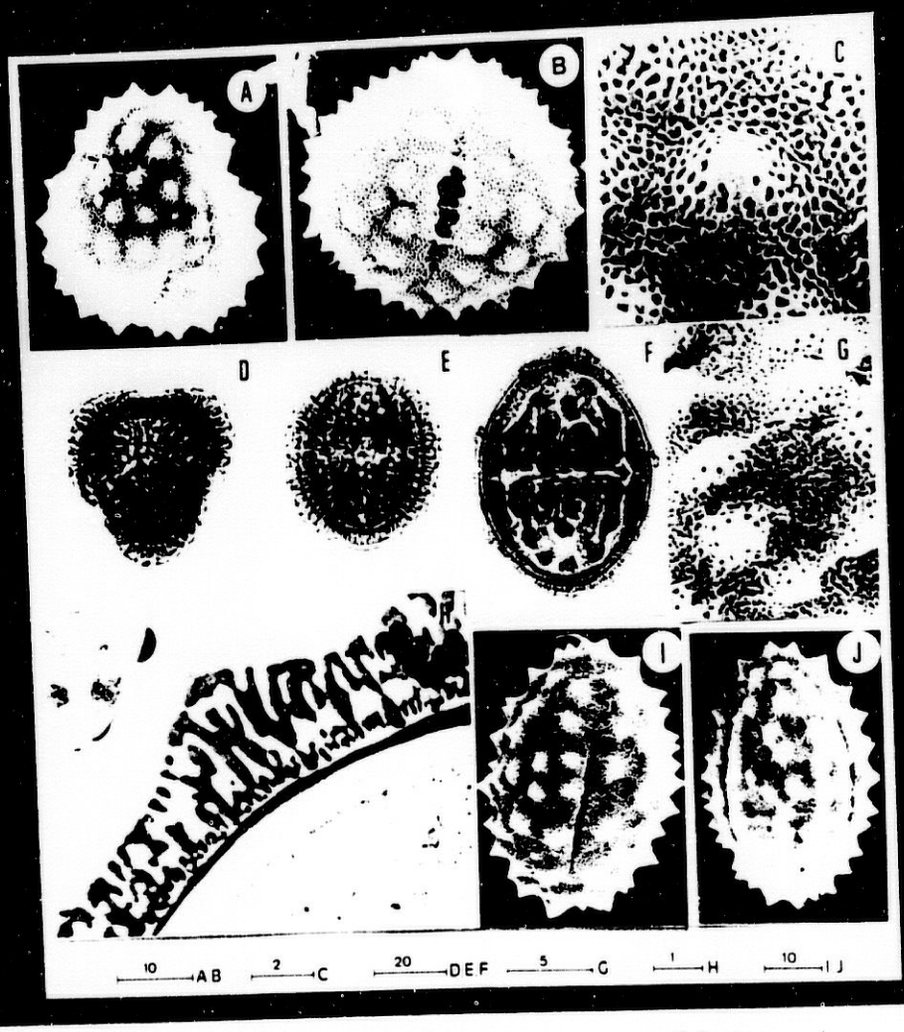


FIGURA 14. Atractylis cancellata L. (D,E), Atractylis tutinii Franco (A-C), Ptilostemon hispanicus (Lam.) W. Greuter (F-J). A-C,G,I,J a MEB; D,E,F a MO; H a MET.

TABLA IX

	P	E	P/E	M	A
Atractylis cancellata ATC	47-54 (51.0±2.6)	44-50 (48.0±3.1)	1.07	24-28 (26.0±2.0)	14-17 (16.0±1.1)
Atractylis tutinii ATT	34-36 (35.3±0.9)	39-43 (41.0±1.7)	0.84	22-26 (24.0±1.9)	20-22 (21.0±1.0)
Ptilostemon hispanicus PTH	61-67 (63.0±2.5)	48	1.32	28-34 (31.0±2.2)	24 (24.0±0.0)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
34-36 (35.0±1.2)	3	6	6	9	5.5-7 (6.0±0.5)
8-10 (9.0±1.5)	4 (4.0±0.0)	3-5 (4.0±0.7)	6-8 (7.0±0.9)	6-7 (6.9±0.5)	5-7 (5.5±0.6)
24-37 (28.0±5.1)	1-3 (1.5±0.8)	16-22 (19.0±2.3)	4-6 (4.7±1.1)	2	3-4 (3.5±0.5)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
10:1	5:1	-	-
4:1	3:1	1.6-2.4 (2.2±0.5)	7-10 (9.0±1.4)
6:1	5:1	2-4 (3.0±0.6)	8-13 (11.0±2.9)

TIPO CARLINA

Lo presenta Atractylis tutinii.

Isopolar, equinado, 3(-4)-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana subcircular a elíptico, en visión polar circular-lobado; suboblato, de tamaño mediano a magno.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal; endoapertura de tipo poro lolongado; mesoapertura no observada.

Espinas de punta no muy aguda sin perforaciones y base ancha y cónica, con perforaciones iguales o mayores a las del resto del téctum.

A MO y MEB coincide con el tipo "Carlina" (TORMO & al., 1984) donde se incluyen otras dos especies de Atractylis presentes en la Península Ibérica. De los estudios a MET realizados por estos autores en dichas especies se deduce que tienen un polen de tipo "Anthemoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966).

II.3.TRIBU CARDUEAE

Especies estudiadas:

- Amberboa lippii (L.) DC.

Distribución: Norte de Africa, suroeste de Asia, sureste de España y Linosa (Sicilia).
Floración: Marzo-Mayo.

- Carduncellus cuatrecasasii G. López

Distribución: Provincias de Granada y Jaén. Provincia Bética.
Floración: Mayo-Julio.

- Carduus carlinoides Gouan subsp. hispanicus (Kazmi) Franco

Distribución: Endémico de Sierra Nevada (Granada). Subsector Nevadense.
Floración: Julio-Septiembre.

- Carduus platypus Lange subsp. granatensis (Willk.) Nyman

Distribución: Centro y sur de la Península Ibérica.
Floración: Mayo-Julio.

- Centaurea granatensis Boiss. in DC.

Distribución: Frecuente y extendida por todas las sierras Béticas calizas. Provincia Bética.
Floración: Mayo-Agosto.

- Centaurea haenseleri (Boiss.) Boiss.

Distribución: Frecuente en Sierra Bermeja (Málaga), alcanzando las sierras de Tejeda y Almijara. Sectores Rondeño y Malacitano-almijarense.
Floración: Mayo-Julio.

- Centaurea lainzii Fdez. Casas

Distribución: Muy localizada en Sierra Bermeja (Málaga). Subsector Bermejense.
Floración: Junio-Julio.

- Centaurea mariana Nyman

Distribución: Frecuente en las sierras calcáreas de la comarca de Vélez Blanco y Vélez Rubio (Almería): el Maimón, Muela de Montalviche, Sierra de María Y Sierra del Gigante. Subsector Serrano-marianense.
Floración: Junio-Julio.

- Centaurea nevadensis Boiss. & Reuter

Distribución: Sierras Béticas, alcanzando la Serranía de Cuenca y la Sierra de Albarracín (Teruel).
Floración: Julio-Agosto.

- Centaurea prolongi Boiss. in DC.

Distribución: Endémica del Sector Rondeño. Provincia Bética.
Floración: Junio-Julio.

- Cirsium rosulatum Talavera & Valdés

Distribución: Escaso y muy localizado en las Sierras de

Cazorla y Segura (Jaén). Sector Subbético.
Floración: Junio-Agosto.

- Cyanopsis muricata (L.) Dostál.

Distribución: Provincias de Málaga y Granada. Sector Rondeño y Subsector Almijarense, alcanzando el Sector Alpujarro-gadorense.
Floración: Abril-Mayo.

- Cynara baetica (Sprengel) Pau.

Distribución: Endémica del sur de la Península Ibérica.
Floración: Junio-Agosto.

- Jurinea fontqueri Cuatrec.

Distribución: Vertiente norte del cerro Cárceles, en la Sierra de Mágina (Jaén). Subsector Subbético-maginense.
Floración: Julio-Agosto.

- Ptilostemon hispanicus (Lam.) W. Greuter

Distribución: Sur de España.
Floración: Julio-Agosto.

TIPO PTILOSTEMON

Lo presenta Ptilostemon hispanicus.

FIGURA 14.

TABLA IX.

Isopolar, equinado, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión merididana elíptico; en visión polar circular-lobado; subprolato, de tamaño magno.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo corto y estrecho; mesoapertura de tipo poro, difícil de observar al solaparse con la endoapertura; endoapertura de tipo poro lalongado, de extremos agudos, a veces con una constricción central. Se observa cómo las endoaperturas se unen entre sí para dar lugar a un surco ecuatorial contínuo.

Espinas de punta obtusa, sin perforaciones, y base también ancha con perforaciones mayores a las del resto del téctum.

Con el MET se observa un téctum externo grueso y perforado, excepto en la punta de las espinas; columelas gruesas, largas y ramificadas bajo las espinas, y más cortas e irregulares en el resto; téctum interno delgado, discontínuo. Cávea muy estrecha que se comunica con la base gruesa y muy uniforme. Endexina de c. 0.5 µm, 2-3 veces más gruesa que la base. A veces, la superficie interior presenta irregularidades por intrusión de material celular.

Según la terminología de SKVARLA & TURNER (1966), correspondería con el tipo "Senecioideo".

Esta especie fue estudiada por DIEZ (1987) a MO, incluyéndola en el tipo "Senecio vulgaris".

TIPO SERRATULA

Lo presentan: Amberboa lippii, Cyanopsis muricata y Jurinea fontqueri.

FIGURA 15. Amberboa lippii(L.) DC. (C-G), Cyanopsis muricata (L.) Dostál (A,B), Jurinea fontqueri Cuatrec. (H-K).

