

**Lagascalia 13(2): 239-254 (1985).**

**CONTRIBUCION AL ATLAS PALINOLOGICO  
DE ANDALUCIA OCCIDENTAL. II  
CONVOLVULACEAE (s. l.) (\*)**

**J. M. POLO & M. J. DIEZ**

Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Sevilla.

(Recibido el 20 de Enero de 1984)

**Resumen.** En este trabajo se describe la morfología del polen de 12 especies pertenecientes a los cuatro géneros de *Convolvulaceae* s. l. representados en Andalucía Occidental, utilizando microscopio óptico y electrónico de barrido. Se pone de manifiesto el valor taxonómico de los caracteres palinológicos habiéndose detectado, fundamentalmente en *Convolvulus* y *Cuscuta*, un claro polimorfismo en lo que respecta al sistema apertural. Se incluye, por último, unas breves consideraciones filogenéticas.

**Summary.** In this paper, the pollen morphology of taxonomic importance is reported for the 12 species belonging to the four genera of *Convolvulaceae* s. l. from Andalucía Occidental that have been studied by light and scanning electron microscopy, which has proved to be of taxonomic importance. Pollen polymorphism have been detected in *Convolvulus* and *Cuscuta* affecting the apertural system. Some phylogenetic evaluations are included.

**INTRODUCCION**

La familia *Convolvulaceae* s. l. se encuentra representada en Andalucía Occidental por cuatro géneros: *Cressa*, *Convolvulus*, *Calystegia* y *Cuscuta*, que de acuerdo con ENGLER (1964) pertenecen a dos subfamilias: *Convolvuloideae* (*Cressa*, *Convolvulus* y *Calystegia*) y *Cuscutoideae* (*Cuscuta*).

(\*)Trabajo realizado con cargo al proyecto *Estudio Palinológico de la Flora de Andalucía Occidental*, financiado por la Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica.

Palinológicamente, esta familia euripalina, resulta bastante interesante, con polen de tamaño mediano o grande (26 - 80  $\mu\text{m}$ ), fundamentalmente 3-colpado o pantoporado, a veces pantocolpado, con tectum perforado y elementos supratactales de tipo espínulas, carácter este último que ha sido utilizado taxonómicamente a nivel de género y subfamilia (LEWIS & OLIVER, 1965, sec. CRONQ & CLARKE, 1981).

Entre los autores que se han ocupado del estudio palinológico de esta familia caben destacar a MANITZ (1968), SENGUPTA (1972) y CRONQ & CLARKE (1981).

## MATERIAL Y METODOS

Se han estudiado 48 poblaciones, cuyo origen se indica en el apéndice, representadas en el herbario del Departamento de Botánica de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV).

El polen fué acetolizado por el método de ERDTMAN (1960) siguiéndose las recomendaciones de REITSMA (1969). Para el estudio al microscopio óptico (MO), el montaje se realizó en glicerogelatina, midiéndose 30 granos de polen de cada muestra para los valores del eje polar (P) y ecuatorial (E) y alrededor de 15 para los restantes caracteres. Para su estudio con microscopio electrónico de barrido (MEB), el polen, una vez acetolizado, fué 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.

La terminología adoptada es la recogida principalmente por ERDTMAN (1945, 1952) y FAEGRI & IVERSEN (1964), siguiéndose las recomendaciones de REITSMA (1970) y castellanizada en su mayor parte por SAENZ DE RIVAS (1978). En la descripción del polen pantocolpado se sigue la terminología utilizada por AUSTIN (1973).

## DESCRIPCION

Atendiendo a los caracteres palinológicos, el polen de los taxones estudiados corresponde a cuatro tipos básicos, que se describen a continuación.

### **Tipo *Cressa cretica* L. (Lám. I)**

Lo presenta *Cressa cretica* L.

Polen isopolar, generalmente subtransverso, raramente subrecto o adecuado,  $P/E = 0,84 - 1,59 (0,99 \pm 0,16)$ . En visión ecuatorial de circular a ligeramente elíptico (fig. 1) y en visión polar circular-lobulado (fig. 3). Tamaño mediano,  $P = 25 - 39 (35,65 \pm 2,89) \mu\text{m}$  y  $E = 22 - 39 (31,00 \pm 3,31) \mu\text{m}$ . Sistema apertural 3-colpado (figs. 1-3), muy raramente 2-sincolpado (figs. 4-7); aberturas: 3 colpos terminales de 2 - 6 ( $2,65 \pm 1,03$ )  $\mu\text{m}$  de anchura, con extremos agudos y márgenes poco definidos e irregulares. Mesocolpia de 18 - 27 ( $22,00 \pm 2,07$ )  $\mu\text{m}$ . Membrana apertural compuesta de gránulos en su mayoría lisos con una fuerte tendencia a unirse entre ellos. Exina de alrededor de 3  $\mu\text{m}$  de grosor en la mesocolpia, con sexina del doble de espesor que la nexina. Al MEB el infratectum está formado por columelas cortas, anchas y no ramificadas; tectum completo y elementos supratactales tipo espínulas ensanchadas en su base (fig. 8). El tectum es perforado con los lúmenes generalmente circulares o casi elípticos. (fig. 10).

SEGUNPTA (1972) lo incluye en el tipo tricolpado, grupo III con tectum escrobiculado, mientras que en el presente trabajo el tectum se describe como perforado. La descripción de RAO & SHUKLA (1975) difiere significativamente de la expuesta anteriormente, ya que para estos autores el polen es longiaxo y con tectum reticulado.

### **Tipo *Convolvulus arvensis* (Láms. II y III)**

Lo presentan *Convolvulus boissieri* Steudel, *C. lanuginosus* Desr., *C. lineatus* L., *C. cantabrica* L., *C. tricolor* L., *C. meonanthus* Hoffmanns. & Link, *C. arvensis* L., *C. betonicifolius* Miller y *C. althaeoides* L. Parece ser que se estudian por primera vez *C. boissieri*, *C. meonanthus* y *C. betonicifolius*.

El tipo básico de polen de las especies de *Convolvulus* examinadas es 3-colpado. Sin embargo, en todas las especies aparecen granos de polen 4-loxocolpado y 6-pantocolpado ( $3 \times 3$ ), aunque es en *C. arvensis* y fundamentalmente en *C. althaeoides* donde alcanzan frecuencias elevadas.

En el cuadro 1 se indican las diferentes clases encontradas en cada una de las especies examinadas, y en la gráfica 1 y cuadro 2 se representan e indican las frecuencias de las distintas clases observadas en *C. arvensis* y *C. althaeoides*.

A continuación se describen las tres clases de polen observadas.

