

MORFOLOGÍA POLÍNICA DE PIMPINELLA L. (APIACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA Y BALEARES

M. C. GARCÍA-GARCÍA, M. J. DÍEZ & F. GARCÍA MARTÍN

Dpto. de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.

Apdo. 1095. 41080-Sevilla.

(Recibido el 5 de Septiembre de 2000)

Resumen. Se estudia la morfología polínica, bajo microscopía óptica y electrónica de barrido, de los ocho taxones del género *Pimpinella* representados en la Península Ibérica y Baleares: *P. bicknelli*, *P. gracilis*, *P. major*, *P. procumbens*, *P. saxifraga*, *P. siifolia*, *P. tragi* subsp. *lithophila* y *P. villosa*. A pesar del carácter estenopolínico de las Umbelíferas, se han encontrado en este género caracteres que nos permiten reconocer tres tipos diferentes, tales como la variación en el grosor de la exina a lo largo del polen, el tamaño y la forma de las endoaberturas y la visión polar en corte óptico ecuatorial.

Summary. The pollen morphology of the eight taxa belonging to the genera *Pimpinella* L. in the Iberian Peninsula and Baleares, *P. bicknelli*, *P. gracilis*; *P. major*, *P. procumbens*, *P. saxifraga*, *P. siifolia*, *P. tragi* subsp. *lithophila* y *P. villosa*, has been studied with light and scanning electron microscopy. The three different pollen types are recognized by the variations in exine thickness around the pollen, endopertures (size and outline) and pollen shape in polar view.

INTRODUCCIÓN

Pimpinella L. es un género de hierbas anuales o perennes que forma parte de un amplio grupo de Apioideas (*Hohenackeria*, *Bupleurum*, *Trinia*, *Apium*, *Sison*, *Ridolfia*, *Ammi*, *Ptychotis*, *Falcaria*, *Carum*, *Bunium*, *Conopodium*, *Sium*,...) que se incluye en la subtribu *Carinae* (costillas del fruto poco protuberantes y cara comisural estrecha) de la tribu *Ammineae* (todas las costillas primarias igualmente desarrolladas) (DRUDE, 1898).

El género *Pimpinella* cuenta con veinte taxones (especies y subespecies) en Europa (TUTIN, 1968: 331), de los que ocho están representados en la Península Ibérica y Baleares.* De estos ocho, cuatro son endémicos: *P. gracilis*

(*) No se incluyen en este trabajo a *P. peregrina* L., *P. lutea* Desf. y *P. anisum* L. La primera ha sido citada para España en COLMEIRO (1986: 533) para Santander, Salamanca, Madrid, Córdo-

(Boiss.) Pau, de las montañas calizas del este peninsular (de Valencia a Granada); *P. procumbens* Pau, que limita su presencia a Sierra Nevada (Granada); *P. siifolia* Leresche, propia de los roquedos calizos del Pirineo Occidental y de la Cordillera Cantábrica y *P. bicknelli* Briq. de enclaves áridos de los montes de Mallorca. De los otros cuatro taxones, *P. villosa* Schousboe se distribuye por el extremo occidental de la cuenca del Mediterráneo, extendiéndose hasta las Azores y los otros tres (*P. saxifraga* L., *P. tragium* Vill. subsp. *lithophila* (Schischkin) Tutin y *P. major* (L.) Hudson), de más amplia distribución, son elementos eurasiáticos.

El 82% de los géneros con que las Umbelíferas están representadas en la Península Ibérica cuentan con 1, 2 o 3 especies (ARENAS & GARCÍA MARTÍN, 1993), por lo que con sus ocho taxones, el género *Pimpinella* es de los más extensos de las Umbelíferas ibéricas, siendo sólo superado numéricamente por otros seis (*Bupleurum*, *Eryngium*, *Peucedanum*, *Daucus*, *Seseli* y *Laserpitium*) de los 77 con los que dicha familia cuenta en la península. Sin embargo *Pimpinella* no es un género de fácil caracterización; en él se incluye especies de flores amarillas: *P. gracilis* y *P. procumbens* (*Reutera* Boiss.) junto con especies de flores blancas (el resto); especies con frutos más o menos intensamente pubescentes (*P. tragium* y *P. villosa*) y especies con frutos totalmente glabros (el resto); de frutos con endospermo plano (*P. saxifraga*) a frutos con endospermo cóncavo e incluso sinuado (el resto).

