

Lagascalía 13 (1): 147 - 171 (1984)

CONTRIBUCION AL ATLAS PALINOLÓGICO DE ANDALUCIA OCCIDENTAL, I. BORAGINACEAE

M. J. DIEZ

Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Sevilla

(Recibido el 5 de Octubre de 1983)

Resumen. En este trabajo se describe la morfología del polen de 43 taxones pertenecientes a 14 géneros de *Boraginaceae*, empleando el microscopio óptico y electrónico de barrido y analizándose un total de 104 poblaciones. Se pone de manifiesto el valor de la morfología del polen como carácter taxonómico.

Summary. In this paper, the pollen morphology of 43 taxa of *Boraginaceae* is described, by light and scanning electron microscope. The value of pollen morphology as an important taxonomic character has been assessed.

INTRODUCCION

En contra de la idea de ERDTMAN & al. (1961) y de acuerdo con la de CLARKE (1977), la familia *Boraginaceae* es una de las familias más uripalinas, pudiendo separarse la mayor parte de las especies que la componen por los caracteres palinológicos, por lo que se piensa que dichos caracteres deberían tenerse en cuenta en cualquier estudio taxonómico de la misma.

De todos los caracteres analizados, el sistema apertural es indudablemente el más variable, si bien la forma del polen en visión ecuatorial y polar, así como la superficie del tectum al microscopio electrónico de barrido, aportan datos muy valiosos.

Los primeros estudios palinológicos de la familia se deben a MOHL (1835) y EDGEWORTH (1877), que como los de ERDTMAN (1952) y otros autores estaban basados únicamente en observaciones al microscopio óptico. El

trabajo más amplio y detallado de la familia se debe a CLARKE (1977), que estudió el polen de *Boraginaceae* en el noroeste de Europa, tanto al microscopio óptico como al electrónico de barrido.

La terminología adoptada en este trabajo es la recogida principalmente por FAEGRI & IVERSEN (1964) y por REITSMA (1970) castellanizada en su mayor parte por SÁENZ DE RIVAS (1978).

MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado 104 muestras, cuyo origen se indica en el apéndice. Se ha analizado fundamentalmente material de herbario del Departamento de Botánica de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV), aunque a veces se recolectó directamente en el campo, en ácido acético glacial. Se incluyen cuatro poblaciones de fuera del área de estudio pertenecientes a *Echium asperrimum*, *Echium flavum*, *Nonea ventricosa* y *Myosotis personii*, que han sido citadas para Andalucía Occidental y que salvo las dos últimas no han sido localizadas recientemente en dicha región.

El polen fue acetolizado por el método de ERDTMAN (1960), modificado posteriormente por HIDEUX (1972). Para el estudio al microscopio óptico (MO), el montaje se realizó en glicero-gelatina, midiéndose 30 granos de polen de cada muestra para los valores de P y E y alrededor de 15 para el resto de los caracteres. Para su estudio con microscopio electrónico de barrido (MEB), el polen, una vez acetolizado, fue deshidratado en la serie de alcoholes, desde 50% a absoluto, colocándose posteriormente en un portaobjetos, para su metalización y posterior observación.

Todas las preparaciones utilizadas se conservan en la Palinoteca del Departamento de Botánica de la Facultad de Biología de Sevilla.

Por los caracteres palinológicos analizados, se reconocen 21 tipos de polen diferentes, que se describen a continuación.

DESCRIPCION

Tipo *Heliotropium europaeum*.

Lo presentan *H. europaeum* L. y *H. supinum* L.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y desde suberecto a erecto. En visión ecuatorial, elíptico (fig. 1) y en visión polar, circular-lobula-

do. Tamaño mediano. Sistema apertural 6-heterocolpado (fig. 2); ectoaberturas: 6 colpos terminales de $1\ \mu\text{m}$ de anchura; endoaberturas: 3 poros lolongados, situados en el ecuador. Exina de $1\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado-levemente punteado.

Taxones	P	E	P/E	Colpos	End.	Mes.
<i>H. europaeum</i>	26.00-34.00 (30.00 \pm 1,70)	19.00-26.00 (22.18 \pm 1,65)	1.20-1,54 (1,35 \pm 0,07)	23	4x2	10
<i>H. supinum</i>	27.00-44.00 (36.41 \pm 3.70)	20.00-32.00 (27.03 \pm 2.88)	1.11-1.59 (1.34 \pm 0.04)	25	2 x 6	12

Cuadro 1. Caracteres diferenciales del polen de las especies incluidas en el tipo *Heliotropium europaeum*. Todas las medidas se expresan en micrometros. End., endoabertura; Mes., mesocolpia.

PLA DALMAU (1961), SAHAY (1973) y CLARKE (1977) describieron el polen de *H. europaeum*, coincidiendo la mayor parte de los resultados aquí expuestos con los de los dos últimos autores, pero no con los de PLA DALMAU, que describió su polen como elíptico y con tres aberturas; la relación P/E = 1,90 indicada por CLARKE es considerablemente superior a la encontrada en el presente estudio. Por último, SAHAY (l. c.), basándose exclusivamente en la diferencia de $8\ \mu\text{m}$ en la longitud de P, aseguró que en *H. supinum* había dimorfismo del polen; sus resultados coinciden con los encontrados en el presente trabajo.

Tipo *Heliotropium curassavicum*

Se presenta en *H. curassavicum* L.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto, P/E = 1,22 - 1,40 (1,32 \pm 0,04). En visión ecuatorial, elíptico y en visión polar circular-lobulado (fig. 5). Tamaño pequeño, P = 17,00 - 25,00 (21,47 \pm 1,32) μm y E = 13,00 - 19,00 (16,22 \pm 1,17) μm . Sistema apertural 6-heterocolpado (fig. 4); ectoaberturas: 6-colpos terminales, los simples de $20 \times 1\ \mu\text{m}$ y los compuestos de $14 \times 1\ \mu\text{m}$; endoaberturas: 3 poros lalongados (fig. 4) de $2 \times 5\ \mu\text{m}$ situados en el ecuador. Mesocolpia de $7\ \mu\text{m}$. Exina de $1\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado-levemente punteado (figs. 3 y 6).

SELLING (1947), MARTICORENA (1968), SAHAY (1973) y MARGRAF & D'ANTONI (1978) examinaron el polen de esta especie, coincidiendo la mayor parte de los resultados aquí expuestos con los de los tres primeros autores, pero no con los de MARGRAF & D'ANTONI, que describieron su polen con $30 \times 20 \mu\text{m}$, endoabertura circular de $4 \mu\text{m}$ y con anillo.

Tipo Neatostema apulum. (Lám. I).

Se presenta en la única especie del género, *N. apulum* (L.) I. M. Johnston, que parece se estudia palinológicamente por primera vez en este trabajo.

Polen isopolar, ocasionalmente heteropolar (fig. 10), con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto, $P/E = 1,18 - 1,35 (1,26 \pm 0,04)$. En visión ecuatorial, rectangular-elíptico (fig. 7) y en visión polar, circular-ligera-mente lobulado (fig. 9). Tamaño pequeño, $P = 18,00 - 21,00 (19,23 \pm 0,76) \mu\text{m}$ y $E = 14,00 - 16,00 (15,16 \pm 0,58) \mu\text{m}$. Sistema apertural 7-colporado (fig. 8), ocasionalmente 8-colporado; ectoaberturas: colpos subterminales y estrechos, de $13,5 \times 1 \mu\text{m}$; al MEB se observa una membrana apertural granulosa (fig. 11); endoaberturas: poros lalongados, de $2 \times 4 \mu\text{m}$ situados en el ecuador. Mesocolpia de $5 \mu\text{m}$. Exina delgada, de $1 \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas y la nexina, que forma pequeñas costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es escábrido en la zona ecuatorial y psilado punteado en las zonas restantes (fig. 11).

Tipo Buglossoides arvensis (Lám. I).

Se presenta en las dos subespecies de *B. arvensis* (L.) I. M. Johnston: subsp. *arvensis* y subsp. *gasparrinii* (Heldr. ex Guss.) R. Fernandes.

Polen isopolar, ocasionalmente heteropolar, con los polos convexos, rara vez formando tetradas (fig. 15), longiaxo y semierecto-erecto. En visión ecuatorial, rectangular-elíptico constreñido ecuatorialmente (fig. 12) y en visión polar, circular (fig. 14). Tamaño pequeño. Sistema apertural 5-colporado (fig. 13), ocasionalmente 4 ó 6-colporado; ectoaberturas: colpos subecuatoriales en forma de peonza, de $7 \mu\text{m}$ de longitud por $2 \mu\text{m}$ de anchura en las zonas más estrechas; las zonas medias, más anchas aparecen muy difusas al MO, por lo que sus dimensiones no han podido precisarse; al MEB se observa una membrana apertural granulosa (fig. 16); endoaberturas: poros lalongados, de $2 \times 4 \mu\text{m}$ situados en el ecuador. Mesocolpia de $4 \mu\text{m}$. Exina muy delgada, de

alrededor de $0,5\mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma pronunciadas costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado (fig. 16).