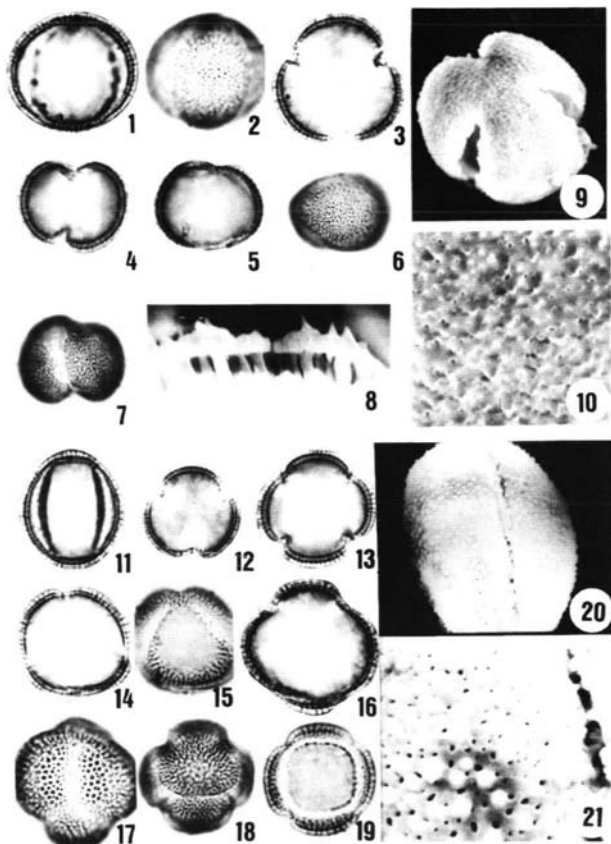
ESPECIE	CLASE DE POLEN
<i>C. boissieri</i>	3-colpado
<i>C. lanuginosus</i>	3-colpado. Muy raramente 4-loxocolpado y 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. lineatus</i>	3-colpado. Muy raramente 4-loxocolpado y 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. cantabrica</i>	3-colpado. Muy raramente 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. tricolor</i>	3-colpado. Muy raramente 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. meonanthus</i>	3-colpado. Muy raramente 4-loxocolpado y 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. arvensis</i>	3-colpado. A veces 6-pantocolpado (3×3) y 4-loxocolpado
<i>C. betonicifolius</i>	3-colpado. Muy raramente 6-pantocolpado (3×3)
<i>C. althaeoides</i>	3-colpado y 6-pantocolpado (3×3). Raramente 4 loxocolpado

CUADRO 1. Clases de polen observadas en las especies del tipo *Convolvulus*.

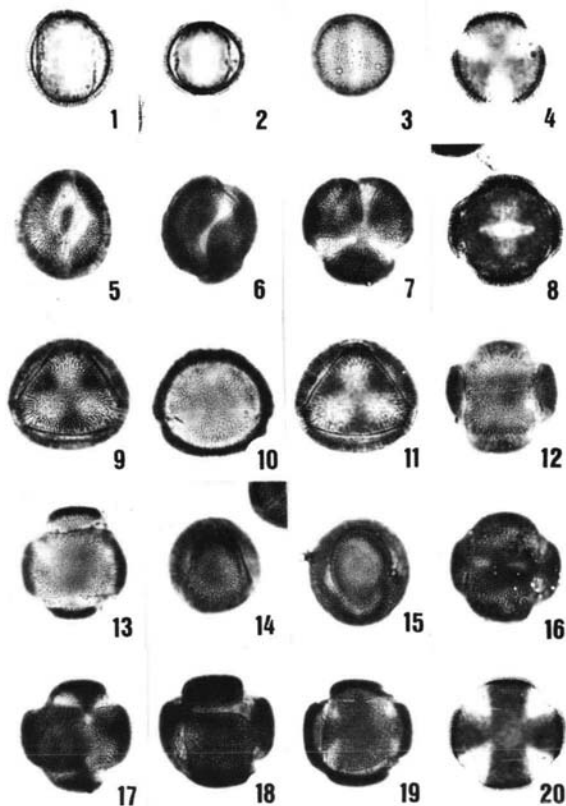
**A. 3-colpado.** Polen isopolar, desde subtransverso a erecto (tabla 4).

En visión ecuatorial el polen longiáxio o breviáxio es elíptico (Lám. II, figs. 1-2) y en visión polar, circular (Lám. II, fig. 4); el polen equiáxio es circular en ambas visiones (Lám. II, figs. 3-4). Tamaño grande, alrededor de 55  $\mu\text{m}$  (Tabla 3). Aberturas: 3 colpos terminales, generalmente muy anchos en el polen fuertemente breviáxio, oscilando entre 11 y 17  $\mu\text{m}$  y fundamentalmente estrechos, entre 1 y 7  $\mu\text{m}$  en el polen fuertemente longiáxio (cuadro 3). Se han observado aberturas sigmoidales fundamentalmente en *C. arvensis* y *C. althaeoides* (Lám. II, figs. 6-7). En *C. althaeoides* aparece además polen que conserva en el centro de las aberturas restos de exina generalmente elípticos (Lám. II, fig. 5). La membrana apertural es granulosa, con gránulos lisos en *C. boissieri*, *C. lineatus* y *C. tricolor* y con gránulos espinulosos en las restantes especies (Lám. III, figs. 5-6). Exina de alrededor de 4 - 5  $\mu\text{m}$  en la mesocolpia, la sexina es unas cuatro veces más gruesa que la nexina. Al MEB, el infratectum está formado por columelas largas, muy gruesas y ramificadas (Lám. III, fig. 10). El tectum es completo con perforaciones generalmente circulares (Lám. III, figs. 7-8) en todas las especies examinadas excepto en *C. althaeoides*, donde éstas son alargadas ocasionando un tectum escrobiculado (Lám. III, fig. 9).

**B. 4-loxocolpado.** En esta clase se incluyen dos modelos; uno en el que los colpos son paralelos al eje polar uniéndose por pares en los polos (Mod. A) (Lám. II, fig. 15) y otro donde los colpos son oblicuos al eje polar



LAMINA I. Figs. 1-10, *Cressa cretica*. Figs. 11-21, *Cuscuta epithymum*. (v.e., visión ecuatorial; v.p., visión polar; c.o.m., corte óptico meridiano; c.o.e., corte óptico ecuatorial). 1-3: Polen 3-colpado. 1, v.e. en c.o.m. ( $\times 900$ ). 2, Mesocolpia ( $\times 900$ ). 3, v.p. en c.o.e. ( $\times 900$ ). 4-7: Polen 2-sincolpado. 4, v.p. en c.o.e. ( $\times 900$ ). 5, v.e. en c.o.m. ( $\times 900$ ). 6, mesocolpia ( $\times 900$ ). 7, apocolpia ( $\times 900$ ). 8, estratificación de la exina ( $\times 5.600$ ). 9, v.p. ( $\times 1.300$ ). 10, ornamentación en la mesocolpia ( $\times 5.600$ ). 11-12. Polen 3-colpado. 11, v.e. en c.o.m. ( $\times 900$ ). 12, v.p. en c.o.e. ( $\times 900$ ). 13, Polen 8-pantosincolpado, v.p. en c.o.e. ( $\times 900$ ). 14-17, Polen 6-pantosincolpado. 14, visión A en c.o. ( $\times 900$ ). 15, visión A a foco alto ( $\times 900$ ). 16, visión B en c.o. ( $\times 900$ ). 17, visión B a foco alto ( $\times 900$ ). 18, Polen 8-pantosincolpado, v.p. a foco alto ( $\times 900$ ). 19, Polen pantocolpado ( $4 \times 4 \times 4$ ); v.p. 1 ( $\times 900$ ). 20, v.e. de un polen 3-colpado ( $\times 2.100$ ). 21, Ornamentación en la mesocolpia ( $\times 7.000$ ).