TABLA X.

Isopolar, equinado, 3(-4)-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana subcircular ligeramente elíptico, en visión polar circular-lobado (cuadrangular-lobados los 4-zonocolporados); suboblato a prolato-esferoidal, de tamaño mediano a magno.

Fosaperturado; ectoapertura de tipo colpo, desde muy corto (Cyanopsis muricata, Amberboa lippii, fig. 15, B, G); hasta subterminal (Jurinea fontqueri, fig. 15, J, K); endoapertura de tipo poro lolongado, a veces lalongado; mesoapertura no observable.

Espinas de punta más o menos aguda, sin perforaciones y base ancha, de cónica a subglobosa, con perforaciones iguales o mayores que las del resto del téctum.

Con el MET se observa un téctum externo muy perforado excepto en la punta de las espinas; columelas intratectales delgadas y poco ramificadas, dispuestas en una capa (a veces se anastomosan, dando la impresión de que hay dos); inmediatamente debajo una capa muy delgada de téctum interno; más abajo se encuentran las columelas propiamente dichas, gruesas y grandes, que se ensanchan y ramifican considerablemente en el ápice para unirse al téctum interno; en Jurinea fontqueri son de mayor grosor y, por ello, menos numerosas (fig. 15, H, I).

Base gruesa, de donde surgen las columelas. Endexina

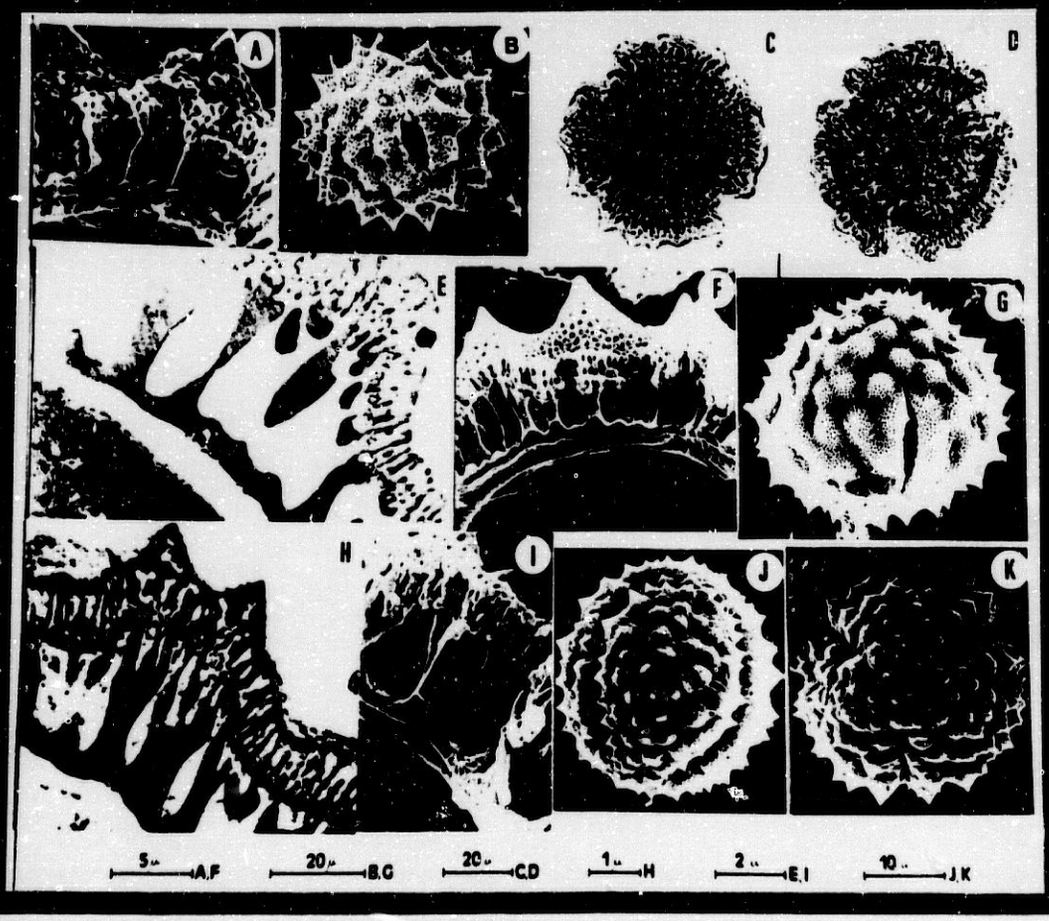


FIGURA 15. Amberboa lippii(L.) DC. (C-G), Cyanopsis muricata (L.) Dostál (A,B), Jurinea fontqueri Cuatrec. (H-K). A,B,F,G,I-K a MEB; C,D a MO; E,H a MET.

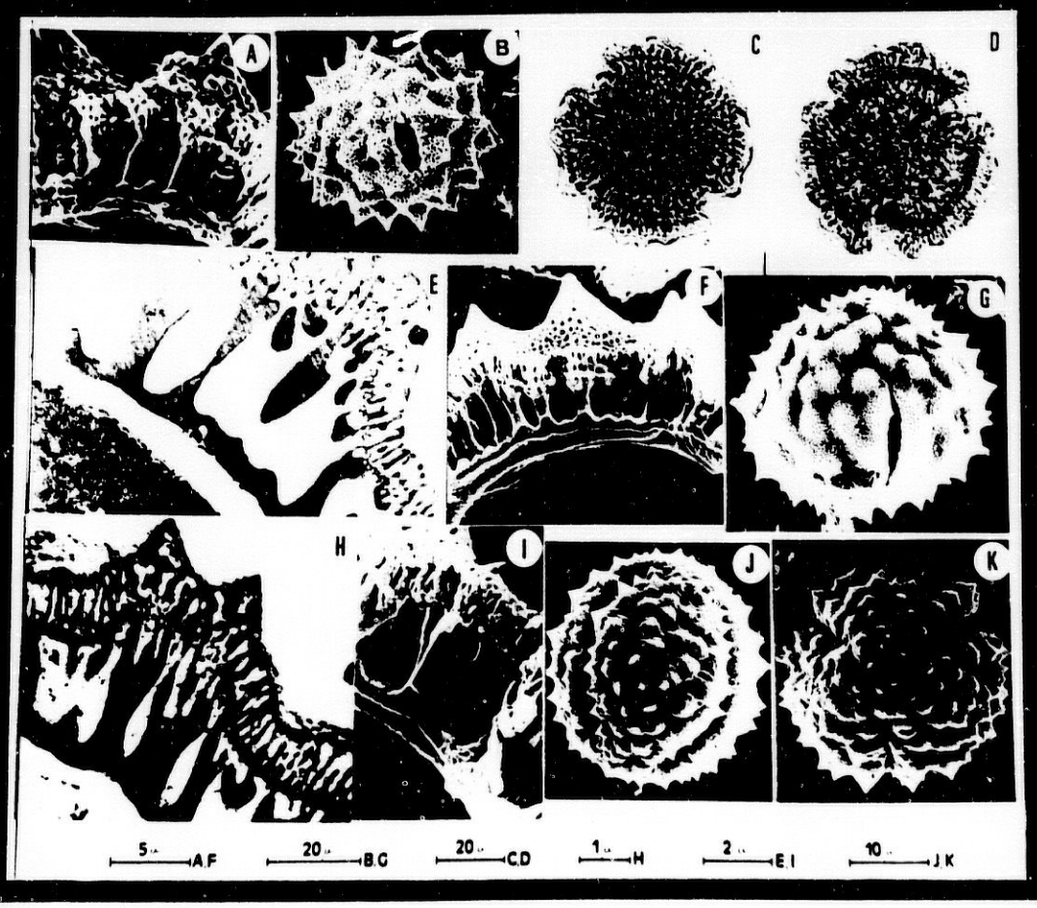


FIGURA 15. Amberboa lippii(L.) DC. (C-G), Cyanopsis muricata (L.) Dostál (A,B), Jurinea fontqueri Cuatrec. (H-K). A,B,F,G,I-K a MEB; C,D a MO; E,H a MET.

TABLA X

	P	E	P/E	M	A
Amberboa lippii AML	56-62 (59.0±3.0)	52-64 (57.0±3.7)	1.03	28-37 (33.0±3.5)	22-32 (26.0±3.5)
Cyanopsis muricata CYN	58-66 (62.0±4.6)	64-76 (67.0±5.3)	0.86	-	30-40 (35.0±2.4)
Jurinea fontqueri JUF	26-28 (27.0±1.3)	28-30 (29.0±1.1)	0.93	15-18 (16.0±1.1)	9-11 (10.0±1.1)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
23-28 (26.0±2.3)	0.5-2 (1.0±0.8)	4-9 (5.0±1.3)	7-10 (9.5±1.2)	-	-
36	2	-	-	8	10
16-24 (19.0±2.9)	1-1.5 (1.0±0.2)	-	16	5-6 (5.4±0.9)	3-4 (3.4±0.5)

sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
-	-	4-6 (5.0±0.6)	8-15 (11.0±3.2)
9:1	6:1	6-9 (7.0±0.9)	11-16 (13.0±2.0)
5:1	3:1	1.5	-

apenas teñida, de c. 1 µm de espesor, 1-2 veces tan gruesa como la base. Intina muy fina, a veces ondulada, sobre todo en su cara interna.

Este tipo polínico fue definido por WAGENITZ (1955) como tipo básico, a partir del cual se derivan los demás tipos de esta tribu siguiendo dos líneas evolutivas. Asímismo se corresponde con el tipo "Anthemoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966) descrito para la tribu "Anthemideae" en base a la estratificación exínica.

TIPO CARDUUS

Lo presentan: Carduus carlinoides subsp. hispanicus, Carduus platypus subsp. granatensis, Carduncellus cuatrecasasii, Cirsium rosulatum y Cynara baetica.