Taxones	P	E	P/E
<i>B. arvensis</i>			
subsp. <i>arvensis</i>	14,00 - 17,00 (15,22 \pm 0,77)	9,00 - 12,00 (10,25 \pm 0,60)	1,27 - 1,66 (1,48 \pm 0,07)
subsp. <i>gasparrinii</i>	15,00 - 17,00 (15,70 \pm 0,71)	9,00 - 10,00 (9,15 \pm 0,35)	1,60 - 1,88 (1,71 \pm 0,07)

Cuadro 2. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E de las especies incluidas en el tipo *Buglossoides arvensis*

JOHNSTON (1954) hizo mención al polen de *Buglossoides* resaltando su pequeño tamaño, forma y tipo de abertura, aunque no detalló el número de éstas, tamaño de los ejes y tipo de ornamentación. PLA DALMAU (1961) describió el polen de esta especie coincidiendo sus resultados con los obtenidos en el presente estudio, excepto en el número y tipo de aberturas, que aseguró ser 3, simples, muy pequeñas y situadas en la zona próxima a uno de los polos; además observó granos de polen con más de $40\mu\text{m}$ y con 12 aberturas, que no se han encontrado en ninguna de las poblaciones estudiadas de esta especie. Por último, CLARKE (1977) hizo un estudio muy completo del polen de *Bublossoides arvensis*, coincidiendo sus resultados con los expuestos en este trabajo, excepto en las dimensiones y relación P/E, 11-16 x 11-14 μm y 1,90-1,10 respectivamente, inferiores a las aquí obtenidas.

Tipo *Lithodora fruticosa* (Lám. II).

Se presenta en *L. fruticosa* (L.) Griseb., que parece se estudia palinológicamente por primera vez en este trabajo.

Por presentar una distilia muy acusada, se han analizado por separado las plantas brevistilas y longistilas, apreciándose que la morfología del polen es idéntica en ambos tipos, mientras que el tamaño es ligeramente inferior en las plantas brevistilas (Cuadro 3).

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto. En visión ecuatorial, rectangular-elíptico, levemente constreñido en el ecuador (fig. 1) y en visión polar, cuadrado-circular y planaperturado (fig. 3). Tamaño pequeño. Sistema apertural 4-colporado, ocasionalmente 5-coloporado; ectoaberturas: colpos subterminales que aparecen muy difusos, por lo que no se han podido

efectuar medidas; al MEB se observa su forma rómbica y una membrana apertural granulosa (fig. 5); endoaberturas; poros isodiamétricos, situados en el ecuador, de $3\ \mu\text{m}$ de diámetro. Mesocolpia de $5,5\ \mu\text{m}$. Exina delgada de menos de $1\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y las nexina, que forma pequeñas costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado, con gránulos en la zona ecuatorial (fig. 5).

	P	E	P/E
<i>L. fruticosa</i>	17.00 - 19.00	11.00 - 13.00	1.30 - 1.63
forma brevistila	(18.25 \pm 0.62)	(12.05 \pm 0.06)	(1.51 \pm 0.06)
forma longistila	14.00 - 18.00	10.00 - 13.00	1.25 - 1.60
	(15.80 \pm 1.32)	(11.25 \pm 0.99)	(1.40 \pm 0.08)

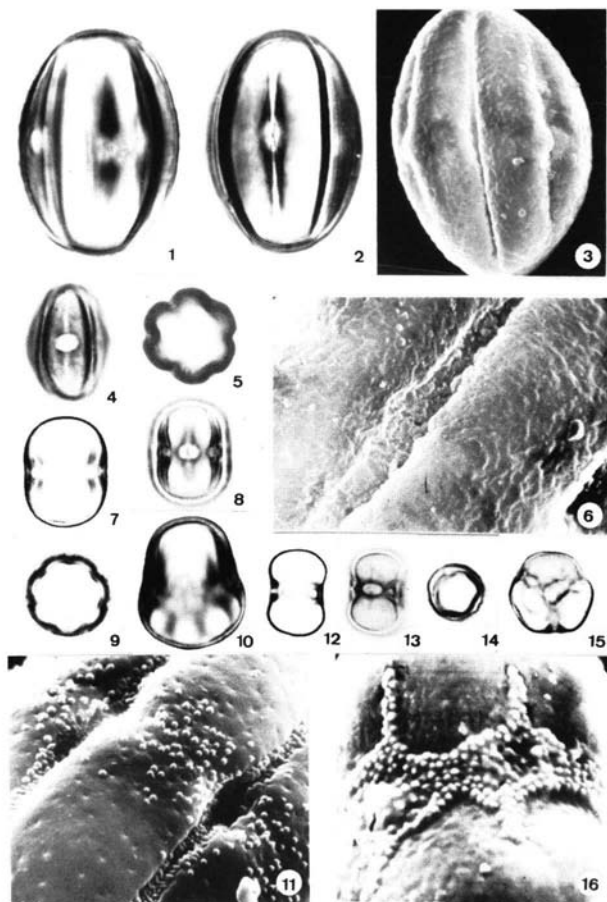
Cuadro 3. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E de las formas del polen tipo *Lithodora fruticosa*.

Tipo. *Lithodora prostrata* (Lám. II).

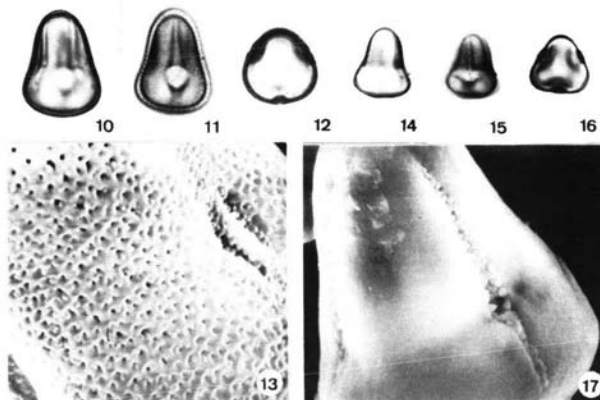
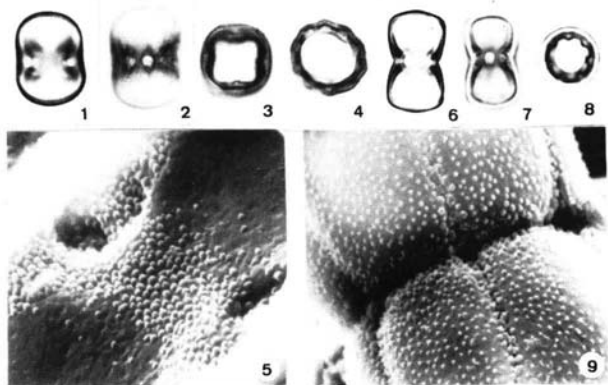
Se presenta en *L. prostrata* (Loisel) Griseb. subsp. *lusitanica* (Samp.) Valdés.

De la misma forma que en el tipo anterior, se han analizado por separado las plantas brevistilas y longistilas, (Cuadro 4), obteniéndose los mismos resultados.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto. En visión ecuatorial casi rectangular, levemente constreñido en el ecuador y en visión polar, circular-ligeramente lobulado (fig. 4). Tamaño pequeño. Sistema apertural 10-colporado, ocasionalmente 8, 9 u 11-colporado (fig. 2); ectoaberturas: colpos subterminales que aparecen muy difusos, por lo que no se han podido efectuar medidas; al MEB se observa su forma rómbica y una membrana apertural granulosa; endoaberturas: poros isodiamétricos situados en el ecuador, de $3\ \mu\text{m}$ de diámetro. Mesocolpia de $3 - 5\ \mu\text{m}$. Exina delgada, de menos de $1\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma pequeñas costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado.



LAMINA I. (Figs. 1-2, *Heliotropium supinum*. 3-6, *H. curassavicum*. 7-11, *Neotostema apulum*. 12-16, *Buglossoides urvensis* subsp. *gasparrini*) v.e.: en visión ecuatorial y corte óptico meridiano; v. p.: en visión polar y corte óptico ecuatorial. 1, v. e. (x 1200). 2, aberturas (x 1200). 3, visión ecuatorial (x 1600). 4, aberturas (x 1200). 5, v. e. (x 1200). 6, ornamentación (x 8000). 7, v. e. (x 1200). 8, aberturas (x 1200). 9, v. p. (x 1200). 10, polen heteropolar (x 1200). 11, ornamentación (x 8000). 12, v. e. (x 1200). 13, aberturas (x 1200). 14, v. p. (x 1200). 15, tetrada (x 1200). 16, ornamentación (x 8000).



LAMINA II. (Figs. 1, 3 y 5, *Lithodora fruticosa*; 2 y 4 *L. prostrata* subsp. *lusitanica*; 6-8, *Cerinthe major*; 9, *C. gymnantra*; 10-12, *Echium albicans*. 13, *E. creticum* subsp. *coincyanum*; 14-17, *Alkanna tinctoria*.) v. e.: en visión ecuatorial y corte óptico meridiano; v. p.: en visión polar y corte óptico ecuatorial. 1, v. e. (x 1200). 2, aberturas (x 1200). 3-4, v. p. (x 1200). 5, ornamentación (x 8000). 6, v. e. (x 1200). 7, aberturas (x 1200). 8, v. p. (x 1200). 9, ornamentación (x 8000). 10, v. e. (x 1200). 11, aberturas (x 1200). 12, v. p. (x 1200). 13, ornamentación (x 8000). 14, v. e. (x 1200). 15, aberturas (x 1200). 16, v. p. (x 1200). 17, ornamentación (x 8000).

	P	E	P/E
<i>L. prostrata</i>			
subsp. <i>lusitanica</i>	15.00 - 22.00	11.00 - 18.00	1.16 - 1.42
(forma <i>brevistila</i>)	(19.48 ± 1.93)	(14.90 ± 1.88)	(1.30 ± 0.06)
(forma <i>longistila</i>)	14.00 - 22.00	10.00 - 16.00	1.27 - 1.50
	(18.00 ± 2.42)	(12.73 ± 1.63)	(1.41 ± 0.05)

Cuadro 4. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E de las formas del polen tipo *Lithodora prostrata*.