LAMINA II. 1, *C. arvensis*. 2, *C. tricolor*. 3, *C. cantabrica*. 4, *C. arvensis*. 5, *C. althaeoides*. 6-7, *C. arvensis*. 8-19, *C. althaeoides*. 20, *C. lineatus* (v.p. visión polar; v.e. visión ecuatorial; c.o.m., corte óptico meridiano; c.o.e. corte óptico ecuatorial ( $\times 375$ )). 1, polen longiaxo 3-colpado. 2, polen brevixa 3-colpado. 3, abertura. 4, v.p. en c.o.e. 5, polen anómalo con restos de exina. 6-7, polen 3-colpado con aberturas sigmoidales. 6, abertura. 7, v.p. 8-11, distintas visiones de polen 6-pantocolpado. 12-13, distintos polos de polen 4-loxocolpado. 14-15, polen 4-loxocolpado modelos B y A respectivamente. 16-17, polen con aberturas incompletas. 18-19, polen con disposición muy irregular de las aberturas. 20, polen 4-zonocolpado.

Muestras	3-colp.	4-loxocolp.	6-pantocolp.	Otros
<i>C. althaeoides</i>				
M7	2,00 % 2	3,00 % 3	79,00 % 79	16,00 % 16
M8	47,10 % 49	6,70 % 7	44,30 % 46	1,90 % 2
M9	19,80 % 36	19,80 % 36	42,30 % 77	18,10 % 33
M10	19,10 % 20	8,60 % 9	65,60 % 69	6,70 % 7
M11	100 % 100			
M12	92,70 % 76	6,10 % 5	1,20 % 1	
<i>C. arvensis</i>				
M13	66,10 % 39	3,4 % 2	20,3 % 12	10,2 % 6
M14	84,80 % 89	1,9 % 2	12,4 % 13	0,9 % 1
M15	34,70 % 25	50,0 % 36	15,3 % 11	
M16	100 % 100			
M17	99,00 % 99		1,00 % 1	

CUADRO 2. Porcentajes y frecuencias absolutas de las distintas clases de polen observadas en *Convolvulus althaeoides* (muestras M7 a M12) y *C. arvensis* (muestras M13 a M17).

uniéndose también por pares en los polos (Mod. B) (Lám. II, figs 12-14).

En visión polar son cuadrangulares (Lám. II, figs. 12-13) y en visión ecuatorial circulares (Lám. II, figs. 14-15).

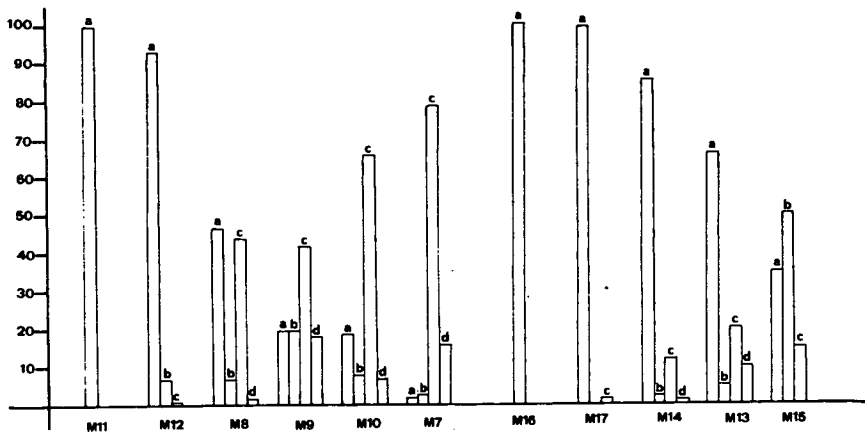
**C. 6-pantocolpado (3×3).** Se forma a partir de polen 3-colpado, por adición polar de tres colpos que se disponen en ángulo recto con respecto a los colpos ecuatoriales. Son asimétricos, irregulares y casi esféricos (Lám. II, figs. 8-11). Polen de tamaño grande, con eje mayor de 57 - 75 (66,35 ± 7,62) μm. (medidas tomadas en *C. althaeoides*). Los colpos son más cortos que los de la clase 3-colpada y tienen cierta tendencia a la sincolpía.

Se han encontrado además otras clases de polen, fundamentalmente en *C. althaeoides* y *C. arvensis*, tetracolpados con pequeñas aberturas incompletas en forma de cuña que tienen cierta tendencia a unirse. Así, se observa

Especies	P	E	P/E	Mesocolpia	Ectoaber.	Forma
<i>C. boissieri</i>	49 - 60 54,43 ± 3,07	37 - 51 46,00 ± 2,73	1,04 - 1,32 1,18 ± 0,05	34 - 39 36,46 ± 1,35	3 - 7 4,40 ± 1,01	Subercta, semierecta
<i>C. lanuginosus</i>	38 - 64 55,37 ± 4,88	46 - 57 51,05 ± 3,10	0,82 - 1,26 1,09 ± 0,12	33 - 39 36,46 ± 1,35	4 - 12 6,72 ± 2,40	Subtransversa, adecuada, suberecta o semierecta
<i>C. lineatus</i>	47 - 68 54,90 ± 5,13	46 - 58 53,35 ± 2,71	0,92 - 1,35 1,03 ± 0,12	37 - 46 41,27 ± 2,52	4 - 15 8,13 ± 3,00	Subtransversa
<i>C. cantabrica</i>	45 - 63 53,06 ± 4,70	42 - 56 51,34 ± 3,27	0,84 - 1,46 1,04 ± 0,15	34 - 43 38,23 ± 2,24	2 - 14 7,00 ± 2,78	Subtransversa, adecuada o suberecta
<i>C. tricolor</i>	37 - 60 50,93 ± 3,43	39 - 59 50,00 ± 2,49	0,88 - 1,27 1,00 ± 0,08	33 - 39 36,00 ± 1,50	3 - 11 7,30 ± 1,61	Subtransversa, adecuada o suberecta
<i>C. meonanthus</i>	45 - 70 54,01 ± 4,18	49 - 68 54,30 ± 2,90	0,77 - 1,25 0,99 ± 0,09	35 - 46 41,20 ± 1,96	1 - 14 5,21 ± 1,96	Subtransversa, adecuada o suberecta
<i>C. arvensis</i>	51 - 69 60,00 ± 4,01	48 - 67 53,35 ± 4,09	0,87 - 1,32 1,07 ± 0,11	31 - 49 41,59 ± 3,56	3 - 18 9,00 ± 3,80	Subtransversa, suberecta o semierecta
<i>C. betonicifolius</i>	54 - 82 69,33 ± 6,85	50 - 67 55,97 ± 3,83	0,95 - 1,52 1,24 ± 0,14	41 - 50 44,93 ± 2,64	3 - 15 6,47 ± 3,82	Semierecta; a veces suberecta o erecta
<i>C. althaeoides</i>	62 - 78 69,28 ± 3,84	52 - 70 59,13 ± 3,58	1,06 - 1,33 1,17 ± 0,06	40 - 51 44,73 ± 2,74	5 - 17 9,20 ± 3,15	Semierecta o suberecta

CUADRO 3. Medidas ( $\mu\text{m}$ ) en el polen de las especies del tipo *Convolvulus*.