FIGURA 16. Carduncellus cuatrecasasii G. López (A,E), Carduus carlinoides Gouan subsp. hispanicus (Kazmi) Franco (H-J), Carduus platypus Lange subsp. granatensis (Willk.) Nyman (G), Cirsium rosulatum Talavera & Valdés (F,K-M), Cynara baetica (Sprengel) Pau (B-D).

TABLA XI.

Isopolar, equinado, 3-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana subcircular, en visión polar circular-lobado; suboblato a prolato-esferoidal, de tamaño mediano a magno.

Fosaperturado; ectoapertura de tipo colpo, desde muy corto (Cirsium rosulatum, fig. 16, M) hasta subterminal (Cynara baetica, Carduus carlinoides subsp. hispanicus, fig. 16, D, H); endoapertura de tipo poro lolongado; mesoapertura no observable.

Espinas de punta más o menos aguda sin perforaciones y base ancha, de cónica a subglobosa, con perforaciones mayores que las del resto del téctum; a veces las espinas se unen entre sí mediante finas elevaciones del téctum a modo de crestas (Cynara baetica, Cirsium rosulatum, fig. 16, D,L).

Con el MET se observa un téctum externo grueso y muy perforado, excepto en la punta de las espinas; columelas tectales largas y más o menos cilíndricas en una o dos capas según las especies; en correspondencia con éste último carácter puede existir un téctum interno sencillo (Carduus carlinoides subsp. hispanicus, Cirsium rosulatum, fig. 16, J, K) o doble (Cynara alba, Carduncellus cuatrecasasii, fig. 16, B, E). Columelas propiamente dichas muy escasas, en algunos casos difíciles de detectar, sobre todo localizadas cerca de las aperturas, ramificadas en su parte superior. Por ello queda una gran cávea, mayor bajo las espinas.

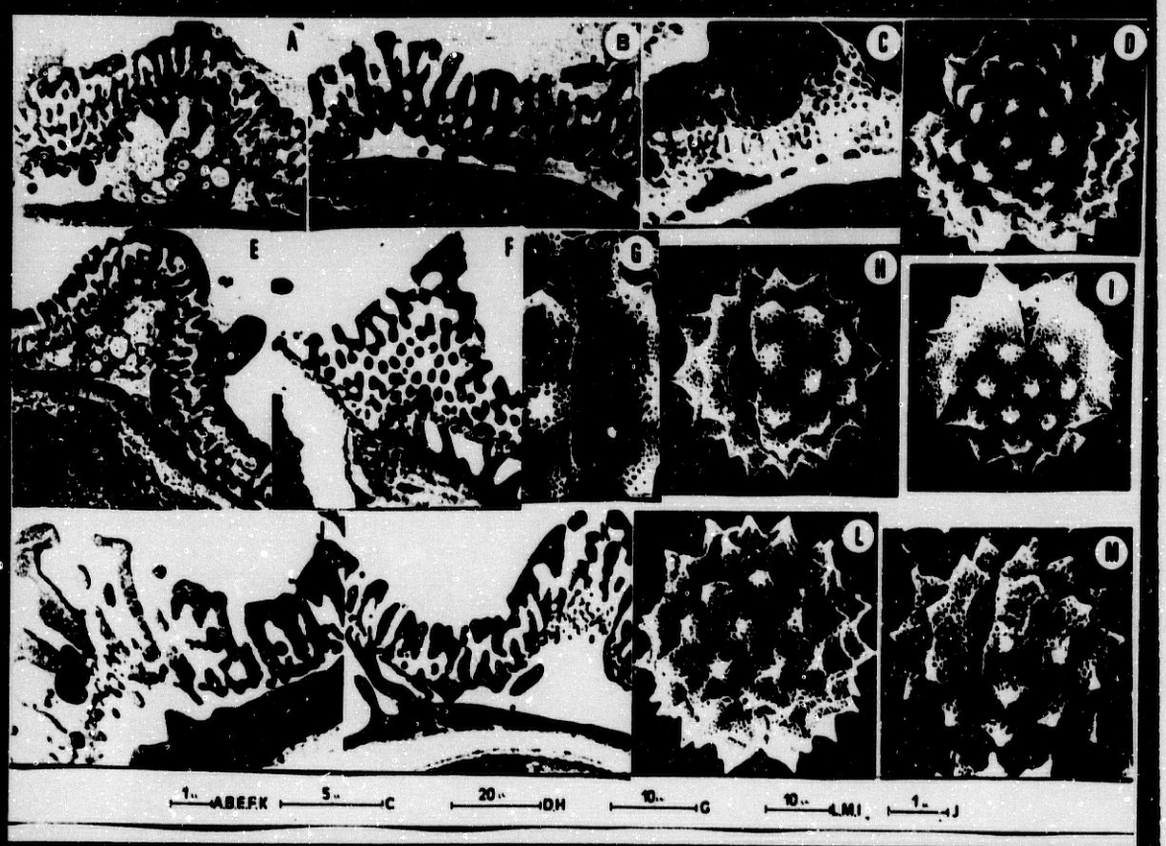


FIGURA 16. Carduncellus cuatrecasasii G. López (A,E), Carduus carlinoides Gouan subsp. hispanicus (Kazmi) Franco (H-J), Carduus platypus Lange subsp. granatensis (Willk.) Nyman (G), Cirsium rosulatum Talavera & Valdés (F,K-M), Cynara baetica (Sprengel) Pau (B-D). A,B,E,F,J,K a MET; C,D,G,H,I,L,M a MEB.

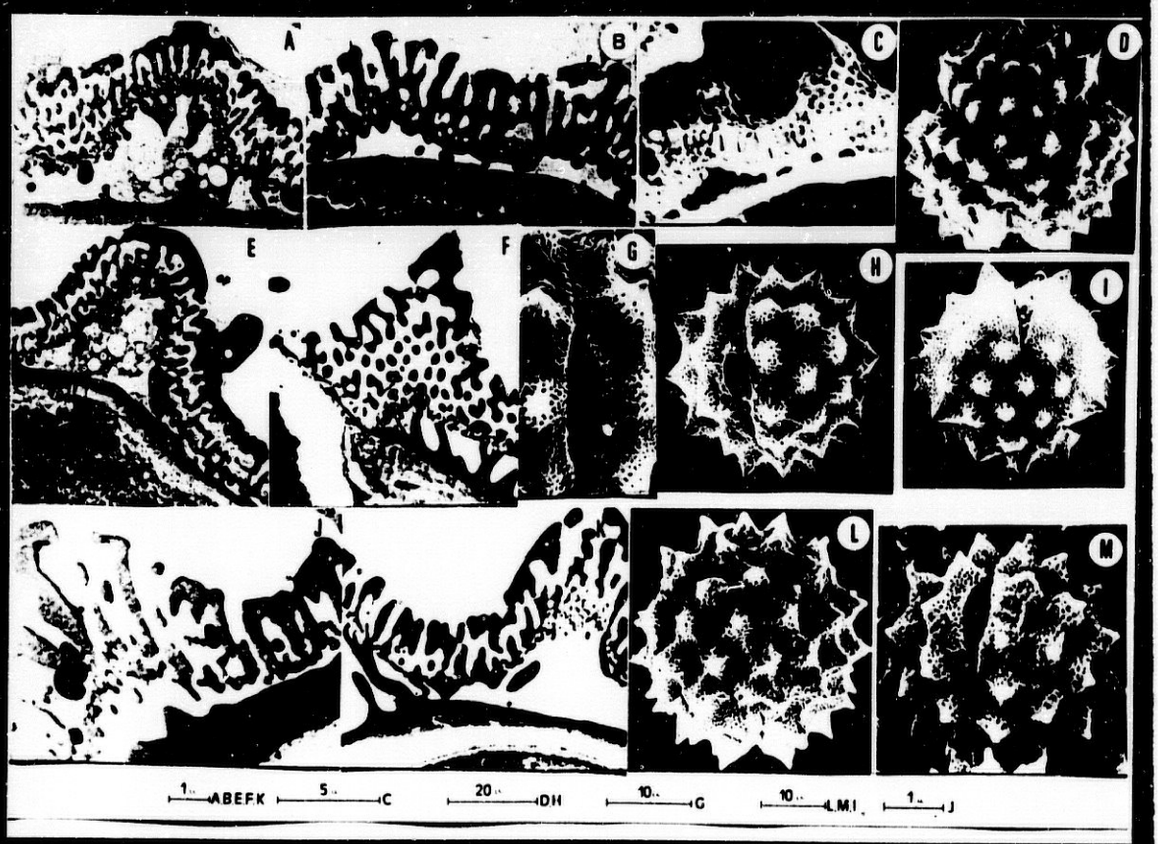


FIGURA 16. Carduncellus cuatrecasasii G. López (A,E), Carduus carlinoides Gouan subsp. hispanicus (Kazmi) Franco (H-J), Carduus platypus Lange subsp. granatensis (Willk.) Nyman (G), Cirsium rosulatum Talavera & Valdés (F,K-M), Cynara baetica (Sprengel) Pau (B-D). A,B,E,F,J,K a MET; C,D,G,H,I,L,M a MEB.