La morfología polínica de la familia *Apiaceae* ha sido estudiada por diversos autores como ERDMANT (1952), HUANG (1967), FAEGRI & IVERSEN (1975), MOORE & WEBB (1978), etc., si bien son los trabajos de CERCEAU-LARRIVAL (1959, 1962, 1967, 1971) y CERCEAU-LARRIVAL & ROLAND-HEYDACKER (1976) los más completos; de ellos destaca la clave para la identificación del polen de Umbelíferas de Francia y Norte de África, así como una descripción de las características más importantes para llevar a cabo dicha determinación (CERCEAU-LARRIVAL, 1959, 1962). En dicha clave es donde aparece de forma más completa la primera descripción del género *Pimpinella*, incluyendo dos especies de la Península Ibérica: *P. siifolia* y *P. tragium*. También destacan los trabajos de VAN ZEIST & al. (1977), quienes describen el polen de *Pimpinella*, y PUNT (1984) que elabora una clave polínica para la flora del Noroeste de Europa e incluye otras dos especies del género *Pimpinella* presentes en la Península Ibérica: *P. major* y *P. saxifraga*. Por último, CANDAU (1987) estudia *P. villosa*, la única especie del género presente en Andalucía Occidental. No se conocen referencias sobre el polen de *P. bicknelli*, *P. gracilis* y *P. procumbens*.

ba y Granada; la segunda ha sido referida para Menorca por DUVIGNEAUD (1974: 5); en ambos casos no conocemos la existencia de testimonio de herbario. *P. anisum* L., de origen asiático, sólo se conoce de cultivos de la Península Ibérica.

El presente trabajo forma parte de un estudio más amplio que engloba al resto de los géneros de la Subfamilia *Apioideae*, el cual pretende proporcionar nuevos conocimientos acerca de la morfología polínica de esta subfamilia así como aportar nuevos datos acerca de la sistemática del grupo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 28 poblaciones cuya procedencia se indica en el apéndice. El material vegetal estudiado fue tomado de los Herbarios del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla (SEV y SEVF) y del Jardín Botánico de Madrid (MA).

El polen fue acetolizado por el método de ERDTMAN (1960) y las muestras obtenidas se conservan en la Palinoteca del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla.

La mayoría de los caracteres se han estudiado al microscopio óptico (MO). Para cada muestra se efectuaron 30 medidas de los valores del eje polar (P) y diámetro ecuatorial (E) y 10 para el resto de los caracteres (Fig. 1): longitud de la ectoabertura (Ect), longitud x anchura de la endoabertura (End), grosor de la exina en la zona polar (Ep), grosor de la exina en la zona subpolar (Esp), grosor de la exina en la zona intermedia (Ei), grosor de la exina en la zona ecuatorial (Ee).

La forma del polen se ha definido a partir de los contornos externo (CEvc) e interno (CIvc) en vista colpal y corte óptico meridiano (c.o.m.). Además, como complemento, se han utilizado los siguientes caracteres: lado externo del colpo en vista de perfil (LECV), lado interno del colpo en vista de perfil (LICvp), lado externo de la mesocolpia en vista de perfil (LEMvp) y lado interno de la mesocolpia en vista de perfil (LIMvp).

El estudio de la ornamentación se ha llevado a cabo con el microscopio electrónico de barrido (MEB). Para ello, el polen, una vez deshidratado en la serie de alcoholes, se colocó en el portaobjetos, procediéndose posteriormente a su metalización con Oro-Paladio y observación a 25 Kw.

Las fotografías al microscopio óptico se realizaron en un fotomicroscopio marca NIKON y las del MEB en un microscopio marca JEOL modelo JSM-T. 100.

RESULTADOS

El polen del género *Pimpinella* es isopolar radiosimétrico, 3-zonocolporado y longiaxo (de prolado a perprolado: P/E= 1.61-2.23). Subrectangular o