Gráfica 1. Distribución de frecuencias por muestra de las diferentes clases de polen observadas en *Convolvulus althaeoides* (M7-M12) y *C. arvensis* (M13-M17). a, 3-colpado. b, 4-loxocolpado. c, 6-pantocolpado (3x3). d, otras clases.

polen con dos pares de pequeñas aberturas (Lám. II, figs. 16-17) y otros con un solo par (el otro se ha unido), o bien, polen con una disposición muy irregular de sus aberturas (Lám. II, figs. 18-19). En *C. lineatus* aparece además, aunque en muy baja frecuencia, polen 4-zonocolpado (Lám. II, fig. 20).

IKUSE (1956) hace referencia al tamaño y aberturas del polen de *C. tricolor*, caracteres que coinciden con los expuestos anteriormente. PANELLATTI (1960) describió en *C. althaeoides* y *C. siculus* el mismo polimorfismo polínico indicado en este trabajo. Para este autor, la gran diversidad de polen encontrado indicaría una condición híbrida para estas dos especies. ERDTMAN & al. (1961) y AYTUG & al. (1971) describen el polen de *C. arvensis*, descripción que coincide con la expuesta anteriormente, excepto en el tipo de tectum que describen AYTUG (l.c.) como reticulado. SENGUPTA (1972) estudia 36 especies del género que separa en dos grupos diferentes. Entre ellas se encuentran *C. althaeoides*, *C. cantabrica*, *C. lanuginosus*, *C. lineatus* y *C. tricolor*, incluyendo *C. arvensis* en el grupo con ornamentación perforada y las restantes especies en el grupo con ornamentación perforado-escrobiculada. Sus resultados difieren de los expuestos en este trabajo, ya que como se mencionó anteriormente, solo se ha observado ornamentación escrobiculada en *C. althaeoides*, siendo la ornamentación en el resto de las especies análoga a la de *C. arvensis*.

UENO (1975) hace una breve descripción del polen de *C. arvensis* y *C. parviflorus*, indicando para *C. arvensis* un tamaño considerablemente menor

que el obtenido en este trabajo:  $30 \times 40 \mu\text{m}$ . Las dimensiones de *C. parviflorus* ( $62 \times 70 \mu\text{m}$ ) son semejantes a las de las nueve especies incluidas en el presente estudio. CRONQ & CLARKE (1981) analizaron el polen de *C. arvensis*, *C. lineatus* y *C. cantabricus* y reconocieron solo un tipo de polen, que coincide básicamente con el tipo *Convovulus arvensis* descrito anteriormente.

#### **Tipo *Calystegia sepium* (Lám. IV)**

Lo presenta *Calystegia sepium* (L.) R. Br.

Polen apolar y básicamente circular (fig. 1). Tamaño grande,  $68 - 89$  ( $78,93 \pm 3,75$ )  $\mu\text{m}$ . Sistema apertural pantoporado (fig. 3). Aberturas: 20 - 36 poros en disposición generalmente pentagonal (fig. 3), variables en su contorno, desde casi circular a ligeramente elípticos (fig. 4), de  $7 - 17$  ( $11,28 \pm 2,24$ )  $\times$   $5 - 12$  ( $7,47 \pm 1,5$ )  $\mu\text{m}$  de tamaño. A veces dos poros adyacentes se unen por estrechos canales (fig. 5). Membrana apertural formada por gránulos espinulosos (fig. 9). Exina de  $5 \mu\text{m}$  de grosor en la mesoporia, con sexina unas cuatro veces más gruesa que la nexina; infratectum compuesto por largas columelas (fig. 2) y tectum completo. Al MEB el tectum es perforado, con lúmenes de contorno generalmente circular, a veces elípticos. Entre los lúmenes aparecen pequeños elementos supracteales tipo espínulas, irregularmente dispuestos y de diferente grosor (fig. 10).

Las descripciones de ERDTMAN (1952), ERDTMAN & al. (1961), SENGUPTA (1971), AYTUG & al. (1971) y CRONQ & CLARKE (1981) sobre esta especie, no difieren de la expuesta anteriormente.

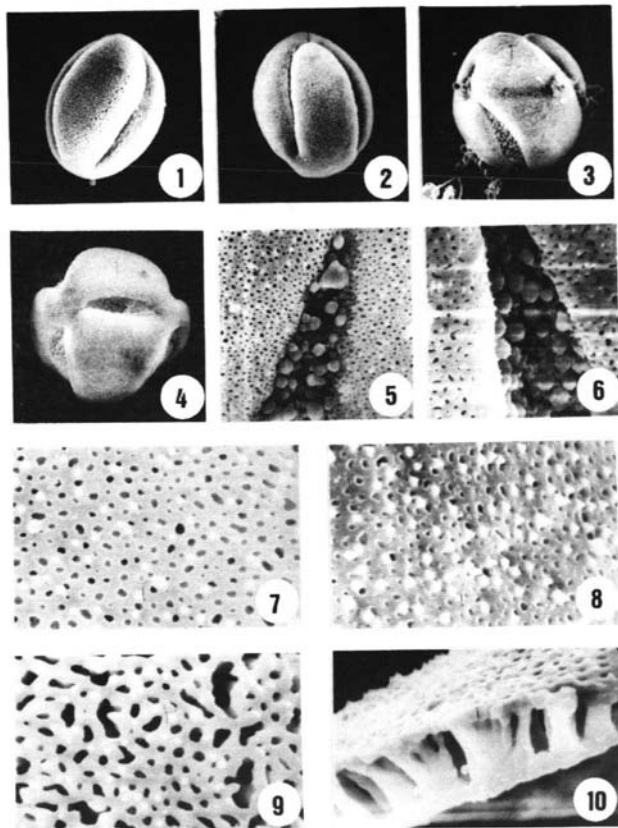
#### **Tipo *Cuscuta epithimum* (Lám. I).**

Lo presenta *Cuscuta epithimum* (L.) L.