TABLA XI

	P	E	P/E	M	A
Carduncellus cuatrecasasii CAC	42-60 (53.0±3.8)	42-50 (47.0±1.9)	0.89	19-29 (23.0±2.8)	16-24 (19.0±1.9)
Carduus carlinoides subsp. hispanicus CAH	41-48 (44.0±2.8)	40-45 (42.0±2.0)	1.04	19-22 (21.0±1.4)	16-22 (19.0±2.0)
Carduus platypus subsp. granatensis CAG	42-48 (45.0±2.9)	48-52 (49.0±1.8)	0.91	23-26 (25.0±1.6)	22-28 (25.0±2.2)
Cirsium rosulatum CIR	35-38 (36.0±1.3)	40-46 (42.0±2.0)	0.86	23-24 (23.8±0.6)	20-23 (22.0±1.6)
Cynara baetica CYB	50-52 (51.0±1.1)	52-58 (55.0±2.1)	0.92	28-30 (29.0±2.1)	20-25 (23.0±1.5)

Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e	ex.p
23-33 (27.0±2.9)	4-8 (5.0±1.0)	5-13 (7.0±1.8)	5-9 (8.0±1.4)	-	-
25-34 (29.0±4.2)	2-3 (2.4±0.4)	9-14 (10.0±2.3)	3-6 (5.0±1.9)	3	3
29-32 (31.0±1.9)	2 (2.0±0.0)	8	5	4	3
20-23 (22.0±1.6)	1 (1.0±0.0)	4-8 (7.0±1.6)	7-10 (8.0±1.5)	5 (5.0±0.0)	4 (4.0±0.0
32-36 (34.0±2.3)	3-6 (5.0±1.4)	5-10 (8.0±2.1)	6-10 (9.0±3.1)	4 (4.0±0.0)	3

TABLA XI (continuación)

	sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De	Lm	Am
Carduncellus cuatreacasii CAC	-	-	3-4 (3.6±0.2)	6-10 (9.0±0.9)	13-21 (15.0±2.9)	4-5 (4.1±0.5
Carduus carlinoides subsp. hispanicus CAH	3:1	3:1	4-6 (5.0±0.7)	4-12 (8.0±2.3)	-	-
Carduus platypus subsp. granatensis CAG	4:1	3:1	5-6 (5.6±0.7)	9-15 (11.0±0.2)	-	-
Cirsium rosulatum CIR	5:1	4:1	6 (6.0±0.0)	9-13 (11.0±1.3)	-	-
Cynara baetica CYB	6:1	8:1	4-5 (4.2±0.4)	7-16 (10.0±3.2)	5-10 (8.1±0.0)	12-15 (13.0±2.0

En Cirsium rosulatum (fig. 16, F, K) se observa que las columelas localizadas bajo las espinas están inclinadas, apoyando así las observaciones de varios autores (STIX, 1960); ERDTMAN, 1961; INCEOGLU & KARAMUSTAFA, 1977; MOORE & WEBB, 1978) que no observaron otros (TORMO & UBERA, 1988b).

Base más o menos gruesa, de superficie externa irregular. Endexina lamelar, de c. 1 µm de espesor, 1-3 veces más gruesa que la base, a veces con la superficie interna muy ondulada (Cynara baetica, fig. 16, B).

Según la estructura sexínica observada, se trata de un polen tipo "Senecioideo" (SKVARLA & TURNER, 1966).

TIPO CENTAUREA

Lo presentan las especies del género Centaurea.

FIGURA 17. Centaurea granatensis Boiss in DC. (D), C. haenseleri (Boiss.) Boiss. (A-C), C. mariana Nyman (F-K), C. prolongi Boiss. in DC. (E).

TABLA XII.

Isopolar, verrugoso (Centaurea granatensis, C. lainzii, C. mariana y C. nevadensis, fig. 17, D, H) o equinulado (C. haenseleri y C. prolongi, fig. 17, C, E); 3(-4)-zonocolporado, con simetría radial; en visión meridiana elíptico, en visión polar ligeramente circular-lobado a subtriangular; de oblato-esferoidal a subprolato, de tamaño mediano a magno.

Fosaperturado; ectoapertura en forma de colpo subterminal, estrecho; mesoapertura de tipo poro lolongado; endoapertura de tipo poro lalongado, de extremos agudos y constreñida en el centro (fig. 17, G) a veces soldada con las adyacentes formando un surco ecuatorial contínuo (fig. 17,F).

Con el MEB se observa un reborde alrededor del poro. Espínulas con punta obtusa no perforada; verrugas, sin perforaciones, dispuestas irregularmente sobre un téctum microperforado.

Con el MET se observa, en Centaurea mariana, un téctum externo grueso, microperforado; columelas delgadas, cilíndricas, poco ramificadas, dispuestas en dos estratos separados en sendos téctum internos; cávea muy estrecha.

Base gruesa, contínua, homogénea. Endexina lamelar, de c. 0.5 µm de espesor, 1-2 veces tan gruesa como la base. La sexina presenta forámenes internos, más abundantes en las columelas intratectales, tratándose de un polen tipo

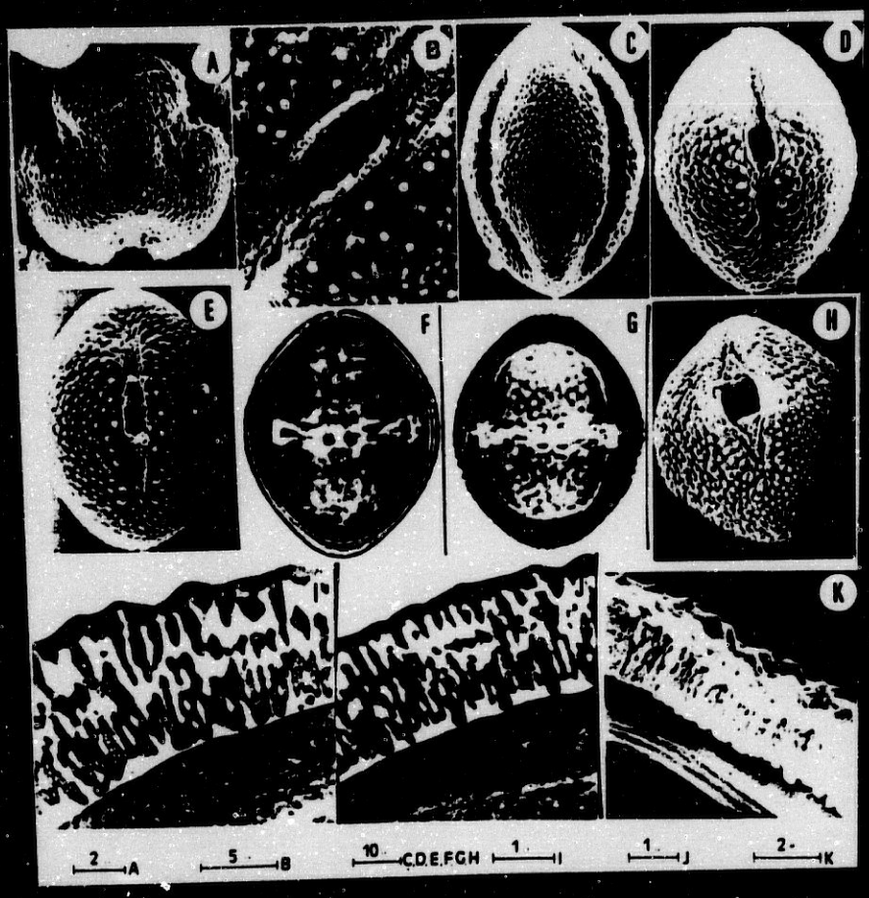


FIGURA 17. Centaurea granatensis Boiss in DC. (D), C. haenseleri (Boiss.) Boiss. (A-C), C. mariana Nyman (F-K), C. prolongi Boiss. in DC. (E). A-E,H,K a MEB; F,G a MO; I,J a MET.

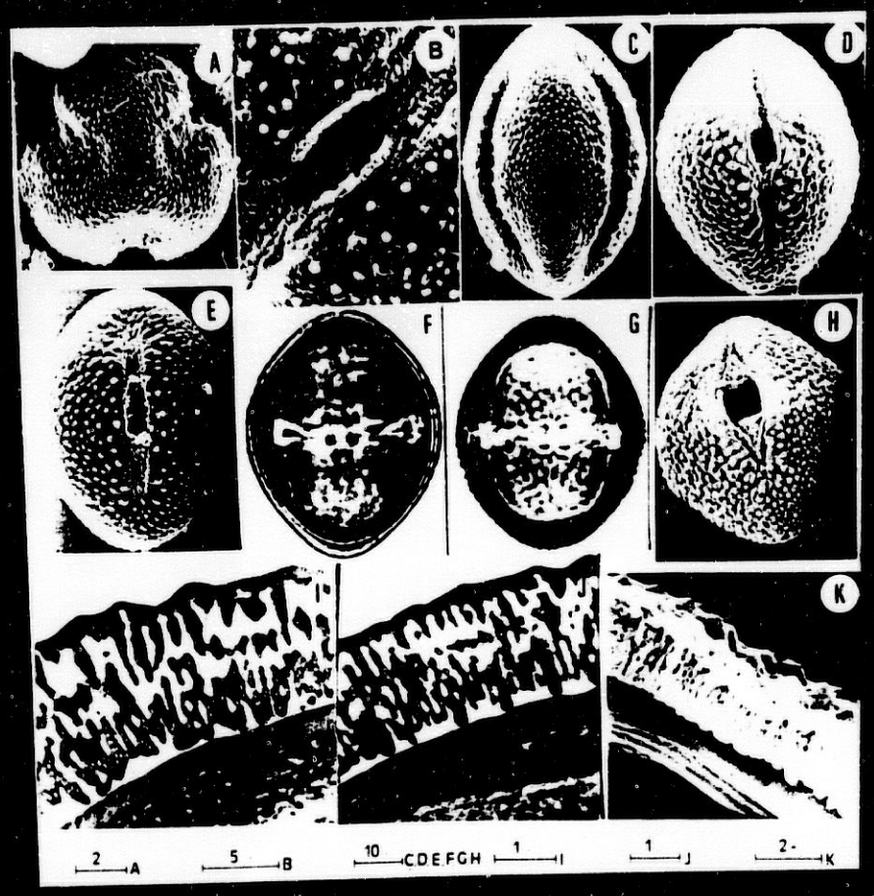


FIGURA 17. Centaurea granatensis Boiss in DC. (D), C. haenseleri (Boiss.) Boiss. (A-C), C. mariana Nyman (F-K), C. prolongi Boiss. in DC. (E). A-E,H,K a MEB; F,G a MO; I,J a MET.