JOHNSTON (1953) hizo una descripción general muy breve del polen de *Lithodora*. Tanto el tamaño que indica para sus ejes como el número de aberturas, coincide perfectamente con los observados en el presente estudio. Sin embargo, describió las aberturas como simples y poradas, lo que no coincide con las observaciones del taxón aquí estudiado. La aportación más interesante que hace este autor es poner de manifiesto la ausencia de dimorfismo en este género, que cabía esperar por presentar distila el taxón estudiado.

Tipo *Cerithe major* (Lám. II).

Lo presentan las dos especies de *Cerithe* de Andalucía Occidental: *C. major* L. y *C. gymnandra* Gasparrini.

Polen isopolar, con los polos prácticamente planos y extremos casi en ángulo recto, longiaxo y erecto. En visión ecuatorial, rectangular constreñido ecuatorialmente (fig. 6) y en visión polar, circular-ligeramente lobulado (fig. 8). Tamaño pequeño. Sistema apertural 7-colporado (fig. 7); ectoaberturas: colpos subterminales y estrechos, de 11 x 0,5 µm; endoaberturas: poros isodiamétricos, de 2 µm de diámetro, situados en el ecuador. Mesocolpia de 2 µm. Exina delgada, de menos de 1 µm de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que se engruesa alrededor de las endoaberturas para formar las costillas, alcanzando

Taxones	P	E	P/E
<i>C. major</i>	14.00 - 25.00 (19.63 ± 1.50)	9.00 - 15.00 (10,38 ± 1.05)	1.41 - 1.76 (1.62 ± 0.09)
<i>C. gymandra</i>	15.00 - 25.00 (19.53 ± 2.33)	9.00 - 15.00 (12.21 ± 1.31)	1.41 - 1.76 (1.60 ± 0.07)

Cuadro 5. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E del polen tipo *Cerithe major*.

en esta zona un grosor de $2,5\mu\text{m}$. Al MEB el tectum es escábrido. Se observa además una constricción muy marcada en el ecuador, con tendencia a la formación de cíngulo (fig. 9).

JOHNSTON (1954) en una revisión de este género, incluyó un estudio palinológico de varias especies del mismo, entre ellas *C. major*. Los caracteres que indicó para este taxón no están de acuerdo con los observados en este estudio, ya que describió el polen de *C. major* como de $18-33\mu\text{m}$ y con 8 aberturas.

Tipo *Alkanna tinctoria* (Lám. II).

Se presenta en la única especie de *Alkanna* de Andalucía Occidental: *A. tinctoria* (L.) Tausch., que parece se estudia palinológicamente por primera vez en este trabajo.

Polen heteropolar, con el polo de mayor amplitud casi plano y el menor convexo, longiaxo y erecto-pererecto, $P/E = 1,33 + 2,20 (1,94 \pm 0,16)$. En visión ecuatorial, cónico-piriforme levemente constreñido en el ecuador (fig. 14) y en visión polar, triangular-ligeramente lobulado y planaperurado (fig. 16). Tamaño pequeño, $P = 10,00 - 16,00 (12,75 \pm 1,59)\mu\text{m}$ y $E = 5,00 - 9,00 (6,62 \pm 1,18)\mu\text{m}$. Sistema apertural 3-colporado (fig. 15); ectoaberturas: colpos terminales de menos de $1\mu\text{m}$ de anchura, que en el polo más amplio dejan una pequeña área polar; al MEB se observa una membrana apertural granulosa; endoaberturas: poros lalongados, de forma navicular y situados en la zona subecuatorial más ancha (fig. 15) y de $2 \times 7\mu\text{m}$ de tamaño. Exina muy delgada, de $0,5\mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que se engruesa alrededor de las endoaberturas para formar las costillas. Al MEB el tectum es psilado, con escasas espínulas bordeando a las aberturas (fig. 17).

Tipo *Echium plantagineum* (Lám. II).

Lo presentan los ocho taxones de *Echium* de Andalucía Occidental: *E. albicans* Lag. & Rodr., *E. asperrimum* Lam., *E. flavum* Desf., *E. boissieri* Steudel, *E. plantagineum* L., *E. creticum* L. subsp. *coincyanum* (Lacaita) R. Fernandes, *E. tuberculatum* Hoffmanns. & Link y *E. gaditanum* Boiss.

Polen heteropolar, con los polos convexos, longiaxo y erecto. En visión ecuatorial, piriforme (fig. 10) y en visión polar, circular-triangular y planaperurado (fig. 12). Tamaño pequeño. Sistema apertural 3-colporado (fig. 11); ectoaberturas: colpos terminales de menos de $1\mu\text{m}$ de anchura; al MEB se observa una membrana apertural granulosa; endoaberturas: poros isodiamétri-

cos situados en la zona subecuatorial más ancha. Exina delgada de alrededor de $1\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, con la sexina y la nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas. Sexina con infratectum columelado. Al MEB el tectum es perforado-ligeramente reticulado, con lúmenes redondeados y escasos gránulos dispersos (fig. 13).

Taxones	P	E	P/E	End.	Mes.	Téctum
<i>E. albicans</i>	14,00 - 20,00 (17,08 \pm 1,09)	8,00 - 14,00 (11,40 \pm 1,06)	1,32 - 1,75 (1,49 \pm 0,08)	4,00	10,00	perforado
<i>E. asperrimum</i>	13,00 - 16,00 (14,00 \pm 0,77)	8,00 - 11,00 (9,03 \pm 1,04)	1,30 - 1,87 (1,55 \pm 0,16)	3,50	7,50	perforado
<i>E. flavum</i>	14,00 - 20,00 (16,51 \pm 1,47)	8,00 - 13,00 (10,46 \pm 1,47)	1,38 - 1,77 (1,57 \pm 0,09)	3,50	8,50	perforado
<i>E. boissieri</i>	16,00 - 20,00 (18,28 \pm 1,09)	10,00 - 13,00 (11,81 \pm 0,92)	1,38 - 1,63 (1,54 \pm 0,06)	3,50	8,75	perforado
<i>E. plantagineum</i>	17,00 - 25,00 (20,73 \pm 2,32)	10,00 - 15,00 (12,39 \pm 1,50)	1,46 - 1,84 (1,67 \pm 0,07)	3,75	9,00	perforado
<i>E. creticum</i> subsp. <i>coincyanum</i>	16,00 - 19,00 (17,36 \pm 0,81)	11,00 - 13,00 (11,60 \pm 0,55)	1,38 - 1,63 (1,49 \pm 0,07)	3,50	8,50	ligeramente reticulado
<i>E. tuberculatum</i>	15,00 - 18,00 (16,84 \pm 0,66)	10,00 - 13,00 (11,22 \pm 0,66)	1,33 - 1,70 (1,50 \pm 0,08)	4,00	10,00	ligeramente reticulado
<i>E. gaditanum</i>	15,00 - 21,00 (17,34 \pm 1,22)	9,00 - 13,00 (10,95 \pm 0,90)	1,41 - 1,77 (1,58 \pm 0,08)	4,00	9,00	ligeramente reticulado

Cuadro 6. Caracteres diferenciales del polen de las especies incluidas en el tipo *Echium plantagineum*. Todas las medidas se expresan en micrometros. Edn.: endoabertura; Mes.: mesocolpia.

Este género ha sido estudiado palinológicamente por diversos autores. ERDTMAN (1952) describió el polen de *Echium* de una forma muy general, haciendo alusión únicamente a la forma y posición de las aberturas. JOHNSTON (1953) hizo igualmente una descripción muy general, semejante a la de ERDTMAN. PANELATTI (1960) estudió el polen de cinco especies del género, entre ellas el de *E. plantagineum*, cuya descripción coincide con la indicada en este trabajo en cuanto al tamaño y número de aberturas, pero no en cuanto a la forma, que describió como isopolar y elíptica en visión ecuatorial. PLA DALMAU (1961), MARTICORENA (1968) y CLARKE (1977), describieron el polen de esta misma especie, coincidiendo sus resultados con los descritos en

este trabajo, excepto en el tipo de abertura que describe PLA DALMAU como sulcada.

Tipo *Nonea ventricosa*. (Lám. III).

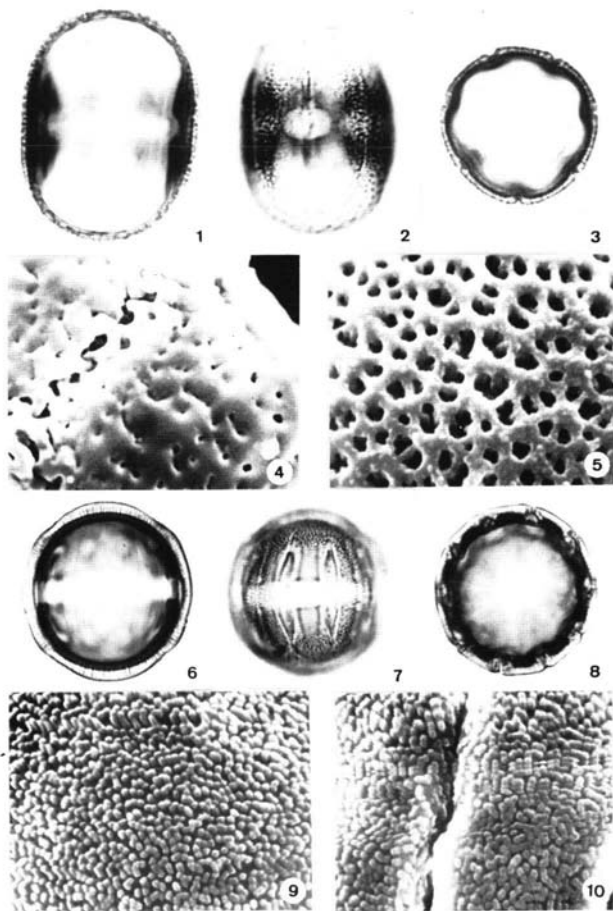
Se presenta en *N. ventricosa* (Sibth. & Sm.) Griseb., que al parecer, se estudia por primera vez palinológicamente en este trabajo.