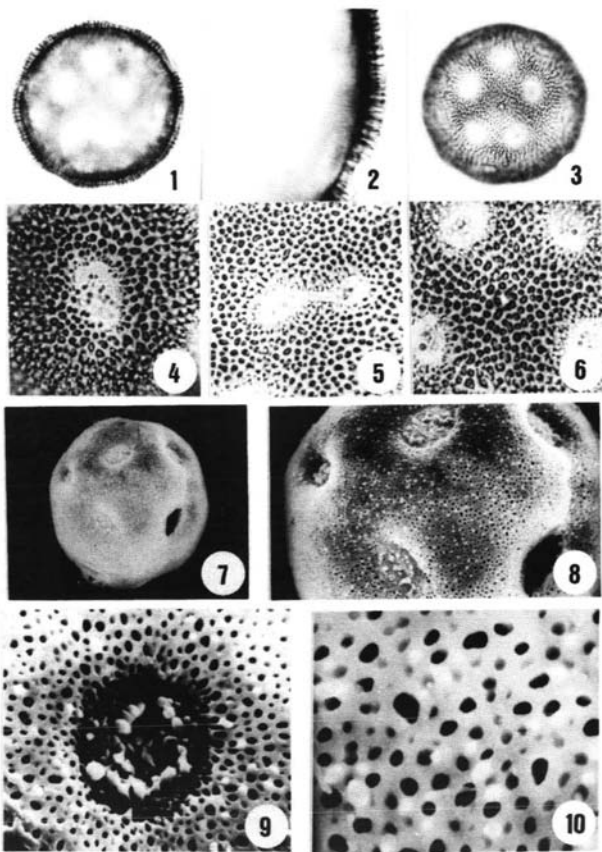
En este tipo se observan varias clases de polen, siendo más frecuentes las 3-colpada y 6-pantocolpada ( $3 \times 3$ ), encontrándose además 4-colpada, 5-colpada ( $3 \times 2$ ), 8-pantocolpada ( $4 \times 4$ ), 9-pantocolpada ( $4 \times 4 \times 1$ ) y 12-pantocolpada ( $4 \times 4 \times 4$ ). En estos granos de polen se aprecia una tendencia a la sincolpía.

En el cuadro 4 y gráfica 2 se indican y representan las frecuencias de cada una de las clases mencionadas anteriormente, que se describen a continuación:

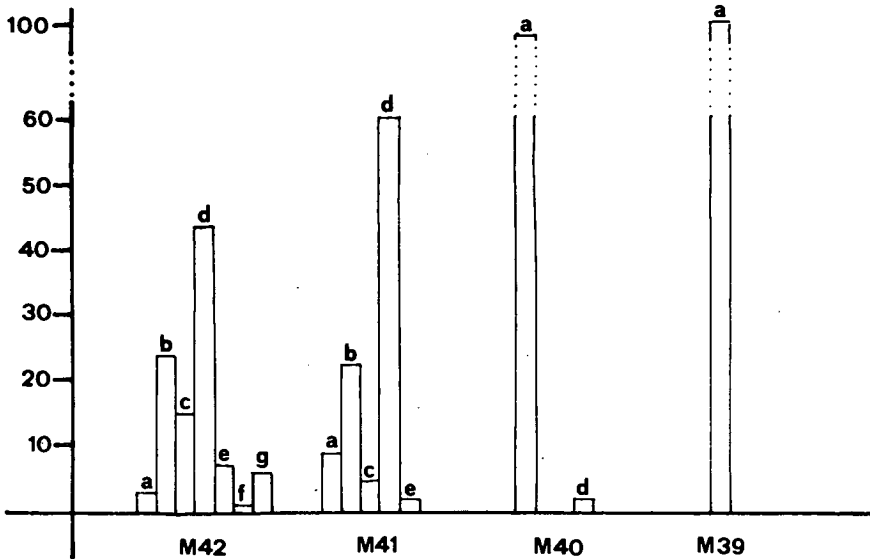
**A. Polen 3-colpado.** Isopolar, de suberecto a semierecto, P/E =  $0,92 - 1,23$  ( $1,11 \pm 0,07$ ). En visión ecuatorial elíptico (fig. 11) y en visión polar circular, debilmente lobulado (fig. 14). Tamaño mediano P =  $21 - 32$  ( $26,12 \pm$



LAMINA III. Figs. 1-2, 4, 6 y 9, *C. althaeoides*. 3, *C. arvensis*. 5, *C. lineatus*. 7-8 y 10, *C. meoanthus*. 1, visión ecuatorial de polen 3-colpado ( $\times 550$ ). 2, polen 4-loxocolpado (mod. B) ( $\times 550$ ). 3, polen con pequeñas aberturas en un polo ( $\times 550$ ). 4, polen 6-pantocolpado ?. 5, membrana apertural con gránulos lisos ( $\times 2.700$ ). 6, membrana apertural con gránulos espinosos ( $\times 2.700$ ). 7-9, ornamentación en la mesocolpia ( $\times 5.400$ ). Estratificación de la exina ( $\times 5.400$ ).



LAMINA IV. *Calistegia sepium* (c.o., corte óptico). 1, c.o. ( $\times 500$ ). 2, estratificación de la exina ( $\times 1.200$ ). 3, disposición pentagonal de los colpos ( $\times 500$ ). 4, poro con membrana apertural ( $\times 1.200$ ). 5, unión de dos poros ( $\times 1.200$ ). 6, superficie ( $\times 1.200$ ). 7, contorno general ( $\times 550$ ). 8, poros y ornamentación ( $\times 1.100$ ). 9, membrana apertural ( $\times 3.200$ ). 10, ornamentación ( $\times 6.400$ ).



Gráfica 2. Distribución de frecuencias por muestras de las diferentes clases de polen observadas en *Cuscuta epithimum*. a, 3-colpado. b, 4-colpado. c, 5-pantocolpado (3×2). d, 6-pantocolpado (3×3). e, 8-pantocolpado (4×4). f, 9-pantocolpado (4×4×1). g, 12-pantocolpado (4×4×4).

2,74)  $\mu\text{m}$  y E = 20 - 28 (23,65  $\pm$  1,89)  $\mu\text{m}$ . Aberturas: 3 colpos terminales de 1 - 3 (1,80  $\pm$  0,54)  $\mu\text{m}$  de anchura, con extremos agudos. Mesocolpia de 15 - 22 (17,66  $\pm$  1,7)  $\mu\text{m}$ . Exina de alrededor de 2,5  $\mu\text{m}$  de grosor en la mesocolpia; sexina ligeramente más gruesa que la nexina; infratectum formado por columelas cortas y tectum completo, perforado y con numerosos elementos suprategales tipo espínulas irregularmente dispuestos, siendo los lúmenes generalmente de contorno circular (fig. 21).

**B. Polen 6-pantocolpado (3×3).** Análogo al polen 6-pantocolpado descrito en *Convolvulus*. Son asimétricos e irregulares, casi esféricos, con cierta tendencia a la sincolpía (figs. 14-17). Polen mediano con eje mayor de 24 - 32 (27,3  $\pm$  1,62)  $\mu\text{m}$ .