TABLA XII

	P	E	P/E	M	A
Centaurea granatensis CEG-1	49-58 (53.0±2.7)	44-48 (45.0±2.0)	1.17	24-28 (26.0±1.6)	8-11 (10.0±1.4)
Centaurea granatensis CEG-2	46-52 (49.0±2.1)	46-50 (47.0±1.4)	1.03	25-30 (27.0±1.8)	15-18 (17.0±1.4)
Centaurea granatensis CEG-3	50-57 (53.0±2.7)	40-44 (42.0±1.6)	1.27	25-28 (26.0±1.5)	12-15 (14.0±1.4)
Centaurea haenseleri CEH	60-67 (63.0±3.0)	52-57 (54.0±2.4)	1.27	34-38 (36.0±2.1)	10-14 (12.0±1.8)
Centaurea lainzii CEL	66-78 (74.0±5.0)	61-65 (63.0±2.0)	1.16	38-44 (42.0±2.6)	15-21 (18.0±2.5)
Centaurea mariana CEM	50-55 (51.0±2.1)	42-46 (45.0±1.5)	1.15	26-29 (28.0±1.4)	16-20 (18.8±1.6)
Centaurea nevadensis CEN	40-48 (44.0±3.5)	38-44 (40.0±2.4)	1.11	22-26 (24.0±1.5)	10-15 (11.0±2.4)
Centaurea prolongi CEP-1	54-70 (60.0±5.3)	46-47 (46.8±0.7)	1.27	30-36 (33.0±2.0)	22-24 (23.0±1.5)
Centaurea prolongi CEP-2	64-74 (68.0±3.8)	47	1.45	26-30 (28.0±2.1)	15-16 (15.8±0.6)

TABLA XII (continuación)

	Lc	Ac	Lp	Ap	ex.e
Centaurea granatensis CEG-1	28-36 (33.0±3.3)	1-2.5 (2.0±0.7)	4-6 (5.0±0.8)	6-8 (7.0±1.0)	8-9 (8.4±0.7)
Centaurea granatensis CEG-2	24-32 (28.0±4.3)	2.5-5 (4.0±1.2)	4-8 (6.0±1.4)	6-10 (7.0±1.9)	8 (8.0±0.0)
Centaurea granatensis CEG-3	32-40 (36.0±0.7)	3-4 (3.6±0.7)	12-16 (14.0±2.0)	6-9 (7.0±1.1)	6-9 (8.0±0.7)
Centaurea haenseleri CEH	26-34 (30.0±4.0)	2-3 (2.2±0.9)	5-12 (9.0±3.2)	4-12 (9.0±2.8)	10
Centaurea lainzii CEL	40-48 (45.0±2.5)	1.5-3 (1.8±0.7)	6 (6.0±0.0)	9-10 (9.6±1.4)	8-11 (9.0±1.4)
Centaurea mariana CEM	30-36 (33.0±2.4)	2-4 (3.0±0.8)	2-5 (4.0±0.8)	18-24 (21.0±2.3)	6 (6.0±0.0)
Centaurea nevadensis CEN	30-36 (33.0±2.5)	1-2 (1.4±0.6)	3-4 (3.6±0.7)	8-10 (9.0±1.4)	3-7 (5.0±1.6)
Centaurea prolongi CEP-1	36-44 (40.0±2.8)	1-3 (2.0±0.7)	4-9 (6.0±1.8)	19-22 (21.0±1.6)	6-7 (6.4±1.4)
Centaurea prolongi CEP-2	44-51 (46.0±3.6)	1-3 (2.0±0.8)	5-8 (6.5±2.0)	18-28 (24.0±2.0)	10-12 (11.0±1.2)

TABLA XII (continuación)

	ex.p	sex/nex.e	sex/nex.p	Te	De
Centaurea granatensis CEG-1	6-8 (6.3±0.8)	2:1	4:1	-	-
Centaurea granatensis CEG-2	5-7 (6.0±0.8)	4:1	3:1	-	-
Centaurea granatensis CEG-3	6-7 (6.4±0.8)	4:1	6:1	-	-
Centaurea haenseleri CEH	7	3:1	1:1	-	-
Centaurea lainzii CEL	10 (10.0±0.0)	6:1	3:1	-	-
Centaurea mariana CEM	6 (6.0±0.0)	2:1	4:1	-	-
Centaurea nevadensis CEN	4 (4.0±0.0)	3:1	3:1	1 (1.0±0.0)	5 (5.0±0.0)
Centaurea prolongi CEP-1	6-8 (6.4±1.2)	4:1	3:1	-	-
Centaurea prolongi CEP-2	6-7 (6.5±0.7)	5:1	3:1	-	-

TABLA XII (continuación)

	Lm	Am
Centaurea granatensis CEG-1	3-6 (4.0±1.0)	12-18 (14.0±2.3)
Centaurea granatensis CEG-2	3-6 (5.0±1.0)	16-27 (21.0±4.0)
Centaurea granatensis CEG-3	3-5 (4.0±0.7)	18-22 (19.0±1.7)
Centaurea haenseleri CEH	7-9 (8.0±0.9)	23-32 (27.0±4.6)
Centaurea lainzii CEL	-	-
Centaurea mariana CEM	5-10 (8.0±3.0)	4-6 (5.0±1.4)
Centaurea nevadensis CEN	-	-
Centaurea prolongi CEP-1	10-11 (10.5±1.1)	6-8 (7.0±0.9)
Centaurea prolongi CEP-2	10-16 (13.0±2.4)	5-11 (8.0±2.4)

"Helianthoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966).

WAGENITZ (1955) incluyó a Centaurea granatensis y C. mariana en el "tipo Scabiosa", caracterizado fundamentalmete por la presencia de dos estratos de columelas intratectales.

DISCUSION

En este capítulo se incluyen diversas consideraciones que constituyen una síntesis de los resultados obtenidos en el estudio polínico de plantas endémicas del sureste peninsular, pertenecientes a la familia Asteraceae. Se esquematizan en los siguientes apartados:

1. TERMINOLOGIA RECOMENDADA.

La morfología polínica de las Compuestas es muy variada a nivel externo e interno (euripalina), como bien se desmuestra en los trabajos realizados sobre esta familia. A pesar de que los diferentes tipos polínicos que presentan se han estudiado y se conocen en profundidad, al no estar clara la sistemática del grupo no se puede decir nada sobre la derivación de unos tipos a partir de otros. Existe, por ejemplo, un abismo entre dos tipos polínicos habitualmente considerados, foraminados y no foraminados, y sus relaciones son poco claras. Si los tipos a nivel global son conocidos, queda todavía mucho por estudiar, sobre todo a MET.

Tras el estudio pormenorizado de la bibliografía, se ha observado un gran confusionismo en lo referente a la nomenclatura de los estratos exínicos. Según lo observado en las especies estudiadas, la terminología más adecuada es la siguiente:

EXINA NO CAVEADA: Fig. 18,A.

- Téctum externo (SKVARLA & LARSON, 1965).
- Columelas tectales (DIMON,1971).
- Téctum interno (SKVARLA & LARSON, l. c.).
- Columelas (s. str., DIMON, l. c.).
- Base (s. str.).