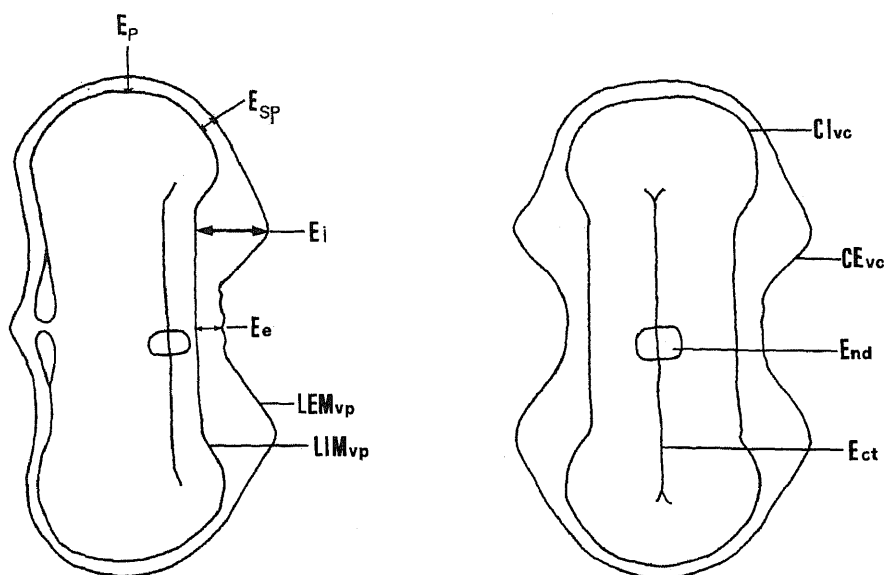


Fig. 1. Esquema de los caracteres estudiados al M.O. Ep (grosor de la exina en la zona polar); Esp (grosor de la exina en la zona subpolar); Ei (grosor de la exina en la zona intermedia); Ee (grosor de la exina en la zona ecuatorial); LEMvp (lado externo de la mesocolpia en vista perfil); LIMvp (lado interno de la mesocolpia en vista perfil); LECvp (lado externo del colpo en vista perfil); LICvp (lado interno del colpo en vista perfil); CEvc (contorno externo en vista colpal); Clvc (contorno interno en vista colpal); End (longitud x anchura de la endoabertura); Ect (longitud de la ectoabertura).

subelíptico constreñido ecuatorialmente en CEvc y subrectangular, subrectangular osiforme o subrectangular constreñido ecuatorialmente en Clvc. LECvp rómbico, derecho, derecho mamelonado a nivel de la endoabertura o ligeramente convexo; LICvp rómbico, derecho, derecho elevado a nivel de la endoabertura o derecho incurvado a nivel de la endoabertura; LEMvp derecho, cóncavo o convexo y LIMvp ligeramente cóncavo, cóncavo o convexo; en visión polar (v.p.) y corte óptico ecuatorial (c.o.e.) triangular planaperturado, a veces, angulaperturado. Tamaño mediano ($P \times E = 25-40 \times 11-12 \mu\text{m}$).

El sistema apertural consta de ectoaberturas de tipo colpo, subterminales ($14-25 \mu\text{m}$) y endoaberturas alargadas ($1.75-4 \times 3-7 \mu\text{m}$), en general de contorno subrectangular, constreñidas o sin constreñir.

La exina presenta un grosor irregular a lo largo del grano de polen. En la mayoría de los casos es más gruesa en la zona intermedia (Ei), dando lugar a las denominadas alas aunque a veces es más gruesa en la zona polar (Ep); la relación sexina/nexina varía igualmente a lo largo del polen pudiendo ser la sexina menor, igual o más gruesa que la nexina; este carácter presenta cierta variabilidad en el género.

En general la ornamentación es uniformemente rugulada, con los muros más o menos marcados, si bien a veces es perforada en las apocolpias.

La variación en el grosor de la exina a lo largo del polen, el tamaño y la forma de las endoaberturas y la v.p. en c.o.e. son los caracteres que nos han permitido reconocer tres tipos polínicos, que pueden separarse mediante la clave siguiente:

1. $E_i > E_e$ (polen alado). Endoaberturas $< 5\mu\text{m}$ de anchura **Tipo *Pimpinella saxifraga***
1. $E_i \leq E_e$ (polen no alado). Endoaberturas $> 5\mu\text{m}$ de anchura 2
2. $E_i = E_e > E_p$. Endoaberturas sin constreñir.
Planaperturado **Tipo *Pimpinella siifolia***
2. $E_i < E_e < E_p$. Endoaberturas constreñidas.
Anguloaperturado **Tipo *Pimpinella bicknelli***

Tipo *Pimpinella bicknelli*

Incluye solamente *Pimpinella bicknelli*.

Polen prolado. Subrectangular en CE_{vc} y CI_{vc} ; LEC_{vp} y LIC_{vp} rómbico y LEM_{vp} y LIM_{vp} convexo (Figs. 2, 5, 15, 16); en v.p. y c.o.e triangular-angulaperturado (Fig.12). Endoaberturas de 6-7 μm de anchura y constreñidas (Fig. 11). La exina es de grosor bastante uniforme a lo largo del polen, si bien alcanza el máximo grosor en los polos y el menor en la zona intermedia; la sexina es más gruesa que la nexina en las zonas polar y subpolar, y menor o igual en las zonas intermedia y ecuatorial (cuadro 1). La ornamentación es uniformemente rugulada en toda la superficie, si bien los muros son mucho más gruesos en la mesocolpia (cerebroide) (Fig. 19).