Polen isopolar, con los polos ligeramente convexos, longiaxo y desde suberecto a erecto, P/E = 1,04 - 1,27 ($1,17 \pm 0,05$). En visión ecuatorial, casi rectangular y en visión polar, circular. Tamaño ligeramente pequeño, mediano o ligeramente grande. P = 23,00 - 26,00 ($24,70 \pm 0,69$) μm ; E = 18,00 - 22,00 ($21,00 \pm 1,12$) μm . Sistema apertural 5-colporado, ocasionalmente 4-colporado; ectoaberturas: colpos subterminales, de alrededor de 8,5 μm de longitud por 1 μm de anchura; endoaberturas: poros lalongados, de 3,5 x 7,5 μm , con los extremos agudos y situados en el ecuador. Mesocolpia de 9 μm . Exina de 2 μm de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas. Sexina con infratectum formado por columelas simples y delgadas. Al MEB el tectum es psilado-perforado, con un estrecho retículo en el ecuador, cuyos muros son granulosos (fig. 4).

Tipo *Nonea vesicaria* (Lám. III).

Se presenta en *Nonea vesicaria* (L.) Reichenb., que al parecer se estudia por primera vez palinológicamente.

Polen isopolar, con los polos ligeramente convexos, longiaxo y desde suberecto a erecto, P/E = 1,02 - 1,56 ($1,16 \pm 0,12$). En visión ecuatorial, elíptico (fig. 1) y en visión polar, circular (fig. 3). Tamaño mediano o ligeramente grande; P = 32,00 - 54,00 ($40,72 \pm 5,55$) μm ; E = 29,00 - 46,00 ($34,71 \pm 2,55$) μm . Sistema apertural 8-colporado (fig. 2), ocasionalmente 6 ó 9-colporado; ectoaberturas: colpos subterminales, de alrededor de 19,5 μm de longitud por 1 μm de anchura; endoaberturas: polos lalongados, de 5,5 x 8,75 μm , con los extremos redondeados y situados en el ecuador. Mesocolpia de 10 μm . Exina de 2,5 μm de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas. Sexina con infratectum formado por columelas simples y delgadas. Al MEB el tectum es reticulado, con gránulos sobre los muros (fig. 5).



LAMINA III. (Figs. 1-3 y 5, *Nonea vesicaria*; 4, *N. ventricosa*; 6-10, *Borago officinalis*) v. e.: en visión ecuatorial y corte óptico meridiano; v. p.: en visión polar y corte óptico ecuatorial. 1, v. e. (x 1200). 2, aberturas (x 1200). 3, v. p. (x 1200). 4-5, ornamentación (x 8000). 6, v. e. (x 1200). 7, aberturas (x 1200). 8, v. p. (x 1200). 9-10, ornamentación y abertura (x 8000).

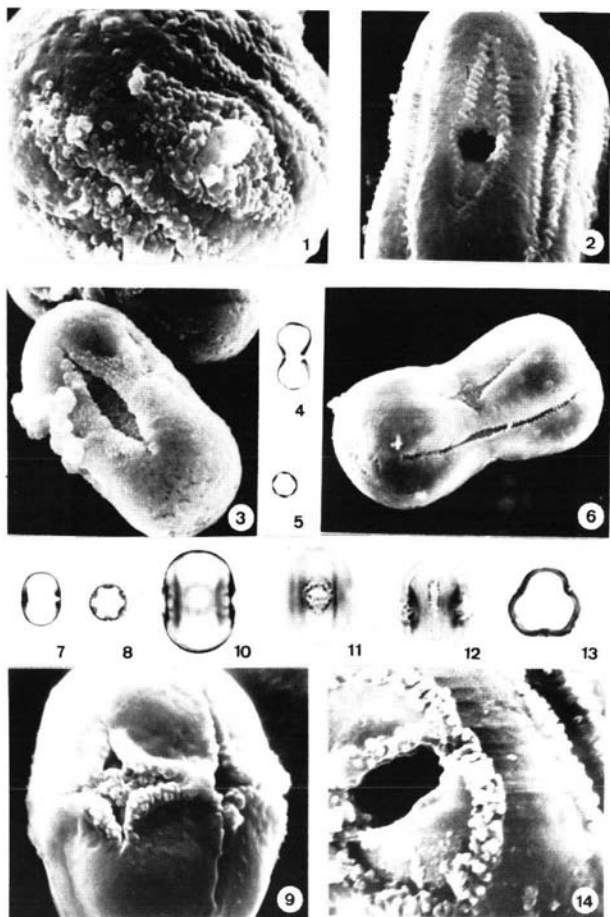


LÁMINA IV (Figs. 1, *Myosotis personii*; 2, *M. ramosissima*; 3, *Gyrocarion oppositifolium*; 4-6, *Omphalodes brassicifolia*; 7-8, *Cynoglossum nebrodense*; 9, *C. clandestinum*; 10-14, *C. cheirifolium*). V. e.: en visión ecuatorial y corte óptico meridiano; v. p.: en visión polar y corte óptico ecuatorial. 1-2, ornamentación (x 8000). 3, visión ecuatorial (x 8000). 4, v. e. (x 1200). 5, v. p. (x 1200). 6, v. e. (x 8000). 7, v. e. (x 1200). 8, v. p. (x 1200). 9, visión ecuatorial (x 8000). 10, v. e. (x 1200). 11-12, aberturas (x 1200). 13, v. p. (x 1200). 14, ornamentación (x 8000).

Tipo *Anchusa undulata*

Lo presentan *A. undulata* L. con tres subespecies: subsp. *undulata*, subsp. *granatensis* (Boiss.) Valdés y subsp. *viciosoi* Valdés ex Lainz, y *A. calcarea* Boiss. con dos variedades: var. *calcarea* y var. *scaberrima* Boiss.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y desde suberecto a erecto. En visión ecuatorial, rectangular-elíptico y en visión polar, triangular anguloaperturado. Tamaño mediano o ligeramente grande. Sistema apertural 3-colporado; ectoaberturas: colpos subecuatoriales, de alrededor de $16\mu\text{m}$ de longitud por menos de $1\mu\text{m}$ de anchura; endoaberturas: poros lalongados, de forma oval y de $5,5 \times 11\mu\text{m}$ aproximadamente, situados en el ecuador. Mesocolpia de $19\mu\text{m}$. Exina de $2\mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas; sexina con infratectum formado por columelas simples, más o menos gruesas y esparcidas. Al MEB el tectum es psilado-perforado, presentando una estrecha franja reticulada en la zona media interapertural, que recorre todo el grano de polen, con lúmenes relativamente pequeños y muros granulosos.

Taxones	P	E	P/E
<i>A. undulata</i>			
subsp. <i>undulata</i>	34,00 - 43,00 (37,03 \pm 1,76)	24,00 - 29,00 (26,03 \pm 0,91)	1,33 - 1,57 (1,41 \pm 0,04)
subsp. <i>granatensis</i>	33,00 - 38,00 (34,97 \pm 0,85)	24,00 - 30,00 (26,72 \pm 1,22)	1,17 - 1,40 (1,30 \pm 0,05)
subsp. <i>viciosoi</i>	35,00 - 53,00 (42,51 \pm 3,69)	27,00 - 41,00 (32,76 \pm 3,84)	1,13 - 1,42 (1,29 \pm 0,06)
<i>A. calcarea</i>			
var. <i>calcarea</i>	36,00 - 51,00 (43,15 \pm 5,25)	27,00 - 38,00 (32,35 \pm 3,42)	1,23-1,48 (1,33 \pm 0,05)
var. <i>scaberrima</i>	32,00 - 55,00 (38,85 \pm 5,03)	24,00 - 43,00 (28,57 \pm 3,83)	1,25 - 1,48 (1,35 \pm 0,04)

Cuadro 7. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E del polen de los taxones incluidos en el tipo *Anchusa undulata*.

La autora de este trabajo ha estudiado recientemente la palinología de las especies que integran este tipo, así como los siguientes en la Península Ibérica (DÍEZ, 1983).

Tipo *Anchusa azurea*

Se presenta en una sola especie: *A. azurea* Miller.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto, P/E = 1,18 - 1,44 ($1,31 \pm 0,05$). En visión ecuatorial, rectangular y en visión polar, cuadrangular-angulaperturado. Tamaño mediano. P = 33,00 - 47,00 ($41,42 \pm 3,05$) μm ; E = 23,00 - 35,00 ($31,54 \pm 2,66$) μm . Sistema apertural 4-colporado; ectoaberturas: colpos subecuatoriales, de alrededor de 16 μm de longitud por 1 μm de anchura; endoaberturas: poros lalongados, de forma rectangular y de 5 x 12,5 μm aproximadamente, situados en el ecuador. Mesocolpia de 20 μm . Exina de 2,5 μm de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas; sexina con infratectum formado por columelas simples, más o menos gruesas y esparcidas. Al MEB el tectum es psilado-perforado, presentando una estrecha franja reticulada en la zona media interapertural, que recorre todo el grano de polen, con lúmenes relativamente pequeños, algo mayores que en el tipo de *Anchusa undulata* y con muros granulados.