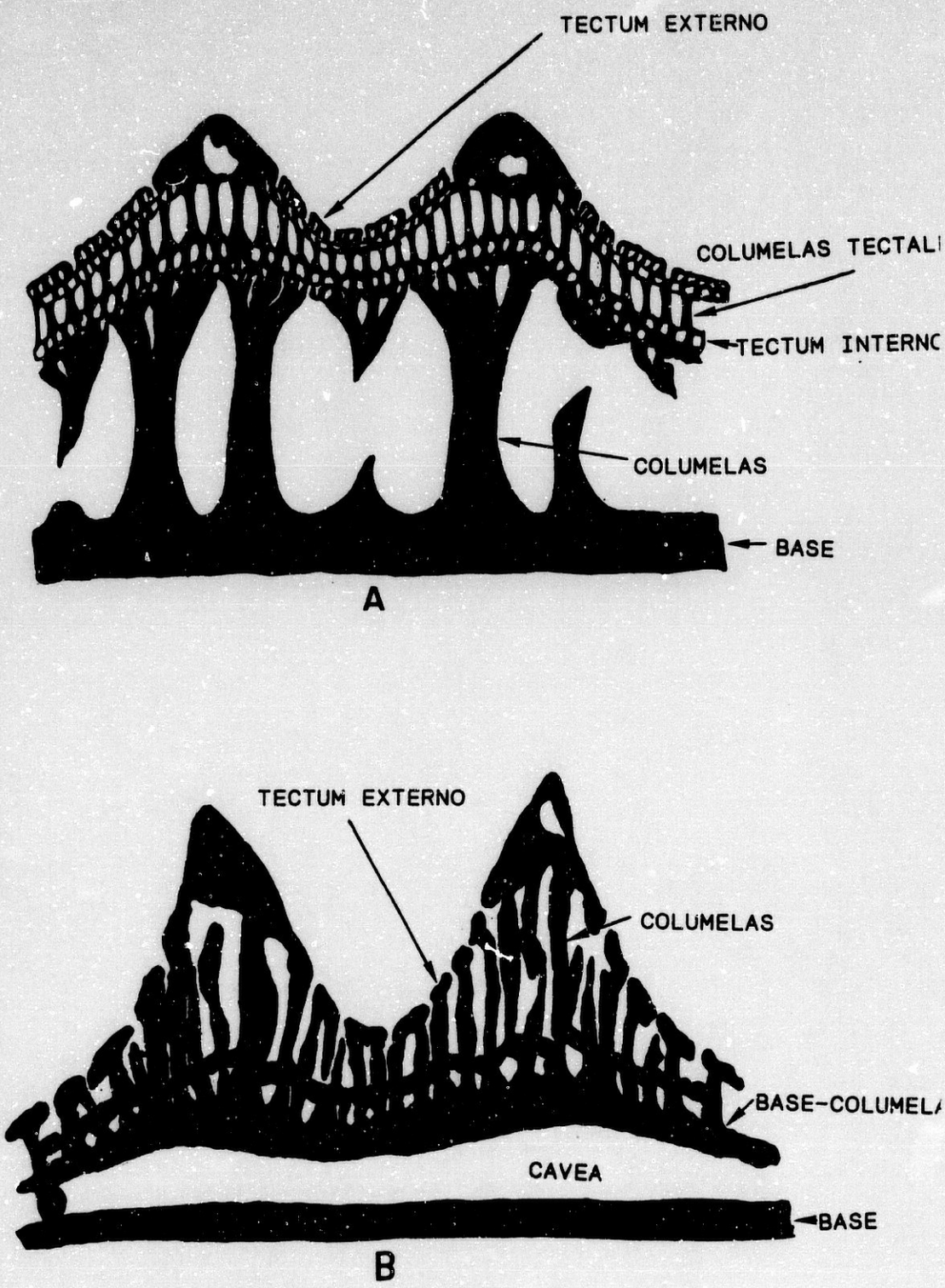


FIGURA 18 . Terminología recomendada para la estratificación exínica: A, exina no caveada; B, exina caveada.

EXINA CAVEADA: Fig. 18,B.

- Téctum externo (SKVARLA & LARSON, 1965).
- Columelas (s. str., DIMON, 1971). En este estrato pueden aparecer una o más capas de téctum interno, por lo que las columelas quedan en dos o más niveles superpuestos (SKVARLA & LARSON, l. c.).
- Base-columelar (SKVARLA & TURNER, 1966).
- Cávea (SKVARLA & LARSON, l. c.).
- Base (s. str.).

Entre la base-columelar y la base propiamente dicha, a veces pueden aparecer contactos que semejan columelas intracaveales, sobre todo cuando las cáveas no están suficientemente desarrolladas.

2. TIPOS DE ESTRUCTURA EXINICA.

A pesar de la gran variabilidad observada, que se ha traducido en la descripción de 14 tipos polínicos, a nivel ultraestructural (MET) existen cuatro modelos básicos de esta estratificación exínica:

2.1. Exina no caveada, sin forámenes internos. Es el tipo básico denominado "Anthemoideo" (SKVARLA & TURNER, 1966). Se encuentra en los tipos polínicos "Anthemis" (fig. 8), "Artemisia" (fig. 9), "Carlina" y "Atractylis" (fig. 14, A-E) y tipo "Serratula" (fig. 15).

2.2. Exina caveada, con columelas residuales, a veces presentes sólo en las zonas próximas a las aperturas, sin forámenes internos. Aparece en los tipos polínicos "Scorzonera" (fig. 11), "Taraxacun" (fig. 12 y 13, D-F, H-J), "Rothmaleria" (fig. 13, A-C, G) y "Carduus" (fig. 16).

2.3. Exina caveada, con forámenes internos. Se presenta en los tipos "Erigeron" (fig. 6), "Ifloga" (fig. 7) y "Centaurea" (fig. 17).

2.4. Exina caveada, sin forámenes internos. Se observa en los tipos "Senecio" (fig. 10) y "Ptilostemon" (fig. 14, F-J).

3. ORIGEN DE LA CAVEA.

Como se puede observar, la exina de la familia Asteraceae está bastante estructurada, fundamentalmente la ectexina. Esto le confiere cierta rigidez, lo que conlleva a su vez una baja capacidad harmomégata, tan sólo localizada a

nivel de las aperturas.

En muchas familias de plantas superiores se observa que la capacidad harmomégata se extiende al conjunto de la exina. En el caso de las Compuestas, los mecanismos utilizados para aumentar dicha capacidad son, fundamentalmente, el desarrollo de forámenes en la ectexina y la aparición de las cáveas. Parece ser que ésta última opción ha surgido más recientemente y es de mayor efectividad, ya que se pueden observar pólenes con tendencia a la reducción de la parte foraminada a favor de la ampliación de las cáveas.

En base a los resultados obtenidos con respecto a los modelos de estructuración exínica, se plantean dos hipótesis sobre el origen de la cávea:

3.1. Por pérdida de columelas. Tiene lugar en las exinas no foraminadas. Según esta hipótesis, se habría producido una evolución desde el tipo 2.1 pasando por el 2.2 hasta el tipo 2.4 (los números corresponden a los tipos mencionados en el apartado anterior).

3.2. Por apertura en el seno de la base. Ocurre en las exinas foraminadas (como ya señalaron SKVARLA & TURNER, 1966). Este tipo de origen puede observarse en la tribu Inuleae, en el tipo polínico "Ifloga" (fig.7); partiendo de un polen hipotético primitivo con forámenes internos y no caveado (fig. 19, A), lo primero que tiene lugar es la apertura de pequeñas cavidades en el seno de la base (Lasiopogon muscoides, fig. 7, K; fig. 19, B); el caso de Ifloga spicata es básicamente el mismo, pero representa una línea evolutiva hacia la formación de cáveas tectales por desaparición de columelas tectales (fig. 7, I; fig. 19, C). La evolución de la cávea continúa por ampliación progresiva y desaparición de contactos en su interior (que podrían denominarse columelas intracaveales); sería el caso de Leysera leyseroides. En esta última especie aparecen zonas (fig. 19, D) en las que persisten aún restos de la base (no foraminada) adheridos a la base-columelar (foraminada), mientras que en la mayor parte del polen (fig. 7, J; fig. 19, E) esos restos han desaparecido por completo; de esta forma aumenta la amplitud de la cávea.

En el tipo "Centaurea" (fig.17) también se aprecia el mismo estadío intermedio aludido, pues coexisten restos de base no foraminada adheridos a la base-columelar.

La evolución por esta vía podría continuar por eliminación progresiva de las columelas (foraminadas), hasta llegar, como en la primera hipótesis, a la formación de exinas caveadas y no foraminadas (fig. 19, F).

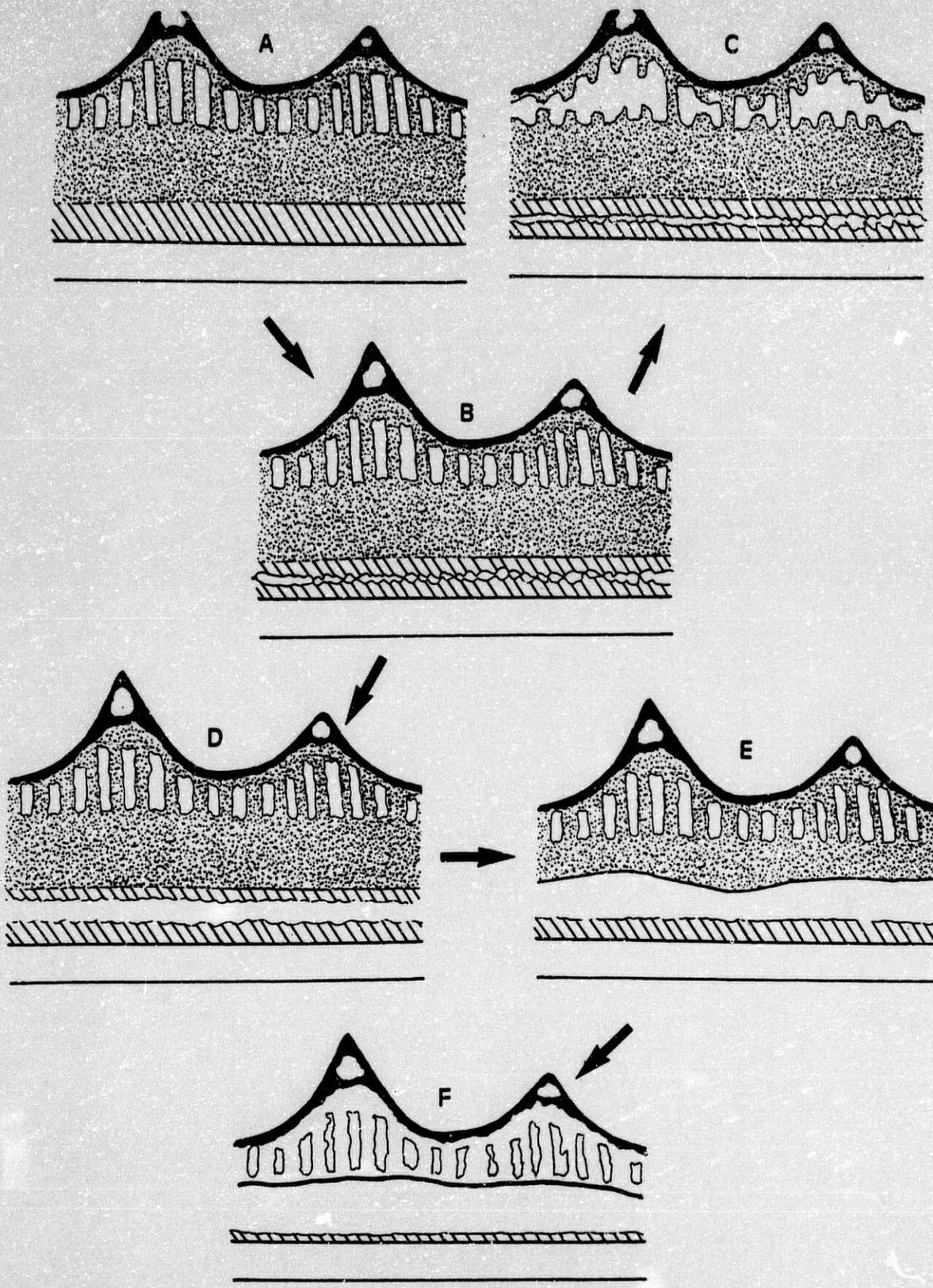


FIGURA 19. Origen de la cávea por apertura en el seno de la base.