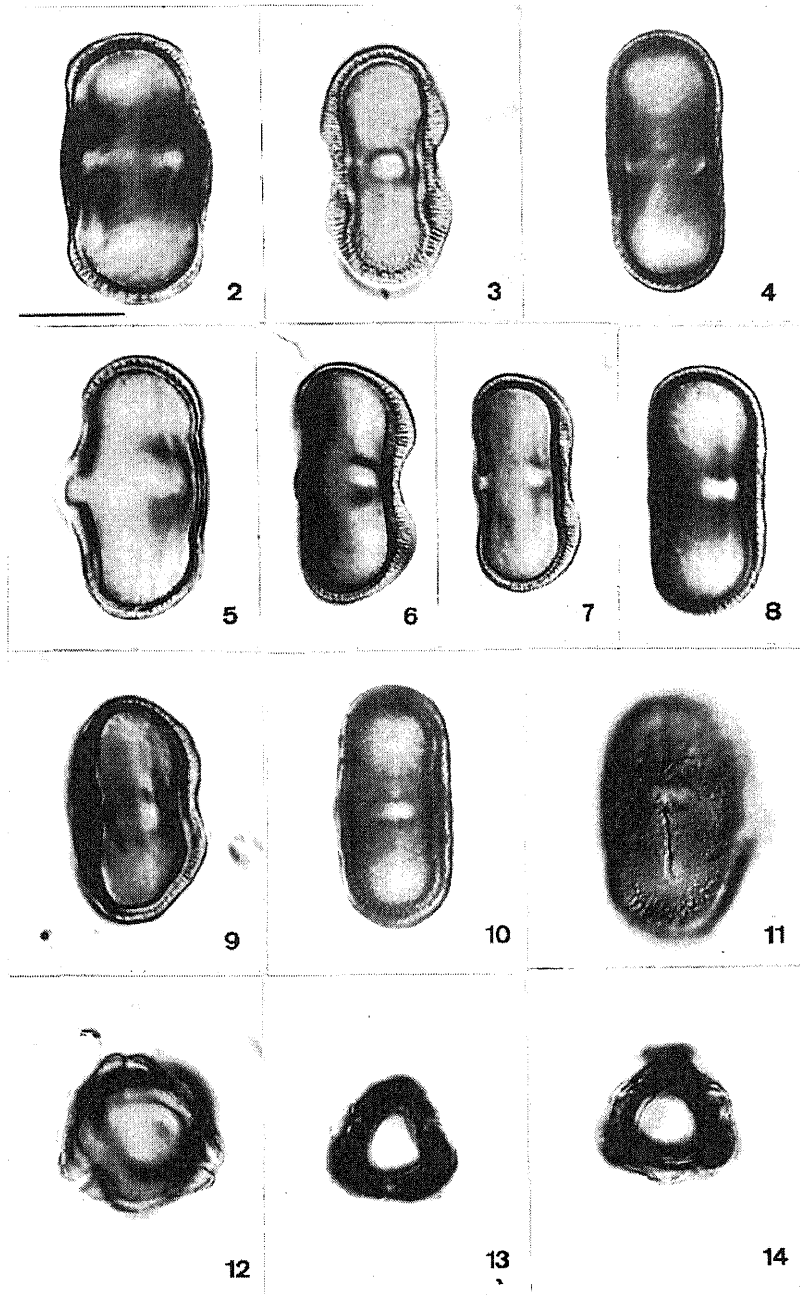
Tipo *Pimpinella saxifraga*

Incluye *P. gracilis*, *P. major*, *P. procumbens* (Tipo A), *P. saxifraga*, *P. tragium* subsp. *lithophila* y *P. villosa*.