En la clase 4-colpada se han incluido varios modelos: 4-zonocolpado, los dos modelos 4-loxocolpados descritos en el tipo *Convolvulus* y otros granos de polen tetraperturados con distintos grados de sincolpía en los polos.

En la clase 5-colpada la disposición de los colpos no sigue un modelo regular. Atendiendo a la terminología de AUSTIN este polen se denominaría 3×2 (3colpos ecuatoriales y 2 colpos polares).

Las clases 8-pantocolpada (figs. 13 y 18), 9-pantocolpada y 12-

Muestra	3-colp.	4-colp.	5-pant. (3×2)	6-pant. (3×3)	8-pant. (4×4)	9-pant. (4×4×1)	12-pant. (4×4×4)
M42	2,9% 3	24,5% 25	14,7% 15	44,1% 45	6,9% 7	1,0% 1	5,9% 6
M41	9,0% 9	23,0% 23	5,0% 5	61,0% 61	2,0% 2		
M40	98,2% 54			1,8% 1			
M39	100% 100						

CUADRO 4. Porcentajes (P) y frecuencias absolutas (Fa) de las distintas clases de polen observadas en varias muestras de *Cuscuta epithimum*.

pantocolpada (fig. 19) se denominarían de acuerdo con AUSTIN 4×4, 4×4×1 y 4×4×4, lo que refleja mejor la exacta disposición de los colpos por toda la superficie del polen.

ERDTMAN & al. (1961) hacen una breve descripción del polen de *Cuscuta* (sin especificar especie), coincidiendo sus resultados con los expuestos anteriormente.

SENGUPTA (1972) incluye a *C. epithimum* en el tipo *C. alpicola* y su descripción no difiere significativamente de la aquí expuesta. CRONQ & CLARKE (1981) incluyen a esta especie en el tipo *C. europaea*, que no difiere del establecido por SENGUPTA (1.c.), e indican que el aumento del número de aberturas está correlacionado con el nivel de ploidía.

## DISCUSION

Las especies estudiadas confirman el caracter euripalino de la familia *Convolvulaceae*. En lo que respecta a las aberturas, el polen es pantoporado en *Calystegia sepium* o 3-zonocolpado en *Cressa cretica*, *Cuscuta epithimum* y en las especies examinadas del género *Convolvulus*, habiéndose observado en estos dos últimos géneros un claro polimorfismo. *C. arvensis* y *C. althaeoides* son las especies más variables, ya que presentan polen 3-zonocolpado con aberturas sigmoidales, o con restos de exina en el centro de una de las aberturas, o con frecuentes variaciones en número y configuración de las mismas observándose diferentes clases de polen, que se presentan incluso en una misma antera: 4-zonocolpado, 4-loxocolpado y 6-pantocolpado

(3×3). Estas tres categorías no incluyen sin embargo todas las clases estudiadas, existiendo formas intermedias, con aberturas incompletas, o tipos anómalos que presentan una disposición muy irregular de las aberturas.

*Cuscuta epithimum* presenta un polimorfismo similar al observado en el género *Convolvulus*, con la salvedad de que produce, aunque en bajas proporciones, modelos con mayor número de aberturas: 8-pantocolpado (4×4), 9-pantocolpado (4×4×1) y 12-pantocolpado (4×4×4).

La ornamentación es similar en los cuatro géneros estudiados, perforada con lúmenes generalmente circulares, que en *C. althaeoides*, *Calystegia sepium* y *Cuscuta epithimum* son de mayor tamaño que en los restantes taxones, pudiéndose denominar esta condición como perforado-escrobiculada. Además en *C. althaeoides* la forma de los lúmenes es muy irregular.

Se ha estudiado la estructura de la exina en *Convolvulus* y en *Cressa cretica*, pudiéndose diferenciar ambos géneros, ya que mientras el primero presenta columelas largas y ramificadas, en *Cressa cretica* las columelas son cortas, anchas y no ramificadas. Todas las especies examinadas presentan pequeños elementos supracteales tipo espínula.

En cuanto al tamaño es mediano en *Cressa cretica* y *Cuscuta epithimum*, con medidas diferenciables: 25 - 39 (35,65 ± 2,89) × 22 - 39 (31,00 ± 3,31) μm en *Cressa cretica*, y 21 - 32 (26,12 ± 2,74) × 20 - 28 (23,65 ± 1,89) μm en *Cuscuta epithimum*. El polen de *Calystegia sepium* con un diámetro medio de 79 μm es considerablemente mayor al de las especies comentadas. El género *Convolvulus* presenta un polen de tamaño grande, 51 - 69 × 51 - 59 μm., e intermedio entre los dos grupos antes establecidos.

Por lo que respecta a la forma el polen es casi circular en *Calystegia sepium*, generalmente subtransverso en *Cressa cretica*, de suberecto a semierecto en *Cuscuta epithimum* y muy variable en las especies examinadas del género *Convolvulus*, encontrándose formas desde subtransversa a semierecta. Solo en *C. lineatus*, con polen subtransverso, y en *C. althaeoides* y *C. betonicifolius*, con polen semierecto, la forma es claramente constante.

El análisis combinado de estas características permiten distinguir cuatro tipos de polen y confeccionar la siguiente clave para su identificación:

1. Polen pantoporado .....tipo *Calystegia sepium*
1. Polen 3 colpado o pantocolpado, rara vez 2-sincolpado .....2
2. Polen de tamaño grande(P> 40 μm). Exina de 4-5 μm de grosor ...tipo *Convolvulus arvensis*
2. Polen de tamaño mediano (P<40 μm). Exina de 2-3,5 μm de grosor .....3
3. Ornamentación perforada. Forma subtransversa. Polen dimórfico (3-colpado y 2-sincolpado).....tipo *Cressa cretica*
3. Ornamentación perforada-escrobiculada. Forma desde suberecta a semierecta. Polen polimórfico (3 colpado a pantocolpado).....tipo *Cuscuta epithimum*

El polen de *Calystegia sepium*, pantoporado, con exina de  $5\mu\text{m}$  de grosor, de tamaño grande, y casi circular, se distingue perfectamente del resto de las *Convolvulaceae* examinadas.

El tipo *Convolvulus arvensis* se distingue por su polen generalmente 3-colpado, de tamaño grande, aunque menor que el de *C. sepium*, con columelas largas y ramificadas.

La variación que presentan las especies de *Convolvulus* en el modelo de ornamentación y membrana apertural permite establecer la siguiente clave para la separación de tres grupos dentro de este tipo.

1. Polen perforado-escrobiculado .....*C. althaeoides*
1. Polen perforado .....2
2. Membrana apertural compuesta de gránulos lisos .....*C. boissieri*, *C. lineatus* y *C. tricolor*
2. Membrana apertural compuesta de gránulos espinulados .....*restantes especies estudiadas*

El tipo *Cressa cretica* se distingue por ser generalmente 3 colpado, de tamaño mediano ( $P < 40\mu\text{m}$ ), con ornamentación perforada, por presentar columelas cortas y no ramificadas y por ser dimórfico.