4. TERMINO BASE-COLUMELAR.

Dicho término ya fue utilizado por SKVARLA & TURNER (1966), aunque no totalmente definido. Estos autores dieron tres posibles interpretaciones al origen de este estrato: (1) que fuese parte de un estrato basal único originario (foot-layer=base) que se abrió durante la ontogenia de la cávea, (2) que se tratara de un segundo estrato basal o (3) que formara parte inherente de las columelas. En un trabajo posterior (SKVARLA & al., 1977) estos autores señalaron la formación de la cávea por apertura en el seno de la base, apostando, pues, por la segunda hipótesis. A pesar de ello no se explicaban por qué en las exinas con forámenes internos la base no los presenta.

La hipótesis que, como resultado del trabajo realizado en esta Memoria, se plantea a continuación, permite explicar esta cuestión. En las exinas no foraminadas la cávea se crea por pérdida de las columelas; la base-columelar es, en este caso, la base de las columelas tectales del modelo original (que pasan a ser columelas propiamente dichas). En las exinas foraminadas la cávea se abre en el seno de la base, de manera que la base-columelar es la unión de la parte basal de la columelas (base-columelar s. str.) y la parte de la base que se ha separado. En algunos pólenes aún se pueden observar ambas partes juntas, ya que la base (s. str.) no presenta forámenes internos (Leysera leyseroides, tipo "Centaurea").

5. COMENTARIOS PARTICULARES SOBRE LOS TIPOS POLINICOS ESTUDIADOS.

5.1. TIPOS "ANTHEMIS" Y "ARTEMISIA". Los estudios a MET realizados en la presente Memoria corroboran los resultados obtenidos por SKVARLA & LARSON (1965). En el tipo "Artemisia" se presentan varios niveles de téctum internos que separan varios estratos de pequeñas columelas tectales. Estos estratos en conjunto constituyen un nivel denso, en el que es difícil distinguir el número de capas presentes. El tamaño polínico reducido y la presencia de espínulas en lugar de espinas son caracteres que individualizan el género Artemisia dentro de la tribu Anthemideae.

El tipo "Anthemis" presenta un sólo nivel de téctum interno, es equinado y de mayor tamaño.

5.2. TIPOS "SCORZONERA ALBICANS" Y "S. REVERCHONII". La variabilidad y complejidad del polen de la subtribu Scorzonerinae se pone de manifiesto en los dos tipos polínicos definidos para las dos únicas especies estudiadas. A pesar de que se han llevado a cabo

estudios profundos de esta subtribu (BLACKMORE, 1976, 1981), y concretamente de las especies españolas (DIAZ DE LA GUARDIA & BLANCA, 1983), se hace necesario un detallado análisis de la estructura exínica a MET para completar los trabajos realizados.

5.3. TIPO TARAXACUM. El número de espinas en el casquete polar, carácter que se ha utilizado para distinguir algunas especies, varía entre las poblaciones estudiadas de Launaea arborescens, Launaea nudicaulis y Leontodon microcephalus; esto sugiere que dicho parámetro no tiene el mismo valor taxonómico en todos los casos.

Ultraestructuralmente es un tipo polínico bastante homogéneo.

5.4. ROTHMALERIA GRANATENSIS. Los estudios a MET realizados vienen a completar el trabajo de BLACKMORE (1981) utilizando el MEB, obteniendo nuevos datos para aclarar las relaciones filogenéticas existentes entre Rothmaleria granatensis y el resto de las especies de la subtribu Hyoseridinae; la existencia en esta especie de un modelo de estratificación exínica que la incluye en el tipo "Scolymus" la relaciona con los géneros Hymenonema y Catananche. También BOISSIER (1839) sugirió que Rothmaleria granatensis presenta caracteres morfológicos intermedios entre los géneros Catananche y Scolymus; los estudios polínicos realizados corroboran esta suposición.

5.5. ATRACTYLIS CANCELLATA. Esta especie ha sido ampliamente estudiada junto al resto de los representantes de este género en la Península Ibérica (TORMO & al., 1984; TORMO & UBERA, 1990), excepto A. tutinii, que se estudia en esta Memoria por primera vez. Los resultados obtenidos apoyan la idea de otros autores con respecto a la separación de A. cancellata del resto de las especies (TORMO & al., l. c.) y la relación de estas últimas con el género Carlina.

5.6. TIPO SERRATULA. Fue definido para algunas especies de la tribu Cardueae (WAGENITZ, 1955). Este tipo polínico y el "Anthemoideo" definido para la tribu Anthemideae (SKVARLA & TURNER, 1966) son a nivel de estructura exínica iguales. Ambos se pueden considerar tipos primitivos, ya que conservan aún columelas grandes y numerosas y no presentan cávea.

5.7. TIPOS SENECIO Y PTILOSTEMON. Ambos modelos son muy

semejantes y constituyen los tipos más evolucionados, con cávea, sin forámenes internos, con 1(-2) estratos de columelas y base-columelar profusamente perforada. Parece ser que este esquema exínico se ha conseguido independientemente dentro de las dos subfamilias que constituyen las Compuestas, ya que los géneros Senecio y Ptilostemon se encuentran muy alejados filogenéticamente.

CONCLUSIONES

1. Se han estudiado a MO, MEB y MET los pólenes de 48 táxones de la familia Asteraceae, de las cuales 31 son estrictamente endémicos del sureste peninsular, 6 se extienden por todo el sur, con mayor representación hacia el oriente, 10 son especies bético-norteafricanas y una se distribuye por las Sierras Béticas y el este peninsular.

2. Se han medido hasta 17 parámetros polínicos de cada una de las poblaciones estudiadas y se han descrito un total de 14 tipos polínicos diferentes.

3. Se propone la terminología más idónea para los estratos exínicos, tanto en las exinas caveadas como en las no caveadas.

4. Existen cuatro tipos básicos de estructuración de la exina en el polen de las especies estudiadas:

   - no caveada, sin forámenes internos,
   - caveada, con columelas residuales, sin forámenes internos,
   - caveada, con forámenes internos,
   - caveada, sin forámenes internos.

5. La formación de cáveas en la exina se ha producido en diferentes líneas filéticas, para aumentar la capacidad harmomégata de un polen fuertemente estructurado.

6. Se describen dos vías para la formación de las cáveas: por desaparición de columelas o por apertura en el seno de la base.

7. El término base-columelar debe usarse en pólenes caveados para designar la parte de la exina que se encuentra debajo de las columelas.

8. Por sus caracteres polínicos, Atractylis cancellata es muy diferente al resto de las especies del género, que tienen un polen similar al del género Carlina.

9. Los tipos polínicos "Seratulla" y "Anthemoideo", definidos por distintos autores para tribus diferentes, son iguales en morfología y estructuración exínica.

10. Se considera que los tipos polínicos "Senecio" y "Ptilostemon" son los más evolucionados, por ser caveados y carecer de forámenes internos.

BIBLIOGRAFIA

BELMONTE SOLER, J. & J. M. ROURE-NOLLA (1985). Contenido polínico de la atmósfera de Cataluña. Resultados año 1983. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 2:319-329.

BENEDI i GONZALEZ, C. (1988). Aportación al conocimiento palinológico del género Anthemis L. en la Península Ibérica e Islas Baleares. In: Civis Llovera, J. & M. F. Valle Hernández (eds.), Actas del VI Simposio de Palinología, 15-23. Salamanca.

BISCHOFF, G. W. (1833). Handbuch der botanischen Terminologie und Systemakunde. I. Nürnberg.

BLACKMORE, S. (1976). Palynology and the Systematics of tribe Cichorieae, family Compositae. Ph. D. thesis, University of Reading.

BLACKMORE, S. (1981). Palynology and intergeneric relationships in subtribe Hyoseridinae (Compositae: Lactuceae). Botanical Journal of the Linnean Society 82:1-13.

BLACKMORE, S. (1982). A functional interpretation of Lactuceae (Compositae) pollen. Pl. Syst. Evol. 141:153-168.

BLANCA, G. & M. CUETO (1985). Crepis pigmaea L. (Compositae) en el sur de la Península Ibérica. Anales del Jardín Botánico de Madrid 41(2):341-349.

BLANCA, G. & C. DIAZ DE LA GUARDIA (1985). Avellara, género nuevo de la tribu Lactuceae (Compositae) en la Península Ibérica. Candollea 40:447-458.

BLANCA, G. & VALLE, F. (1986). Endemismos vegetales de Andalucía oriental. Memoria inédita del proyecto ICONA-Universidades andaluzas. Granada.

BLANCA, G., GUIRADO, J. & A. T. ROMERO GARCIA (1988). Palinología de las plantas endémicas del SW de la Península Ibérica. In: Civis Llovera, J. & M. F. Valle Hernández (eds.), Actas del VI Simposio de Palinología, 23-27. Salamanca.

BOISSIER, P. E. (1839). Voyage Botanique dans le Midi de L'Espagne pendant L'Année 1837. Paris.

CANDAU, P., J. CONDE & A. CHAPARRO (1982). Palinología de Oleaceae, incidencia de su polen en el aire de Sevilla, clínica de la polinosis. Bot. Macaronésica 8-9:89-102.

CARLQUIST, S. (1976). Tribal interrelationships and phylogeny of the Asteraceae. Aliso 8:465-492.