Tipo *Anchusa stylosa*

Incluye una sola especie: *A. stylosa* Bieb.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto erecto; P/E = 1,20 - 1,45 ($1,30 \pm 0,05$). En visión ecuatorial, rectangular-elíptico y en visión polar, circular. Tamaño mediano, P = 30,00 - 40,00 ($34,01 \pm 2,80$) μm ; E = 22,00 - 31,00 ($26,21 \pm 2,40$) μm . Sistema apertural 5-colporado; ectoaberturas: colpos subecuatoriales de más de 15 μm de longitud por 1 μm de anchura; endoaberturas: poros lalongados en forma de huso, de 4,5 x 11 μm aproximadamente, situado en el ecuador. Mesocolpia de 13 μm . Exina de 2 μm de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas; sexina con infratectum formado por columelas simples, más o menos gruesas y esparcidas. Al MEB el tectum es psilado-perforado, levemente plegado con gran cantidad de gránulos en el ecuador.

Tipo *Anchusa puechii*

Se presenta tan solo en *A. puechii* Valdés.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto, P/E = 1,25 - 1,52 ($1,36 \pm 0,07$). En visión ecuatorial oval y en visión polar,

pentagonal-planaperturado. Tamaño mediano, $P = 21,00 - 37,00(26,96 \pm 2,86) \mu\text{m}$, $E = 15,00 - 26,00(19,75 \pm 1,80) \mu\text{m}$. Sistema apertural 5 colporado; ectoaberturas: colpos subecuatoriales de más de $15 \mu\text{m}$ de longitud por $1 \mu\text{m}$ de anchura; endoaberturas: poros alargados, de forma rectangular constreñido en la zona media, de $3,5 \times 9,5 \mu\text{m}$ aproximadamente, situados en el ecuador. Mesocolpia de $9,5 \mu\text{m}$. Exina de $1,5 \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, con sexina y nexina aproximadamente del mismo espesor, engrosándose esta última alrededor de las endoaberturas para formar las costillas; sexina con infratectum formado por columelas, más o menos gruesas y esparcidas. Al MEB el tectum es psilado-perforado, con un pequeño retículo bordeando las aberturas, sobre cuyos muros se observa un escaso número de pequeños gránulos.

Tipo *Borago officinalis* (Lám. III).

Se presenta en la única especie del género que vive en Andalucía Occidental: *B. officinalis* L.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto, $P/E = 1,03 - 1,34 (1,14 \pm 0,06)$. En visión ecuatorial, cuadrado-circular (fig. 6) y en visión polar, circular (fig. 8). Tamaño mediano, $P = 28,00 - 45,00 (37,72 \pm 4,77) \mu\text{m}$ y $E = 24,00 - 40,00 (29,40 \pm 4,44) \mu\text{m}$. Sistema apertural 10-colporado (fig. 7), ocasionalmente 9 u 11-colporado; ectoaberturas: colpos subterminales y anchos, de $14 \times 3 \mu\text{m}$, rodeados por una cavidad de unas $2,5 \mu\text{m}$ producida por la pérdida o rotura de las columelas en esta zona; dicha cavidad fue observada anteriormente por STIX (1964); endoaberturas: constituyen un cingulo ecuatorial de unas $5 \mu\text{m}$ de anchura que recorre todo el grano de polen. Mesocolpia de $7,5 \mu\text{m}$. Exina bastante gruesa, de alrededor de $4 \mu\text{m}$ en la mesocolpia, en que la relación sexina/nexina en las zonas polares y subpolares es aproximadamente de 3. Infratectum formado por gran cantidad de columelas lisas y esparcidas. Al MEB el tectum está totalmente cubierto de gránulos (figs. 9 y 10), que en las zonas polares permiten apreciar pequeñas perforaciones entre ellos.

Este género ha sido ampliamente estudiado desde el punto de vista palinológico por autores como ERDTMAN (1952), PLA DALMAU (1961), STIX (1964), RUNEMARK (1967) y CLARKE (1977), coincidiendo sus resultados en la mayoría de los casos con los obtenidos en el presente trabajo. Se difiere de los resultados de PLA DALMAU, que definió el polen de *B. officinalis* como oblado-esferoidal ligeramente estrangulado en su parte central, decicolporado, con colpos pequeños y exina de $2 \mu\text{m}$ de grosor, y de los de CLARKE en

cuanto a la relación P/E, superior a la encontrada en las poblaciones estudiadas en este trabajo.

Tipo *Myosotis ramosissima* (Lám. IV).

Se presenta en *M. ramosissima* Rochel in Schultes.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y erecto-pererecto, P/E = 1,50 - 2,20 ($1,74 \pm 0,17$). En visión ecuatorial, casi rectangular y en visión polar, octogonal-planaperturado. Tamaño pequeño, P = 11,00 - 14,00 ($12,65 \pm 0,96$) μm y E = 5,00 - 8,00 ($7,25 \pm 0,94$) μm . Sistema apertural 8-heterocolporado; ectoaberturas: colpos terminales, de 10 μm de longitud por menos de 1 μm de anchura, los simples rectangulares y los compuestos de forma rómbica; al MEB se observa una membrana apertural lisa (fig. 2); endoaberturas: poros casi isodiamétricos, de 3 μm de diámetro y situados en el ecuador. Mesocolpia de 2 μm . Exina muy delgada, de alrededor de 0,5 μm en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es pilado-puntuado, con gránulos alrededor de los colpos (fig. 2).

GRAU & LEINS (1968) hicieron referencia al polen de *M. ramosissima* entre otros, coincidiendo los datos obtenidos por estos autores con los indicados en este trabajo, excepto en el número de aberturas, ya que indican la mitad de las observadas en el presente estudio, sin duda porque no incluyeron como tales las aberturas simples o pseudoaberturas, que aparecen sin embargo representadas en sus esquemas (GRAU & LEINS, l. c.) (Figs. 1-7, 9-10). BLAISE (1972) hizo un estudio taxonómico de 23 taxones del género de los que desde el punto de vista palinológico separa dos grupos: uno con polen tipo "arvensis" y otro con polen tipo "discolor", incluyendo el de *M. ramosissima* en el tipo "arvensis", que separa de los demás por presentar cuatro poros. Por último, CLARKE (1977) estudió el polen de *M. ramosissima* entre otros, coincidiendo sus resultados con los expuestos en el presente trabajo, excepto en las dimensiones de E, algo menores que las indicadas en este estudio, por lo que la relación P/E resulta más elevada.

Tipo *Myosotis discolor* (Lám. IV).

Lo presentan *M. discolor* Pers. y *M. personii* Rouy.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y desde suberecto a erecto. En visión ecuatorial, circular-elíptico y en visión polar, circular.

Tamaño pequeño. Sistema apertural 10-heterocolpado, ocasionalmente 8 ó 12-heterocolpado; ectoaberturas: colpos simples terminales y rectangulares de $12\ \mu\text{m}$ de longitud por menos de $1\ \mu\text{m}$ de anchura, los compuestos más cortos y de forma rómbica; al MEB se observa una membrana apertural granulosa (fig. 1); endoaberturas: poros casi isodiamétricos, de $5\ \mu\text{m}$ de diámetro y situados en el ecuador. Mesocolpia de $3,5\ \mu\text{m}$. Exina muy delgada, de alrededor de $0,5\ \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencias sin columelas, y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado-punteado con gránulos alrededor de los colpos (fig. 1).

Taxones	P	E	P/E
<i>M. discolor</i>	15,00 - 20,00 (17,53 \pm 1,14)	12,00 - 16,00 (14,05 \pm 0,82)	1,06 - 1,38 (1,24 \pm 0,07)
<i>M. personii</i>	14,00- 17,00 (16,46 \pm 0,81)	11,00 - 13,00 (12,23 \pm 0,71)	1,23 - 1,45 (1,32 \pm 0,03)

Cuadro 8. Dimensiones (en micrometros) y relación P/E del polen de las especies incluidas en el tipo *Myosotis discolor*

GRAU & LEINS (1963) hicieron referencia al polen de *M. discolor* y *M. personii* entre otros, coincidiendo los datos obtenidos por estos autores con los indicados en ese trabajo, excepto en el número de aberturas, de la misma forma que en el tipo anterior. BLAISE (1972) incluye estas dos especies, junto con otras, en el tipo "discolor", coincidiendo estos resultados con los que él expuso. Por último, CLARKE (1977) estudió el polen de *M. discolor* entre otros, coincidiendo sus conclusiones con las expuestas en este trabajo, excepto en las dimensiones de E, de la misma forma que en el tipo anterior.

Tipo *Myosotis stolonifera*

Lo presentan *M. welwitschii* Boiss. & Reuter in Boiss., *M. stolonifera* (DC.) Gay ex Laresche & Levier, *M. debilis* Pomel, *Gyrocarion oppositifolium* Valdés, *Omphalodes linifolia* (L.) Moench y *O. commutata* G. López.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y erecto-pererecto. En visión ecuatorial, oval-rectangular constreñido ecuatorialmente y en visión polar, circular-hexagonal-planaperturado. Tamaño muy pequeño. Sistema apertural 6-heterocolpado; endoaberturas: poros isodiamétricos, sitados en el ecuador. Mesocolpia de $1,5\ \mu\text{m}$. Exina muy delgada, de alrededor de $0,5\ \mu\text{m}$

de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoa-berturas. Al MEB el tectum es psilado, con gránulos alrededor de los colpos, más abundantes en *Gyrocarion*, a veces ligeramente perforado en los polos (figs. 3 y 6).