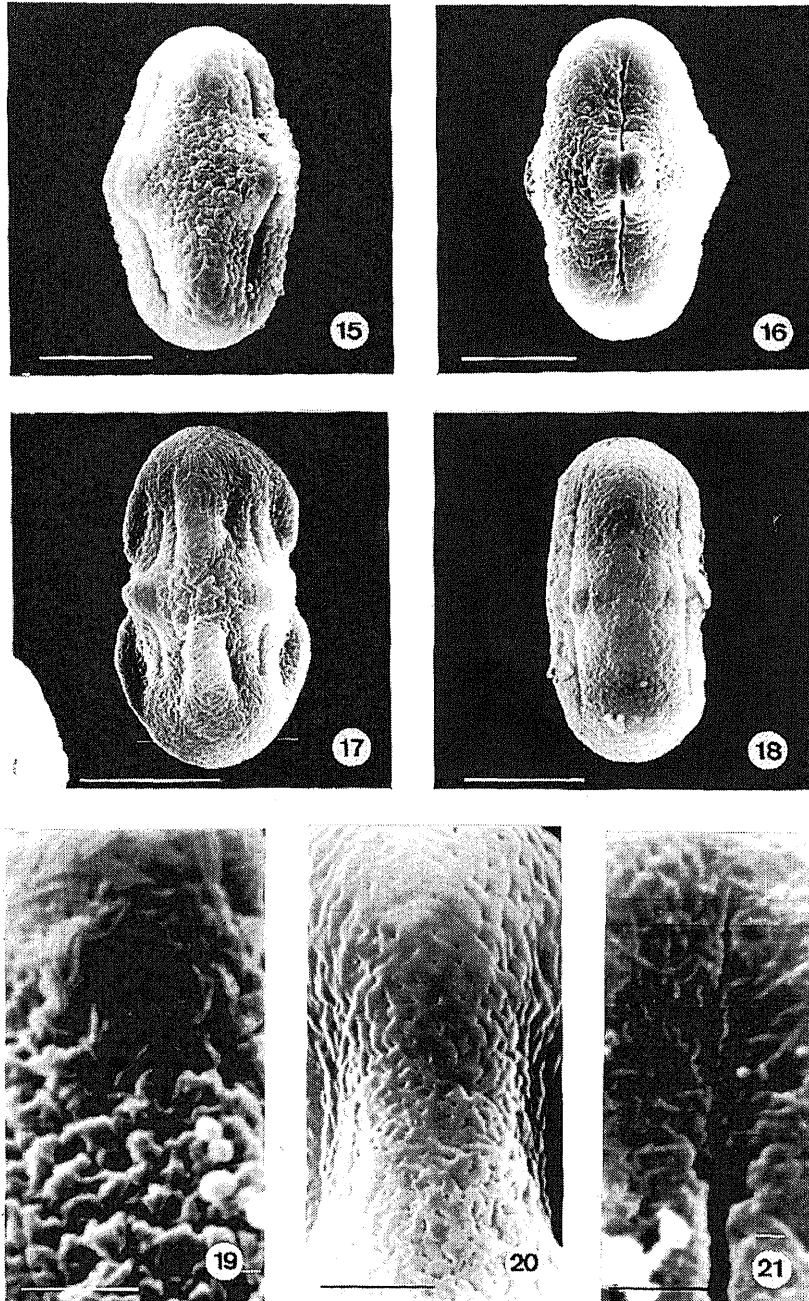
Polen prolado o perprolado. Subelíptico constreñido ecuatorialmente en CE_{vc} y subrectangular, subrectangular osiforme o subrectangular constreñido ecuatorialmente en CI_{vc} ; LEC_{vp} derecho o mamelonado a nivel de la endoabertura; LIC_{vp} derecho y elevado a nivel de la endoabertura; LEM_{vp}

	P	E	P/E	Ect	End	Ep	Esp	Ei	Ee
Tipo <i>Pimpinella bicknelli</i>									
<i>P. bicknelli</i>	30(33)36	18(20.5)22	1.36(1.61)1.83	22-25	3-4x6-7	2-2.25 s>n	1.75-2 s>n	1.25-1.75 s≤n	1.5-2 s≤n
Tipo <i>Pimpinella saxifraga</i>									
<i>P. gracilis</i>	24(27.6)33	12(14.2)17	1.53(1.95)2.33	14-16	2x3	1.5-2 s≥n	2-2.25 s>n	3-4.5 s>n	2-3 s≥n
<i>P. major</i>	29(34.5)42	13(15.5)19	1.87(2.23)2.92	15-24	2-3x3-4.25	1.5-2.25 s≥n	1.5-2.5 s>n	3-5 s>n	2-3 s>n
<i>P. procumbens</i> (tipo A)	25(27.3)30	14(15.6)16	1.53(1.74)2.14	14-15	2-2.25x3.75-4.25	1.75-2 s≥n	1.75-2.25 s≥n	3-3.25 s>n	1.5-2 s≤n
<i>P. saxifraga</i>	28(32.9)40	13(15.7)19	1.75(2.10)2.46	15-21	2-3x3-4.5	1.75-3 s≥n	1.5-3 s≥n	2.75-4.5 s>n	2.5-4 s≥n
<i>P. tragium</i> subsp. <i>lithophila</i>	28(32.9)37	13(15.5)18	1.83(2.13)2.46	16-19	2-3x3-4	1.25-3 s≥n	1.5-3 s>n	3-5 s>n	2-4 s≥n
<i>P. villosa</i>	28(31.8)37	12(14.4)18	1.93(2.22)2.50	15-20	1.75-2.5x4-4.5	1.25-3 s>n	1.5-3 s>n	2.5-4 s>n	1.75-3 s≥n
Tipo <i>Pimpinella siifolia</i>									
<i>P. procumbens</i> (tipo B)	28(29.2)31	13(14.2)16	1.75(2.05)2.23	16-18	1.75-2x5-5.5	1.5-1.75 s≥n	1.5-2 s≥n	3.25-4 s>n	3.25-4 s>n
<i>P. siifolia</i>	28(31.4)36	14(15.8)19	1.67(1.99)2.43	19-22	2-2.75x5.5-6.25	1.75-2.25 s≥n	1.5-2 s≥n	2.5-3 s≤n	2-3.25 s≤n