CERCEAU-LARRIVAL, M. TH. (1962). Plantules et pollen d'Ombellifères, leur intérêt systematique et phylogenique. Thése. Mém. Mus. Natt. Hist. Nat. Paris. sér. B. Bot. 14:166 pp.

CHAUBAL, P. D. & G. B. DEODIKAR (1965). Pollen morphotypes in the family Compositae from parts of Western Ghats (India). Palynol. Bull. 1:56-58.

CRONQUIST, A. (1955). Phylogeny and Taxonomy of the Compositae. Am. Midl. Nat. 53:478-511.

CRONQUIST, A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. New York.

DAKSHINI, K. M. M. & P. SINGH (1970). Contributions to the Palynology of Compositae (Asteraceae). Palynol. Bull. 6(2):99-107.

DIAZ DE LA GUARDIA, C. & G. BLANCA (1983). Morfología polínica del género Scorzonera L. (Asteraceae). In: N. Solé Porta & M. Suárez Cervera (eds.), Actas del IV Simposio de Palinología, 29-38. Barcelona.

DIAZ DE LA GUARDIA, C. & G. BLANCA (1985). Estudio palinológico del género Scorzonera L. (Asteraceae) en la Península Ibérica. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 2:177-191.

DIAZ DE LA GUARDIA, C. & G. BLANCA (1988a). Aportación al conocimiento palinológico del género Scorzonera L. (Compositae, Lactuceae). In: J. Civis Llovera & M. F. Valle Hernández (eds.), Actas del VI Simposio de Palinología, 55-61. Salamanca.

DIAZ DE LA GUARDIA, C. & G. BLANCA (1988b). Palinología del género Tragopogon L. (Compositae, Lactuceae) en la Península Ibérica. In: Civis Llovera, J. & M. F. Valle Hernández (eds.), Actas del VI Simposio de Palinología, 61-69. Salamanca.

DIEZ, M. J. (1987). Asteraceae (Compositae). In: B. Valdés, M. J. Díez & I. Fernández (eds.), Atlas polínico de Andalucía occidental, 332-357. Sevilla & Cádiz.

DIMON, M. T. (1971). Problémes généraux soulevés par l'étude pollinique de Composées Mediterranéennes. Nat. Monsp. 22:129-144.

DOMINGUEZ, E., J. L. UBERA & G. GALAN (1984). Polen alergógeno de Córdoba. Publ. Monte de Piedad. Córdoba.

EL-GHAZALY, G. (1980). Palinology of Hypochoeridinae and Scolyminae (Compositae). Opera Botanica 58.

ERDTMAN, G. (1952). Pollen morphology and plant Taxonomy. Angiosperms. Estocolmo.

ERDTMAN, G. (1960). The acetolysis method. Svensk. Bot. Tidsk 39:187-191.

ERDTMAN, G. (1961). An introduction to a scandinavian pollen flora. Grana 2(3):3-92.

ERDTMAN, G. (1964). Palynology. In: W. B. Turril (eds.), Vistas in Botany, 4:23-54.

ERDTMAN, G. (1966). Pollen morphology and plant Taxonomy. Angiosperms. Estocolmo.

ERDTMAN, G. (1969). Handbook of palynology. An introduction to the study of pollen grains and spores. Copenhagen.

FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1964-1975). Textbook of pollen analysis. Chichester, New York, Brisbane, Toronto & Singapore.

FISCHER, H. (1890). Beiträge sur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Thesis, Breslau.

GARCIA ROLLAN, M. (1981-1983). Claves de la flora de España, I y II. Madrid.

GOMEZ CAMPO, C. & col. (1987). Libro rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular e Islas Baleares. Madrid.

HEYWOOD, V. H., J. B. HARBORNE & B. L. TURNER (1977, eds.). The Biology and Chemistry of the Compositae. Vols. I, II and III. London, New York & San Francisco.

HIDEUX, M. (1972). Techniques d'étude du pollen au MEB: effects comparés des differents traitements physicochimiques. Micron 3:1-31.

HYDE, H. A. (1944). Pollen analysis and the museums. Museum Jour. 145-149. Londres.

INCEOGLU, O. & F. KARAMUSTAFA (1977). The pollen morphology of plants in Ankara region I. Compositae. Comm. Fac. Sc. Univ. Ankara, 21:77-110.

IZCO, J., M. LADERO & C. SAENZ DE RIVAS (1972). Flora alergógena de España. Anales Re. Acad. Farmacia. Madrid.

JAIN, R. K. & S. NANDA (1966-1967). Pollen morphology of some desert plant of Pilani, Rajastan. Palynoll. Bull. 2-3:56-69.

MABRY, T. J. & F. BOHLMANN (1977). Summary of the Chemistry of the Compositae. In: V. H. Heywood, J. B. Harborne & B. L. Turner (eds.), The Biology and Chemistry of the Compositae, 1097-1104. London, New York & San Francisco.

MATEU-ANDRES, I. (1987). Estudio palinológico de las especies europeas del género Launaea Cass. (Compositae, Lactuceae). Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 3:63-72.

MOORE, P. D. & J. A. WEBB. (1978). An illustrated guide to pollen analysis. Hodder & Stoughton Ltd., Kent.

PARDO, C. (1985). Morphología polínica del género Leucanthemopsis (Giroux) Heywood (Asteraceae) en la Península Ibérica. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 2:169-177.

PLA DALMAU, J. M. (1957). Polen. Gerona.

REYNOLD, E. S. (1963). The use of lead citrate at high ph as an electron-opaque stain in electron microscopy. J. Cell. Biol. 17:208-212.

SAENZ DE RIVAS, C. (1973). Estudios palinológicos sobre Quercus de la España mediterránea. Bol. Soc. Esp. Hist. Nat. 71:315-329.

SAENZ DE RIVAS, C. (1976). Sobre la nomenclatura palinológica: la esporodermis. Anale Inst. Bot. Cavanilles 23:159-177.

SAENZ DE RIVAS, C. (1978). Polen y esporas. Madrid.

SKVARLA, J. J. & D. A. LARSON (1965). An electron microscopic study of pollen morphology in the Compositae with special reference to the Ambrosiinae. Grana Palynologica 6(2):210-269.

SKVARLA, J. J. & B. L. TURNER (1966). Systematic implications from electrom microscopic studies of Compositae pollen - a review. Ann. Missouri Bot. Gard. 53(2):220-256.

SKVARLA, J. J., B. L. TURNER, V. C. PATEL & A. S. TOMB (1977). Pollen morphology in the Compositae and in morphologycally related families. In: V. H. Heywood, J. B. Harborne & B. L. Turner (eds.), The Biology and Chemistry of the Compositae, vol. I:141-265. London, New York & San Francisco.

STIX, E. (1960). Pollenmorphologische untersuchungen an Compositen. Grana palynologica 2:2, 41-114.

STRARBURGER, E., F. NOLL, H. SCHENCK & A. F. W. SCHIMPER (1974). Botánica. Barcelona.

SUAREZ-CERVERA, M. & J. A. SEOANE-CAMBA (1983). Estudio del contenido polínico de la atmósfera de Barcelona según un nuevo método de filtración. Collec. Bot. 14:587-615.

SUBIZA, E. (1980). Incidencia de granos de pólenes en la atmósfera de Madrid. Método volumétrico. Alergol. et Inmunopatol. (suppl. 7).

TAKHTAJAN, A. (1969). Flowering plants: origin and dispersal. Washington.

TOMB, A. S. (1975). Pollen morphology in tribe Lactuceae (Compositae). Grana. 15:79-89.

TORMO, R., J. L. UBERA, E. DOMINGUEZ & F. H. GUERRERO (1984). Estudio palinológico de Carlina L. y Atractylis L. (Compositae L.) en Andalucía occidental. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 1:31-39.

TORMO, R., J. L. UBERA & E. DOMINGUEZ (1985). Comtribución al estudio palinológico del género Senecio L. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 2:157-169.

TORMO, R. & J. L. UBERA (1987). Palinología de la tribu Anthemideae (Compositae) en la Península Ibérica. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 3:35-47.

TORMO, R. & J. L. UBERA (1988a). Contribución a la Palinología de Echinops L. (Compositae) en la Península Ibérica. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 4:25-32.

TORMO, R. & J. L. UBERA (1988b). Palinología de Carduus L. y Cirsium Miller (Compositae) en la Península Ibérica. Anales Asoc. Palinol. Leng. Esp. 4:33-45

TORMO, R. & J. L. UBERA (1990). Taxonomía numérica y Palinología de la tribu Cardueae Cass. (Compositae) en la Península Ibérica. In: G. Blanca & al. (eds.), Polen, esporas y sus aplicaciones, 279-288. Granada.

TURNER, B. L. (1977). Fossil history and geography. In: V. H. Heywood, J. B. Harborne & B. L. Turner (eds.), The Biology and Chemistry of the Compositae, 21-39. London, New York & San Francisco.

TUTIN, T. G. & al. (1964-1972, eds.). Flora europaea. Vol. IV. Cambridge.

VALDES, B., M. J. DIEZ & I. FERNANDEZ (1987, eds.). Atlas polínico de Andalucía occidental. Sevilla & Cádiz.

VARGHESE, T. M. (1964). Study of pollen grains of some members of Compositae. Agr. Univ. J. Res. 13:79-84.

WAGENITZ, G. (1955). Pollenmorphologie und Systematik in der Gattung Centaurea L. s. l. Flora 142:213-279.

WAGENITZ, G. (1976). Systematics and Phylogeny of the Compositae (Asteraceae). Plant. Syst. Evol. 425:29-46.

WILLKOMM, M. & J. LANGE (1870-1880). Prodromus Florae hispanicae II y III. Stuttgart.

WODEHOUSE, R. P. (1926). Pollen grain morphology in the classification of the Anthemideae. Bull. Torrey Bot. Club 53:479-485.

WODEHOUSE, R. P. (1935). Pollen grains. New York.