Taxones	P	E	P/E	Ectoabertura		Edn. Ø	Tectum en los polos
				Forma	Tamaño		
<i>M. welwitschii</i>	6,00 - 8,00 (6,88 ± 0,45)	4,00 - 5,00 (4,03 ± 0,17)	1,40 - 2,00 (1,70 ± 0,10)	A	5x1	1	psilado
<i>M. stolonifera</i>	6,00 - 7,00 (6,66 ± 0,47)	3,00 - 4,00 (3,60 ± 0,48)	1,75 - 2,33 (1,87 ± 0,16)	B	5x1	1	psilado
<i>M. debilis</i>	7,00 - 10,00 (8,47 ± 0,54)	4,00 - 6,00 (4,80 ± 0,42)	1,50 - 2,00 (1,76 ± 0,14)	B	6x1	1	psilado
<i>G. oppositifolium</i>	9,00 - 9,00 (9,00 ± 0,00)	5,00 - 5,00 (5,00 ± 0,00)	1,80 - 1,80 (1,80 ± 0,00)	C	7x1	2	perforado
<i>O. linifolia</i>	7,00 - 10,00 (8,30 ± 0,78)	4,00 - 6,00 (4,52 ± 0,63)	1,60 - 2,00 (1,83 ± 0,14)	A	7x1	2	perforado
<i>O. commutata</i>	8,00 - 11,00 (9,21 ± 0,68)	4,00 - 6,00 (4,98 ± 0,46)	1,60 - 2,25 (1,84 ± 0,13)	A	7x1	2	perforado

Cuadro 9. Caracteres diferenciales del polen de las especies incluidas en el tipo *Myosotis stolonifera*. Todas las medidas se expresan en micrometros. End.: endoaabertura; A: colpos compuestos (rómicos) más cortos que los simples (rectangulares); B, todos los colpos de igual longitud (compuestos rómicos, simples rectangulares); C, idem (simples rómicos, compuestos rectangulares)

De las seis especies incluidas en este tipo, sólo se tiene referencia del trabajo de CLARKE (1977) sobre *M. stolonifera*, coincidiendo los datos obtenidos por este autor con los indicados en este trabajo, excepto en las dimensiones de E y relación P/E de la misma forma que en los dos tipos anteriores.

Tipo *Cynoglossum creticum* (Lám. IV).

Los presentan *Cynoglossum creticum* Miller, *C. nebrodense* Guss. y *C. clandestinum* Desf.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y semierecto-erecto. En visión ecuatorial, oval-rectangular (fig. 3) y en visión polar, circular-hexagonal-planaperturado (fig. 8). Tamaño muy pequeño o pequeño. Sistema aper-tural 6-heterocolpado, en que los colpos simples son terminales y estrechos y

los compuestos mucho más cortos y de forma rómbica; presentan ectocíngulo; endoaberturas: poros alargados de alrededor de $1,5 - 3 \mu\text{m}$ y situados en el ecuador. Mesocolpia de $4 \mu\text{m}$. Exina muy delgada, de alrededor de $0,5 \mu\text{m}$ de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado, con gránulos alrededor de los colpos y del ectocíngulo (fig. 9).

Taxones	P	E	P/E	Longitud colpos simples
<i>C. creticum</i>	11,00 - 14,00 (12,79 ± 0,87)	7,00 - 9,00 (8,05 ± 0,64)	1,33 - 1,75 (1,58 ± 0,10)	6,00
<i>C. nebrodense</i>	8,00 - 9,00 (8,65 ± 0,47)	6,00 - 7,00 (6,05 ± 0,21)	1,28 - 1,50 (1,42 ± 0,08)	5,50
<i>C. clandestinum</i>	12,00 - 17,00 (13,57 ± 1,26)	8,00 - 12,00 (9,78 ± 0,08)	1,27 - 1,62 (1,38 ± 0,08)	7,50

Cuadro 10. Caracteres diferenciales del polen de las especies incluidas en el tipo *Cynoglossum creticum*. Todas las medidas se expresan en micrometros. Long, longitud de los colpos simples.

PLA DALMAU (1961), MARTICORENA (1963) y CLARKE (1977) estudiaron el polen de *C. creticum*, coincidiendo los resultados expuestos en el presente trabajo con los de los dos últimos autores, pero no con los de PLA DALMAU, que describió el polen de esta especie con el eje polar más corto que el ecuatorial, tectum reticulado y con seis colpos.

Tipo *Cynoglossum cheirifolium* (Lám. IV).

Se presenta en *C. cheirifolium* L.

Polen isopolar, con los polos convexos, longiaxo y erecto, P/E = 1,35 - 1,50 (1,41 ± 0,04). En visión ecuatorial, oval-rectangular (fig. 10) y en visión polar, circular-hexagonal-planaperturado (fig. 13). Tamaño pequeño, P = 17,00 - 19,00 (18,30 ± 0,55) μm y E = 12,00 - 14,00 (12,90 ± 0,43) μm . Sistema apertural 6-porocolpado, con colpos subterminales de 12 μm de longitud por 1 μm de anchura y poros de 5 μm de diámetro. Mesocolpia de 5 μm . Exina de 1 μm de grosor en la mesocolpia, de difícil apreciación entre la sexina, en apariencia sin columelas, y la nexina, que forma ligeras costillas alrededor de las endoaberturas. Al MEB el tectum es psilado con gránulos alrededor de los colpos y poros (fig. 14).

BARBIER & MATHEZ (1973) realizaron un estudio taxonómico de la tribu *Cynolosseae*, proponiendo la separación de un nuevo género: *Pardoglossum*, en el que incluyen *C. cheirifolium*, entre otros, basándose sobre todo en estudios palinológicos; sus resultados coinciden con los observados en el presente estudio. CLARKE & al. (1979) estudiaron el polen del género *Pardoglossum* Barbier & Mathez indicando para *C. cheirifolium* caracteres semejantes a los encontrados en este trabajo.

DISCUSION

La división clásica del polen de *Boraginaceae* en heterocolpado y colporado, se mantiene prácticamente en las 39 especies que viven en Andalucía Occidental, incluyéndose además, de acuerdo con CLARKE & al. (1979) un nuevo tipo: poro-colpado.

Presentan polen heterocolpado *Heliotropium*, *Myosotis*, *Gyrocarion* y *Omphalodes*, así como tres de las cuatro especies pertenecientes a *Cynoglossum*.

En estos cinco géneros se reconocen seis tipos de polen, que se diferencian por las aberturas y el tamaño. Con seis aberturas se presentan cuatro tipos: tipo *Heliotropium europaeum*, con valores medios de P superiores a $25\ \mu\text{m}$ y endoaberturas lalongadas; tipo *Heliotropium curassavicum*, con valores medios de P de menos de $25\ \mu\text{m}$ y endoaberturas lalongadas; tipo *Myosotis stolonifera*, con granos de polen constreñidos y valores de P de menos de $12\ \mu\text{m}$ y tipo *Cynoglossum creticum* que se caracteriza por la presencia de ectocíngulo. Con ocho aberturas se encuentra tan solo el tipo *Myosotis ramosissima*. Con diez tan solo el tipo *Myosotis discolor*.

Polen poro-colpado se presenta unicamente en *Cynoglossum Cheirifolium*, que se considera por tanto como un tipo diferente.

Presentan polen colporado *Neatostema*, *Buglossoides*, *Lithodora*, *Cerithe*, *Alkanna*, *Echium*, *Nonea*, *Anchusa* y *Borago*, en los que el tamaño diferencia en primer lugar dos grupos: uno con polen pequeño, que incluye los géneros *Neatostema*, *Buglossoides*, *Lithodora*, *Cerithe*, *Alkanna* y *Echium*, y otro con polen mediano que incluye *Nonea*, *Anchusa* y *Borago*.

En los géneros con polen de tamaño pequeño se reconocen siete tipos, que se diferencian fundamentalmente por el número de aberturas y superficie del tectum. Con tres aberturas se presentan los tipos *Alkanna tinctoria* y *Echium plantagineum*, con superficie psilada y endoaberturas naviculares, o

perforada-reticulada y endoaberturas circulares, respectivamente. Con cuatro aberturas se presenta un solo tipo: el de *Lithodora fruticosa*. Con cinco solamente el tipo *Buglossoides arvensis*. Con siete los tipos *Neatostema apulum* y *Cerintho major*, con tectum psilado-punteado, o escábrido, respectivamente. Con diez el tipo *Lithodora prostrata*.

En los géneros con polen de tamaño mediano se reconocen otros siete tipos diferentes, que se diferencian de nuevo por el número de aberturas y superficie del tectum, así como por el tamaño. Presenta tres aberturas el tipo *Anchusa undulata*. Con cuatro se encuentra tan solo el tipo *Anchusa azurea*. Con cinco aberturas se encuentran tres tipos: tipo *Anchusa stylosa*, con valores medios de $P \times E = 34 \times 26 \mu\text{m}$ y sin retículo, tipo *Anchusa puechii*, con $P \times E = 27 \times 20 \mu\text{m}$ y con retículo alrededor de los colpos y tipo *Nonea ventricosa*, $P \times E = 24,70 \times 21,00 \mu\text{m}$ y con retículo en el ecuador. Con ocho aberturas se presenta tan solo el tipo *Nonea vesicaria*. Con diez el tipo *Borago officinalis*.