Cuadro 1. Valores medios y rangos encontrados de las medidas (μm) de los ejes polar (P), ecuatorial (E), longitud de la ectoabertura (Ect), tamaño de la endoabertura (End), grosor de la exina en los polos (Ep), grosor de exina en la zona subpolar (Esp), grosor de la exina en la zona intermedia (Ei) y grosor de la exina en el ecuador (Ee).



Figs. 2-14. 2, 5, 11, 12, Tipo *Pimpinella bicknelli*; 3, 6, 7, 14, Tipo *P. saxifraga*, 4, 8-10, 13, Tipo *P. siifolia*. 2-4, contorno externo e interno y vista colpal; 5-9, contorno externo e interno en visión ecuatorial y vista de perfil; 10-11, aberturas; 12-14, contorno en visión polar. Escala: 12 μ m (2-14).



Figs. 15-21. 15, 16, 19, Tipo *Pimpinella bicknelli*; 17, 20, Tipo *P. saxifraga*, 18, 21, Tipo *P. siifolia*. 15-18, contorno en visión ecuatorial; 19-20, detalle de la ornamentación de la mesocolpia; 21, detalle de la abertura y ornamentación. Escalas: 10 μ m (15-18); 3 μ m (19-21)

cóncavo; LIMvp más o menos cóncavo (Figs. 3, 6, 7, 17); en v.p. y c.o.e. triangular planaperturado (Fig. 14). Endoaberturas de 3-4.5 μm de anchura y sin constreñir (Fig. 3). El grosor máximo de la exina se presenta en la zona intermedia, dando lugar a las denominadas alas, las cuales varían su amplitud incluso dentro de una misma población; en general, la sexina es mayor o igual que la nexina; en la zona intermedia siempre es más gruesa y, sólo en *P. procumbens* (Tipo A), la sexina puede ser más delgada que la nexina en la zona ecuatorial (Cuadro 1). La ornamentación es rugulada en la mesocolpia y perforada en la apocolpia, si bien en *P. gracilis* es uniformemente rugulada, aunque los muros son más gruesos en el ecuador (cerebroide) (Fig. 20).

Tipo *Pimpinella siifolia*

Incluye a *Pimpinella procumbens* (Tipo B) y *P. siifolia*.

Polen prolado o perprolado. Subrectangular o subelíptico constreñido ecuatorialmente en CEvc y subrectangular ligeramente osiforme o subrectangular ecuatorialmente constreñido en CÍvc; LECvp derecho o ligeramente convexo; LICvp derecho o derecho incurvado a nivel de la endoabertura; LEMvp derecho o cóncavo; LIMvp más o menos cóncavo (Figs. 4, 8, 9, 18); en v.p. y c.o.e triangular-planaperturado (Fig. 13). Endoaberturas de 5-6.25 μm de anchura y sin constreñir (Fig. 10). En general, el grosor de la exina es mayor en las zonas intermedia y ecuatorial, siendo similar en ambas; no obstante, en algunos granos de polen se aprecia la formación de unas pequeñas «falsas alas» debido a la constricción del polen a nivel ecuatorial; la sexina es mayor o igual que la nexina en las zonas polar y subpolar, y en las zonas intermedia y ecuatorial menor o igual en *Pimpinella siifolia* y mayor en *P. procumbens* (tipo B) (Cuadro 1). La ornamentación es rugulada en la mesocolpia y perforada en la apocolpia (Fig. 21)

DISCUSIÓN

Como se observa en los resultados, a pesar del carácter estenopolínico asignado a la familia *Apiaceae*, el estudio de los caracteres del polen y, sobre todo, el grosor de la exina a lo largo del polen, permite la separación de tres tipos polínicos diferentes.