El tipo *Cuscuta epithimum* es similar al tipo *Cressa cretica* del que se diferencia en las siguientes características: ornamentación perforada-escrobiculada, tamaño comparativamente menor, forma subrecta o semirecta y polimórfico.

El modelo de variación que presentan las aberturas en *Convolvulaceae* (tricolpado, pantocolpado, pantoporado) es conocido como serie sucesiforme, y es uno de los tres modelos que describe VAN CAMPO (1976)

El polen polimórfico observado en el género *Convolvulus* y en *Cuscuta epithimum* forma parte de esta serie que ha sido ultimamente descrita por MELVILLE (1981). El polen 4-zonocolpado y 4-loxocolpado representarían uno de los primeros estados de diferenciación de la serie zonocolpada. El polen 6 pantocolpado ( $3 \times 3$ ) se incluye en la serie panrugada monopolar y constituye la forma menos diferenciada. Como ya se ha mencionado *Cuscuta epithimum* presenta un polimorfismo similar, con la salvedad de que produce formas más avanzadas de la serie sucesiforme: 8-pantocolpado ( $4 \times 4$ ) de la serie panrugada monopolar y 9-pantocolpado ( $4 \times 4 \times 1$ ) y 12-pantocolpada ( $4 \times 4 \times 4$ ) de la serie panrugada bipolar.

Para WODEHOUSE (1935) y MELVILLE (1981), fenómenos físicos de tensión superficial y de difusión que se producen a lo largo de la ontogenia del polen, permiten explicar la serie sucesiforme.

Un polimorfismo muy similar al observado en el presente trabajo es descrito por CLARKE (1975) en *Hypericum*, donde de la misma manera, no se



producen un número limitado de modelos morfológicos, como sería el caso de un polimorfismo asociado con el sistema de reproducción y que se presenta, por ejemplo, en *Rubiaceae* (BAKER, 1955). Para CLARKE (l.c.) estos granos de polen son el resultado de defectuosas divisiones meióticas y como consecuencia de alteraciones físicas, en la formación y desarrollo del polen, más que genéticas.

Se han realizado algunos trabajos muy completos sobre morfología del polen de *Convolvulaceae* que proponen, además, esquemas filogenéticos para esta familia (MANITZ, 1968; SENGUPTA, 1972), lo que permite determinar el grado de diferenciación de los diferentes tipos examinados en el presente trabajo.

Siguiendo el esquema propuesto por MANITZ (l.c.), *Cressa cretica* presenta las características menos diferenciadas de la familia: 3-zonocolpado, tectum psilado-perforado y columelas no ramificadas. El tipo *Calystegia sepium* presenta un sistema apertural pantoporado, pero conservando las características ornamentales primitivas de *Cressa cretica*, incluyéndose dentro de las formas más avanzadas de la segunda tendencia evolutiva de MANITZ. En el género *Convolvulus* se observa una cierta tendencia sobre todo en *C. althaeoides*, hacia la sustitución del tipo 3-zonocolpado por polen 6-pantocolpado (3×3) (con tectum psilado-perforado o psilado-escrobiculado) y columelas ramificadas. Una tendencia similar se ha observado en *Cuscuta epithimum*.

**Agradecimientos.** Los autores desean expresar su agradecimiento al Prof. B. VALDÉS por la identificación del material estudiado, ayuda y recomendaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- AUSTIN, D. F. (1973) The American Erycibeae (Convolvulaceae): Maripa, Dicranostyles and Lisiostyles. II. Palynology. *Pollen & Spores* **15**(2): 203-226
- AYTUG, E., S. AYKUT, N. MEREU & G. EDIS (1971) *Atlas des pollens des environs d'Istanbul*. Kutulmus Matbaasi, Istanbul.
- BAKER, H. G. (1955) Pollen dimorfism in the Rubiaceae. *Evolution* **10**: 23-31.
- CLARKE, G. C. S. (1975) Irregular pollen grains in some *Hypericum* species. *Grana Palynol.* **15**: 117-125.
- CRONQ, Q. C. B. & G. S. C. CLARKE (1981) Convolvulaceae in PUNT, W & G. S. C. CLARKE (eds.) *The Northwest European Pollen flora* **28, III**: 117-135.
- ENGLER, A. (1964) *Syllabus des Pflanzenfamilien*. Berlin.
- ERDTMAN, G. (1945) Pollen morphology and plan taxonomy III. *Morina L.* with an addition on pollen morphological terminology. *Svensk. Bot. Tidsk.* **39**: 187-191

- (1952) *Pollen morphology and plant taxonomy (An introduction to palynology, I. Angiosperms)*. Stockholm.
- (1960) The acetolysis method. *Svensk. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- B. BERLUND & J. PRAGLOWSKI (1961) *An introduction to Scandinavian pollen flora*. 1. Angiosperms. Blanquist and Wiksell, Stockholm.
- FAEGRI, K. & I. IVERSEN (1964) *Textbook of pollen analysis*. Copenhagen.
- IKUSE, M. (1956) *Pollen grains of Japan*. Tokio.
- MANITZ, H. (1968) Contributions to the pollen morphology of Convolvulaceae s.l. *Sc. Journ. Friederich Schiller Univ. (Jena)* **17** (publicación xerocopiada)
- MELVILLE, R. (1981) Surface tension, diffusion and the evolution and morphogenesis of pollen aperture patterns. *Pollen & Spores* **23** (2): 179-203.
- PANELATTI, G. (1960) Quelques resultats de palynologie descriptive et analytique pour le Maroc. *Pollen & Spores* **2** (2): 183-230.
- RAO, A. R. & P. SHUKLA (1975) *Indian pollen-spores Floras. Vol. 1. Pollen Flora of Gangetic Plain*. New Delhi.
- REITSMA, T. J. (1969) Size modifications of recent pollen grains under different treatments. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **9**: 175-202.
- (1970) Suggestion towards unifications of descriptive terminology of Angiosperms pollen grains. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **10**: 39-60
- SAENZDERIVAS, C. (1978) *Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. Madrid.
- SENGUPTA, S. (1972) On the pollen morphology of Convolvulaceae with special reference to taxonomy. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **13**: 157-212.
- UENO, J. (1975) The fine structure of pollen surface VII. Convolvulaceae. *Reports of Faculty of Sciences, Shizvolca University*, **10**: 119-127.
- VAN CAMPO, M. (1976) Patterns of pollen morphological variation with the taxa. *Rep. Linn. Symp.* **1**: 125-137.
- WODEHOUSE, R. P. (1935) *Pollen Grains*. New York & London.

## APENDICE

Se relacionan a continuación las muestras utilizadas en este estudio. Para mayor facilidad, las especies se han dispuesto alfabéticamente, y para cada muestra se indica su procedencia, fecha de recolección, recolectores y número de pliego con que se conservan en el herbario del Departamento de Botánica de la Facultad de Biología de Sevilla (SEV).