De esta forma, en las 39 especies de *Boraginaceae* que viven en Andalucía Occidental, se reconocen un total de 21 tipos de polen diferentes, que pueden separarse por medio de la siguiente clave:

1.	Polen heterocolpado.....	2
	Polen no heterocolpado.....	7
2.	Polen con 6 aberturas.....	3
	Polen con más de 6 aberturas.....	6
3.	Polen con ectocingulo.....	tipo <i>Cynoglossum creticum</i>
	Polen sin ectocingulo.....	4
4.	Polen mayor de $16 \mu\text{m}$	5
	Polen menor de $16 \mu\text{m}$	tipo <i>Myosotis stolonifera</i>
5.	P mayor de $25 \mu\text{m}$ y endoaberturas lalongadas.....	tipo <i>Heliotropium europaeum</i>
	P menor o igual a $25 \mu\text{m}$ endoaberturas lalongadas.....	tipo <i>Heliotropium curassavicum</i>
6.	Polen con 8 aberturas.....	tipo <i>Myosotis ramosissima</i>
	Polen con 10 aberturas.....	tipo <i>Myosotis discolor</i>
7.	Polen poro-colpado.....	tipo <i>Cynoglossum cheirifolium</i>
	Polen colporado.....	8
8.	Polen con 3 aberturas.....	9
	Polen con más de 3 aberturas.....	11
9.	Polen en visión ecuatorial piriforme.....	10
	Polen en visión ecuatorial no piriforme.....	tipo <i>Anchusa undulata</i>
10.	Polen con tectum psilado.....	tipo <i>Alkanna tinctoria</i>
	Polen con tectum perforado-reticulado.....	tipo <i>Echium plantagineum</i>
11.	Polen con tectum escábrido.....	12
	Polen con tectum no escábrido.....	13

12.	Polen con 7 aberturas.....	tipo Cerinthe major	
	Polen con más de 7 aberturas.....	tipo Borago officinalis	
13.	Polen con tectum reticulado.....	tipo Nonea vesicaria	
	Polen con tectum no reticulado.....		14
14.	Polen con 4 aberturas.....		15
	Polen con más de 4 aberturas.....		16
15.	P menor de 20 μm	tipo Lithodora fruticosa	
	P mayor de 20 μm	tipo Anchusa azurea	
16.	Polen con 5 aberturas.....		17
	Polen con más de 5 aberturas.....		20
17.	P menor de 18 μm	tipo Buglossoides arvensis	
	P mayor de 18 μm		18
18.	Tectum sin retículo.....	tipo Anchusa stylosa	
	Tectum con retículo.....		19
19.	Polen con retículo alrededor de los colpos.....	tipo Anchusa puechii	
	Polen con retículo en el ecuador.....	tipo Nonea ventricosa	
20.	Polen con 7 aberturas.....	tipo Neatostema apulum	
	Polen con más de 7 aberturas.....	tipo Lithodora prostrata	

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado con cargo al proyecto 265 de la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica titulado «Estudio Palinológico de las plantas de Andalucía Occidental». La autora desea expresar su agradecimiento al Prof. Dr. B. Valdés por la identificación del material estudiado, ayuda y recomendaciones, así como a la Dra. C. Pardo por sus consejos y ayuda desinteresada en todo momento.

APENDICE

Material estudiado en el presente trabajo, con indicación del nombre del taxón, localidad, fecha de recolección, recolectores y número de herbario. Para mayor comodidad en la localización de las muestras, los taxones se han ordenado alfabéticamente.

Alkanna tinctoria (L.) Tausch.

Cádiz. Puerto de Santa María, 23.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 55082). Sevilla. Carmona, 24.IV.1979, *Candau, Fernández & Luque* (SEV 55079). Entre Mairena del Alcor y Carmona, 24.II.1979, *Díez* (SEV 55081).

Anchusa azurea Miller.

Cádiz. Espera, 24.II.1969, *Fernández* (SEV 51337). Huelva. Ayamonte, 6.IV.1979, *Díez, Talavera & Valdés* (SEV 51339). Sevilla. Paradas, 17.IV.1979, *Cabezudo, Candau & Rivera* (SEV 51340).

Anchusa calcarea Boiss. var. *calcarea*

Sevilla. Entre Alcalá de Guadaíra y Mairena del Alcor, 24.II.1979, *Díez* (SEV 55132). Carmona, 24.II.1979, *Díez* (SEV 55114).

Anchusa calcarea Boiss. var. *scaberrima* Boiss.

Cádiz. Bornos, 15.II.1973, *Escudero* (SEV 55120). Torre Guadiaro, 27.III.1979, *Ruiz de Clavijo* (SEV 55127). **Huelva.** Hinojos, 17.V.1979, *Díez, Silvestre & Talavera* (SEV 55128).

Anchusa puechii Valdés

Sevilla. Carmona, 22.IV.1979, *Perea* (SEV 43672). Las Cabezas de San Juan, 22.II.1979, *Pastor & Valdés*. (SEV 55133).

Anchusa stylosa Bieb.

Sevilla. Entre Ecija y Herrera, 8.III.1979, *Muñoz & Ruiz de Clavijo* (SEV 53729). Idem, 1.IV.1980, *Luque, Talavera & Valdés* (SEV 53721).

Anchusa undulata L. subsp. *granatensis* (Boiss.) Valdés

Córdoba. Bélmez, 24.III.1978, *Pastor* (SEV 52797). **Sevilla.** Cazalla de la Sierra, 26.IV.1979, *García Murillo* (SEV 52833).

Anchusa undulata L. subsp. *viciosoi* Valdés ex Lainz

Sevilla. Entre El Pedroso y Castiblanco de los Arroyos, 18.V.1978, *Candau & Díez* (SEV 55807).

Anchusa undulata L. subsp. *viciosoi* Valdés

Sevilla. Castillo de las Guardas, 17.III.1978, *Cabezudo & Rivera* (SEV 52825). Pantano de la Minilla, 18.V.1978, *Candau & Díez* (SEV 52827). Idem, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 52812).

Borago officinalis L.

Cádiz. Alcalá de los Gazules, 23.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 55441). **Córdoba.** Hornachuelos, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 55442). **Huelva.** Ayamonte, 6.IV.1979, *Talavera & Valdés* (SEV 55445). Bonares, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 55443).

Buglossoides arvensis (L.) I. M. Johnston subsp. *arvensis*

Cádiz. Setenil, 24.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 56272). **Córdoba.** Montemayor, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 56276). **Sevilla.** Entre Las Cabezas de San Juan y Lebrija, 22.II.1980, *Pastor & Valdés* (SEV 56291).

Buglossoides arvensis (L.) I. M. Johnston subsp. *gasparrini* (Heldr. ex Guss.) R. Fernandes

Cádiz. Grazalema, 11.IV.1980, *Rivera & Romero* (SEV 56286).

Cerithe gymnandra Gasparrini

Cádiz. Bolonia, 11.IV.1979, *López Calderón* (SEV 53790). Entre Sanlúcar de Barrameda y Algaida, 24.II.1973, *Domínguez & al.* (SEV 53783). **Huelva.** Bonares, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 53791). Hinojos, 25.II.1978, *Díez* (SEV 53750).

Cerithe major L.

Córdoba. Entre Aguilar de la Frontera y Puente Genil, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 53770). Entre Palma del Río y Ecija, 22.II.1979, *Díez & Luque* (SEV 53746). **Huelva.** Entre Aracena y Linares de la Sierra, 29.III.1980, *Rivera & al.* (SEV 47344). **Sevilla.** Huévar, 25.II.1979, *Díez* (SEV 53750). Paradas, 17.IV.1979, *Candau & Luque* (SEV 53759).

Cynoglossum cheirifolium L.

Cádiz. Puerto de las Palomas, 21.IV.1979, *Devesa* (SEV 61041).

Cynoglossum clandestinum Desf.

Cádiz. Entre Alcalá de los Gazules y Ubrique, 24.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 59608). Entre Cortes de la Frontera y Ubrique, 24.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 59586). **Córdoba.** Entre

Palma del Río y Hornachuelos, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 59590). Escacena del Campo, 15.III.1979, *Ubera* (SEV 59614).

Cynoglossum creticum Miller

Cádiz. Puerto de Santa María, 23.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 59201). **Córdoba.** Hornachuelos, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 59298). **Huelva.** Bonares, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 59303). **Sevilla.** Entre El Garrobo y Gerena, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 59304).

Cynoglossum nebrodense Guss.

Cádiz. Grazalema, 21.V.1980, *Díez* (SEV 53723).

Echium albicans Lag. & Rodr.

Cádiz. Algodonales, 19.V.1978, *Cabezudo, Rivera & Silvestre* (SEV 60901). Grazalema, 3.VI.1980, *Díez* (SEV 60904).

Echium asperrimum Lam.

Jaén. Castril, 20.VI.1979, *Díez, Ubera & Valdés* (SEV 60960).

Echium boissieri Steudel

Cádiz. Grazalema, 16.VI.1979, *Luque & al.* (SEV 61571). **Sevilla.** Entre Marchena y Carmona, 24.V.1973, *Gil & Ruiberriz* (SEV 61567).

Echium creticum L. subsp. *coincyanum* (Lacaita) R. Fernandes

Cádiz. San José del Valle, 14.V.1979, *Díez & Silvestre* (SEV 89896). **Córdoba.** Sierra de Rute, 15.V.1980, *Gallego, Romero & Silvestre* (SEV 69476). **Sevilla.** Entre Puebla de Cazalla y Osuna, 1.IV.1980, *Luque, Talavera & Valdés* (SEV 89897).

Echium flavum Desf.

Granada. Sierra Nevada, 21.VII.1978, *Candau & Luque* (SEV 60953). **Jaén.** Sierra de la Cabrilla, 20.VI.1979, *Díez, Ubera & Valdés* (SEV 60955).