La mayoría de las especies de este género quedan incluidas dentro del Tipo *Pimpinella saxifraga*. La descripción de este tipo se ajusta bastante a la realizada por CERCEAU-LARRIVAL (1962) para el género *Pimpinella*, en la cual lo

más característico de dicho polen es la amplitud de la exina a nivel de la zona intermedia; no obstante, dicha autora encontró a menudo ectoaberturas discontinuas que no se han localizado en ninguna de las especies estudiadas. Por otro lado, CERCEAU-LARRIVAL (l.c.) incluyó en su clave polínica a *Pimpinella siifolia* y *P. tragioides*, separándolas por la relación P/E (P/E=2 en la primera especie y P/E>2 en la segunda); sin embargo, según nuestros resultados, ambas especies presentan un polen de prolado a perprolado y es principalmente la ausencia de alas y la mayor amplitud de las endoaberturas, lo que diferencia el polen de *Pimpinella siifolia* del de las especies incluidas dentro del Tipo *P. saxifraga*. El hecho de que la relación P/E sea una medida bastante variable a nivel específico, y por tanto no se considere un buen carácter diferencial ya fue indicado por PUNT (1984). Por otro lado, se destaca el caso de *P. procumbens*, especie endémica de Sierra Nevada y de la que se han estudiado dos poblaciones, habiéndose encontrado diferencias entre ambas, tanto a nivel polínico como en el aspecto general de la planta; la procedente de Trevenque se incluye en el Tipo *Pimpinella siifolia* y la procedente de la Laguna de las Yeguas en el Tipo *Pimpinella saxifraga*, siendo el porte de la planta de esta última bastante más pequeño.

Pimpinella villosa, perteneciente también a este primer tipo, es incluida por CANDAU (1987) dentro del tipo *Scandix pecten-veneris* con una exina más engrosada en el ecuador, lo que no coincide con las poblaciones estudiadas en el presente trabajo.

Según nuestros resultados, la distribución de la exina a lo largo del polen de *Pimpinella saxifraga* y *P. major* es bastante parecida a la que encontró PUNT (1984) para ambas especies, a las que también incluyó dentro de un mismo tipo polínico. No obstante, dicho autor observó que *P. saxifraga* mostraba, en general, una sexina de igual grosor en la zona intermedia y el ecuador, no coincidiendo con nuestros resultados. Podemos decir por tanto que, aunque el mayor grosor de la exina en la zona intermedia es un carácter bastante marcado en el Tipo *Pimpinella saxifraga*, éste muestra bastante variabilidad dentro de las distintas especies.

En general, dentro del género, la forma del contorno interno del polen muestra también enorme variabilidad, incluso dentro de una misma población, pudiendo variar entre subrectangular, subrectangular osiforme a subrectangular constreñido ecuatorialmente. Este hecho ya ha sido indicado para algunas especies del género *Seseli*, pertenecientes a esta misma subfamilia (PARDO, 1982).

P. bicknelli, especie endémica de los montes de Mallorca y *P. siifolia*, endémica de los roquedos calizos del Pirineo Occidental se han separado fácilmente del resto de las especies del género; la primera, por la exina de mayor grosor en la zona polar y menor grosor en la zona intermedia, junto con las endoaberturas bastante salientes, anchas (5.5-6.25 μm) y constreñidas; la se-

gunda, por la exina igualmente engrosada en la zona intermedia y en la zona ecuatorial y la anchura de la endoabertura (>5 μm). Parece por tanto que, aquellos factores que han favorecido el carácter endémico de estas especies podrían también haber intervenido en los procesos evolutivos de algunos de los caracteres del polen.

Por otro lado, en general, el género se caracteriza por presentar la exina elevada a nivel de la endoabertura como parte del sistema harmomégata del polen (WODEHOUSE, 1935), carácter asociado a la presencia de fastigium. Sin embargo, según nuestros resultados y, como señaló PUNT (1984), dicha elevación no implica la presencia de dicho fastigium, ya que la sexina y la nexina se encuentran fuertemente asociadas a nivel de la endoabertura.