*Calystegia sepium* (L.) R. Br.

- M1. **Cádiz**. Algodonales, Sierra de Lijar, 2.VII.1980, *Aparicio* (SEV 57978). M2. **Huelva**. Almonte, Doñana, El Martinazo, 16.V.1966, *Novo* (SEV 17394). M3. Idem, 16.V.1966, *Novo* (SEV 55743). M4. El Rocío, Arroyo de la Rocina, 18.VIII.1978, *Silvestre* (SEV 71009). M5. **Sevilla**. Entre Algámitas y Villanueva de San Juan, río Carbones, 13.VI.1978, *Cabezudo, Ruíz de Clavijo & Silvestre* (SEV 31586). M6. Bormujos, 14.VIII.1978, *Silvestre* (SEV 71005).

*Convolvulus althaeoides* L.

M7. **Córdoba**. Fuente Carretero, 24.IV.1979, *Candau, Fernández & Luque* (SEV 70809). M8. Entre Santaella y La Martinella, 16.IV.1979, *Arenas, Muñoz & al.* (SEV 71640). M9. **Huelva**. Sierra de Aracena, entre la Corte de Santa Ana y Almonaster la Real, 12.V.1978, *Cabezudo, Rivera & Silvestre* (SEV 48141). M10. **Sevilla**. Carmona, Ermita de Santa María de Gracia, 24.IV.1979, *Candau, Fernández & Luque* (SEV 70810). M11. El Gandul, 24.IV.1979, *Candau, Fernández & Luque* (SEV 70811). M12. Villamanrique de la Condesa, 1.IV.1978, *Fernández & Lotar* (SEV 71381).

*Convolvulus arvensis* L.

M13. **Cádiz**. Tarifa, camino desde El Pedregoso a Zanona, 1.VI.1981, *Arroyo & Devesa* (SEV 71002). M14. **Córdoba**. Comarca de Los Pedroches, Villanueva de Córdoba, 1.VIII.1976, *Devesa* (SEV 33813). M15. **Huelva**. Sierra de Aracena, entrada en Jabuguillo, 18.VI.1978, *Rivera* (SEV 48153). M16. **Sevilla**. Entre Dos Hermanas y Utrera, colonia San Hermanegildo, 3.VII.1979, *Portillo* (SEV 70763). M17. Sevilla, Instituto Murillo, alrededores, 3.IV.1981, *Amor, Barroso & Fernández* (SEV 70762).

*Convolvulus betonicifolius* Miller

M18. **Sevilla**, Villanueva de San Juan, cruce de la Carretera entre Algámitas y Osuna, 22.V.1980, *Ruiz de Clavijo* (SEV 53730).

*Convolvulus boissieri* Steudel.

M19. **Córdoba**, Priego de Córdoba, Sierra de la Horconera, 3.VII.1980, *Muñoz & Tormo* (COFC 5050).

*Convolvulus cantabrica* L.

M20. **Córdoba**. Entre Priego y Algarinejos, 27.V.1978, *Muñoz* (SEV 70823). M21. Priego de Córdoba, 26.V.1978, *Muñoz* (SEV 70696). M22. Rute, El Darracon, 16.IV.1980, *Gallego, Romero & Silvestre* (SEV 70835). M23. Idem, subida a Cierzos Altos, desde el Arroyo Fuente de las Cañas, 8.V.1978, *Díaz & Muñoz* (SEV 70698).

*Convolvulus lanuginosus* Desr. in Lam.

M24. **Córdoba**. Entre Rute y el Pico de las Cruces, 16.V.1980, *Gallego, Romero & Silvestre* (SEV 70778). M25. Rute, subida al Pico de las Cruces desde la carretera de Rute a Carcabuey, 26.VI.1978, *Muñoz* (SEV 70777).

*Convolvulus lineatus* L.

M26. **Sevilla**. San Martín de la Jara, laguna del Gosque, 11.VI.1978, *Pérez Vega* (SEV 71400).

*Convolvulus meonanthus* Hoffmans. & Link

M27. **Cádiz**. De Ubrique a el Bosque, 1.V.1979, *Galiano, Ramos & Elvira* (SEV 71359). M28. Jerez de la Frontera, 28.III.1961, *Galiano* (SEV 4219). M29. Sierra de la Gallina y Montes Propios de Jerez, 18.V.1973, *Galiano & Silvestre* (SEV 69837). M30. **Sevilla**. Burguillos, 2.IV.1975, *Candau & Soler* (SEV 72353). M31. Entre Algámitas y el Peñón de Algámitas, 22.V.1981, *Fernández, Luque & Valdés* (SEV 71546). M32. Entre Algámitas y la Sierra del Tablón, 13.VI.1978, *Cabezudo, Ruiz de Clavijo & Silvestre* (SEV 39935).

*Convolvulus tricolor* L.

M35. **Cádiz**. Entre Medina Sidonia y Jerez de la Frontera, 16.IV.1973, *Silvestre* (SEV 69840). M34. Jerez de la Frontera, Finca de las Almeriques, bujeos, 6.VI.1973, *Silvestre & Valdés* (SEV 70124). M35. Vejer de la Frontera, hacia los Caños de la Meca, bujeos, 27.IV.1978, *Luque, Talavera & Valdés* (SEV 70716). M36. **Córdoba**. Entre Santaella y La Monalela, 16.IV.1979, *Arenas, Domínguez & Muñoz* (SEV 71228). M37. **Sevilla**. Entre

Algámitas y Villanueva de San Juan, arroyo de Algámitas, 9.IV.1973, *Galiano & al.* (SEV 30356). M38. Entre Ecija y Herrera, 5.IV.1977, *Galiano, Valdés & al.* (SEV 70126).

*Cuscuta epithimum* (L.) L.

M39. **Cádiz**. Alrededores de Medina Sidonia, 18.III.1973, *Galiano & Silvestre* (SEV 70114).

M40. **Huelva**. Entre Corteconcepción y Puerto Moral, 6.VI.1976, *Rivera* (SEV 56387).

M41. Sierra de Aracena, entre Almonaster y La Corte, 25.V.1979, *Rivera & Cabezado* (SEV 48158). M42. **Sevilla**. Entre Osuna y El Saucejo, 11.V.1970, *Galiano & al.* (SEV 30333).

*Cressa cretica* L.

M43. **Cádiz**. Trebujena, marismas, 1.X.1973, *Silvestre* (SEV 16893), M44. **Huelva**. Lepe, La Antilla, 29.VII.1978, *Silvestre* (SEV 71396). M45. Idem, VIII.1979, *Silvestre* (SEV 71391). M46. **Sevilla**. Entre Dos Hermanas e Isla Menor, 17.VII.1971, *Valdés* (SEV 9820).

M47. Entre Los Palacios e Isla Menor, 24.VIII.1981, *Silvestre* (SEV 16893). M48. Puebla del Rio, Venta del Cruce, 23.VI.1981, *Pastor, Talavera & Valdés* (SEV 66015).