Echium gaditanum Boiss.

Cádiz. Bolonia, 11.IV.1979, *López Calderón* (SEV 60891). **Huelva.** Entre Palos de la Frontera y Mazagón, 6.IV.1979, *Díez, Talavera & Valdés* (SEV 60892). Matalascañas, 1.IV.1980, *Díez* (SEV 60890).

Echium plantagineum L.

Cádiz. Bolonia, 11.IV.1979, *López Calderón* (SEV 60763). **Córdoba.** Puente Genil, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 60767). **Huelva.** Bonares, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 60764). **Sevilla.** Entre El Garrobo y Gerena, 1.IV.1979, *Díez & Luque* (SEV 60765).

Echium tuberculatum Hoffmanns.

Huelva. Entre Valdezufre y Jabuguillo, 17.VI.1969, *Silvestre & Talavera* (SEV 60915). Valdezufre, 26.VI.1979, *Gibbs, Rivera & Talavera* (SEV 60916). **Sevilla.** Entre El Pedroso y Cazalla de la Sierra, 18.V.1979, *Pastor & Valdés* (SEV 60914).

Gyrocarion oppositifolium Valdés

Sevilla. Constantina, Cerro Negrillo, 22.IV.1982, *Devesa, Luque & Valdés* (SEV 80501).

Heliotropium curassavicum L.

Cádiz. San Fernando, 9.X.1981, *Talavera & Valdés* (SEV 67026). **Huelva.** Huelva, 16.VII.1982, *Weickert* (SEV 89898).

Heliotropium europaeum L.

Cádiz. Sanlúcar de Barrameda, 8.IX.1978, *Rivera & Silvestre* (SEV 55086). **Huelva.** San Silvestre de Guzmán, 8.V.1979, *Díez, Silvestre & Talavera* (SEV 55084). **Sevilla.** Aznalcollar, 10.VI.1978, *Díez* (SEV 55083).

Heliotropium supinum L.

Sevilla. Aznalcollar, 10.VI.1980, *Díez* (SEV 55089). Puebla del Río, 17.V.1979, *Díez, Silvestre & Talavera* (SEV 55091). **Sevilla**, 17.VII.1979, *Díez* (SEV 55090).

Lithodora fruticosa (L.) Griseb.

Cádiz. Algodonales, 19.V.1978, *Cabezudo, Rivera & Silvestre* (SEV 58674), forma longistila.
Córdoba. Rute, 16.V.1980, *Gallego, Romero & Silvestre* (SEV 58665), forma brevistila.

Lithodora prostrata (Loidel.) Griseb. subsp. *lusitanica* (Samp.) Valdés.

Cádiz. Alcalá de los Gazules, 23.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 55095), forma brevistila. Montes Propios de Jerez, 3.III.1973, *Casaseca, Galiano & Valdés* (SEV 55095), forma longistila.

Myosotis debilis Pomel

Huelva. Doñana, 8.IV.1978, *Cabezudo, Luque & Valdés* (SEV 34991). Mazagón, 22.III.1978, *Talavera & Valdés* (SEV 63271). Idem, 6.IV.1979, *Díez, Talavera & Valdés* (SEV 63273).

Myosotis discolor Pers.

Cádiz. Entre El Puerto de Santa María y Puerto Real, 27.III.1979, *Galiano, Gibbs & Valdés* (SEV 63276). **Huelva.** Entre Puebla de Guzmán y Paymogo, 11.V.1978, *Cabezudo & al.* (SEV 63227). Mazagón, 6.IV.1979, *Díez, Talavera & Valdés* (SEV 63278). **Sevilla.** Cazalla, 26.IV.1979, *Díez* (SEV 63280).

Myosotis personii Rouy

Zamora. Puebla de Sanabria, 6.VI.1979, *Díez, Pastor & Silvestre* (SEV 63256).

Myosotis ramossima Rochel.

Córdoba. Fuente Alhama, 3.IV.1982, *Andrés & Arroyo* (SEV 84550).

Myosotis stolonifera (DC.) Gay ex Laresche & Levier

Sevilla. El Pedroso, 4.VI.1973, *Galiano, Talavera & Valdés* (SEV 63251).

Myosotis welwitschii Boiss. & Reuter

Cádiz. Alcalá de los Gazules, 4.V.1973, *Silvestre* (SEV 63287). Entre Los Barrios y Facinas, 24.IV.1979, *Cabezudo, García & Rivera* (SEV 63246). Sierra del Niño, 10.VII.1979, *Candau, Díez & Luque* (SEV 63286). **Huelva.** Cortegana, 12.V.1978, *Díez, Cabezudo, Rivera & Silvestre* (SEV 63247).

Neatostema apulum (L.) I. M. Johnston

Sevilla. El Garrobo, 1.IV.1979, *Fernández* (SEV 55451).

Nonea ventricosa (Sibth. & Sm.) Griseb.

Granada. Huéscar, 3.V.1979, *García, Luque & Valdés* (SEV 55062).

Nonea vesicaria (L.) Reichenb.

Córdoba. Entre Palma del Río y Hornachuelos, 11.III.1979, *Díez & Luque* (SEV 55070). **Huelva.** Entre Hinojos y Almonte, 25.II.1979, *Díez* (SEV 55075).

Omphalodes commutata López

Cádiz. Algodonales, 19.V.1978, *Cabezudo, Rivera & Silvestre* (SEV 51528). Ubrique, 18.IV.1977, *Silvestre* (SEV 51525).

Omphalodes linifolia (L.) Moench

Cádiz. Entre Arcos de la Frontera y San José del Valle, 23.IV.1979, *Cabezudo, García & Rivera* (SEV 51520). Barbate, 21.IV.1978, *Luque & Valdés* (SEV 51531). San José del Valle, 14.IV.1979, *Díez & Silvestre* (SEV 51529).

BIBLIOGRAFIA

- BARBIER, E. & J. MATHEZ (1973) Contribution à l'étude des Cynoglossées (Boraginacées). *Pardoglossum*, genre nouveau du Bassin méditerranéen occidental. *Candollea* **28**: 281-323.
- BLAISE, S. (1972) Problèmes taxonomiques posés par l'homogénéité apparente du genre *Myosotis*. *Candollea* **27**(1): 65-81.
- CLARKE, G. C. S. (1977) The Northwest European Pollen Flora, Boraginaceae, 10. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **24**: 50-101.
- CH. SUNIRMAL & S. SASHIKALA (1979) Pollen morphology in the genus *Pardoglossum* (Boraginaceae) with some observations on heterocolpate pollen. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **28**: 301-309.
- DÍEZ, M. J. (1983) Pollen morphology of genus *Anchusa* (Boraginaceae). Its taxonomic interest. *Pollen & Spores* **25**(3/4): 367-382.
- EDGEWORTH, M. P. (1877) *Pollen*. Hardwicke & Bogue. London.
- ERDTMAN, G. (1952) *Pollen morphology and plant taxonomy. (An introduction to palynology. I. Angiosperms)*. Stockholm.
- (1960) The analysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- , B. BERLUND & PRAGIOWSKI (1961) An introduction Scandinavian pollen flora. *Grana Palynol.* **2**(2): 3-92.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1964) *Textbook of pollen analysis*. Copenhagen.
- GRAU, J. & P. LEINS (1968) Pollenkortypen und sektionsgliederung der gattung *Myosotis*. *Ber. Dtsch. Bot. Ger. Bd.* **81**(3/4): 107-115.
- HIDEUX, M. (1972) Techniques d'étude du pollen au MEB: effets comparés des différents traitements physicochimiques. *Micron* **3**: 1-31.
- JOHNSTON, I. M. (1953) Studies in the Boraginaceae, XXV. A revaluation of some genera of the Lithospermeae. *Jour. Arnold Arbor.* **34**: 258-299.
- (1954) Studies in the Boraginaceae, XXVI. Further revaluations of the genera of the Lithospermeae. *Journ. Arnold Arbor.* **34**(1): 1-81.
- MARKGRAF, V. & H. L. D'ANTONI (1978) *Pollen flora of Argentina*, 48-49. Arizona.
- MARTICORENA, P. C. (1968) Granos de polen de plantas chilenas. *Gayana Bot.* **17**: 36-60.
- MOHL, H. (1835) Sur le structure et les formes des grains de pollen. *Ann. Sci. Nat., Paris*, sér. 2, **3**: 321-322.
- PANELATTI, G. (1960) Quelques résultats de palinologie descriptive pour le Maroc. *Pollen & Spores* **2**(2): 183-234.
- PLA DALMAU, J. M. (1961). *Polen*. Gerona.
- REFITSMA, T. (1970) Suggestions towards unifications of descriptive terminology of Angiosperms pollen grains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **10**: 39-60.
- RUNEMARK, H. (1967) Studies the Aegean XI. *Procopiana* (Boraginaceae). Included into *Symphytum*. *Bot. Not. (Lund)* **120**: 84-94.
- SÁENZ DE RIVAS, C. (1978) *Polen y Esporas. Introducción a la Palinología y vocabulario palinológico*. Madrid.
- SAHAY, S. K. (1973) Pollen morphology of *Heliotropium*. *Jour. Palynol.* **9**(2): 167-173.

- SELLING, O. H. (1947) Studies in Hawaiian pollen statistics. Part. II. The pollen of the Hawaiian Phanerógamas. *Bernice P. Bishop Mus. Bull.* **38**: 271-273.
- STIX, E. (1964) Pollen morphology von *Borago officinalis* L. *Grana Palynol.* **5**(1): 24-32.