APÉNDICE

- Pimpinella bicknelli* Briq. MALLORCA, *Palau Ferrer* (MA 345350). MALLORCA, *Landete* (MA 454989)
- Pimpinella gracilis* (Boiss.) Pau. GRANADA, *Silvestre* (SEV 27548). JAEN, *Soriano* (MA 42134). TARRAGONA, *A & M. L. Landete* (MA 454985)
- Pimpinella major* (L) Hudson. GUIPUZCOA, *Rivas Goday* (SEV 2852). HUESCA, *Montserrat* (SEVF). LLEIDA, *Landete* (SEV 159988). SANTANDER, *Talavera, Pastor & Devesa* (SEV 103612)
- Pimpinella procumbens* Pau. GRANADA, *Gardner* (SEV 77867). GRANADA, *Fernández-Casas* (SEV 19862)
- Pimpinella tragium* Vill. subsp. *lithophila* (Schischkin) Tutin. BURGOS, *Montserrat* (SEV 123333). CANTABRIA, *González & Landete* (SEV 159990). GRANADA, *Rowe & Ros* (SEVF). LEÓN, *Talavera, Pastor & Devesa* (SEV 37039). PALENCIA, *Fuertes & Ladero* (SEV 32267)
- Pimpinella saxifraga* L. ASTURIAS, *García* (SEVF). CUENCA, *Valdés & Ginés López* (SEV 27645). GERONA, *Rico* (SEV 119224). GUIPUZCOA, *Galiano* (SEV 39511)
- Pimpinella siifolia* Leresche. CANTABRIA, *González & Landete* (SEV 159989). LEÓN, (SEV 54740). PALENCIA, *Fuertes & Ladero* (SEV 32270)
- Pimpinella villosa* Schousboe. CÁCERES, *Belmonte* (SEV 107459). HUELVA, *Rivera* (SEV 47323). MADRID, *Rivas Goday* (SEV 2857). SEVILLA, *Silvestre* (SEV 15844). ZAMORA, *Giraldez* (MA, 416339)

BIBLIOGRAFÍA

- ARENAS POSADA, J. A. & F. GARCÍA MARTÍN (1993) Atlas carpológico y corológico de la subfamilia Apioideae Drude (Umbelliferae) en España peninsular y Baleares. *Ruizia*, **12**.
- CANDAU, P. (1987) Apiaceae (Umbelliferae). In B. VALDÉS & al. (eds.) *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Inst. Des. Regional y Excm. Diputación de Cádiz, Sevilla.
- CERCEAU-LARRIVAL, M. TH. (1959) Clé de détermination d'Ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de pollen. *Polen & Spores* **1**: 145-190.
- (1962) Plantules et pollens d'Ombellifères. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris, Sér. B, Bot.* **14**: 1-166.
- (1967) Corrélation de caractères chez les grains de pollen d'Ombellifères. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **4**: 311-324.
- (1971) Morphologie pollinique et corrélations phylogénétiques chez les Ombellifères. In V. H. HEYWOOD (ed.) *The Biology and Chemistry of the Umbelliferae*: 109-156. Academic Press, London & New York.
- & F. ROLAND-HEYDACKER (1976) The evolutionary significance of the ultrastructure of the exine in Umbelliferous pollen grains. In I. K. FERGUSON & J. MULLER (eds.) *The evolutionary significance of ultrastructure of the exine*: 481-498. Academic Press London & New York.
- DRUDE, O. (1898) Umbelliferae. In A. ENGLER & K. PRANTL (eds.) *Die Natürlichen der flore des Balears*. Liège.
- ERDTMAN, G. (1952) *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms*. Almquist & Wiksell, Stockholm.
- (1960) The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1975) *Textbook of Pollen Analysis*. Munksgaard, Copenhagen, 3rd ed.
- HUANG, T. C. (1967) Pollens grains of Formosan plants. II. *Taiwania* **13**: 95-105.
- MOORE, P. D. & J. A. WEBB (1978) *An Illustrated Guide to Pollen Analysis*. Hodder and Stoughton. London.
- PARDO, C. (1982) Morfología polínica del género *Seseli* L. (Apiaceae) en la Península Ibérica. *Lazaroa*, **4**: 207-225.
- PUNT, W. (1984) Umbelliferae. In W. PUNT & G. C. S. CLARKE (eds.) *The Northwest European Pollen Flora* **4**: 155-363.
- TUTIN, T. G. (1968) *Pimpinella* L. In T. G. TUTIN & al. (eds.) *Flora Europaea* **2**: 331-333. Cambridge.
- VAN ZEIST, W., S. BOTTEMA & H. FREITAG (1977) Palynological investigations in Western Iran. *Palaeohistoria*, **19**: 20-85.
- WODEHOUSE, R. P. (1935) *Pollen Grains*. McGraw-Hill, New York, London.