

## BIBLIOGRAFÍA

- BATES, C.D.; COXON, P. & GIBBARD, P.L. (1978). A new method for the preparation of clay-rich sediment samples for palynological investigation. *New Phytol.* 81:459-463.
- COLLANTES DE TERÁN, F. (1977). *Contribución al estudio de la topografía sevillana en la Antigüedad y Edad Media*. Sevilla.
- COUR, P. (1974). Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollen et Spores* 16(1):103-141.
- DUPRE, M. (1979). *Breve manual de análisis polínico*. Inst. J.S. Elcano. C.S.I.C. Dept. de Geografía. Univ. de Valencia.
- GIRARD, M. & RENAULT-MISKOVSKY, J. (1969). Nouvelles techniques de préparation en Palynologie appliquées à trois sédiments du Quaternaire final de l'Abri Cornille (Istres-Bouches-du Rhône). *Bull. del'A.F.E.Q.* 21:275-284.
- GRIMM, E.C. (1987). CONISS: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Comput. Geosci.* 13:13-35.
- GRIMM E. (1991-92). *Tilia y Tilia Graph*. Illinois State Museum, Springfield.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E., HERNANDEZ, E. & UBERA, J.L. (1996). Palynology of the historical period at the Madinat Al-Zahra archaeological site, Spain. *J. Archaeol. Sci.* 23:249-261.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; HERNANDEZ-BERMEJO, E. & UBERA, J.L. (2000). *Los jardines de Madinat Al-Zahra, su reconstrucción a través del polen*. Pub. Univ. de Córdoba y Obra Social y Cultural Cajasur, Córdoba.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E. (1993). *Palinología y botánica histórica del complejo de Madinat Al-Zahra*. Tesis doctoral. Univ. Córdoba.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; UBERA J.L. & HERNANDEZ E. (1996). Palynology of the historical period at the Madinat Al-Zahra archaeological site, Spain. *J. Archaeol. Sci.* 23:249-261.
- MARTÍN-CONSUEGRA, E.; CHISVERT, N.; CÁCERES, L. & UBERA J.L. (1998). Archaeological, palynological and geological contributions to landscape reconstruction in the alluvial plain of the Guadalquivir river. at San Bernardo, Sevilla (Spain). *J. Archaeol. Sci.* 25:521-532
- PEARSALL, D.M. (1989). *Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures*. Academic Press, San Diego.
- ROMO SALAS, A. (1999). El sondeo estratigráfico de la Plaza Virgen de los Reyes (Sevilla). El registro deposicional. *Anu. Arqueol. Andal.* 3:422-432
- STATISTICA (1997). *Statistica for Windows*, v. 5. StatSoft, Inc., Tulsa.
- UBERA J.L. & LLERGO Y. (2003). Estudio palinológico del basurero islámico. In: M.A. TABALES RODRÍGUEZ (ed.) *Arqueología y rehabilitación en el Parlamento de Andalucía. Investigaciones arqueológicas en el antiguo hospital de Las Cinco Llagas de Sevilla*. pp. 319-322. Secretaría General del Parlamento de Andalucía, Sevilla.
- VALDES, B.; DIEZ, M.J. & FERNANDEZ, I. (1987). *Atlas polínico de Andalucía occidental*. Inst. Desarrollo Regional Univ. Sevilla. Excm. Diputación de Cádiz, Sevilla.

## ORNAMENTACIÓN Y ULTRAESTRUCTURA DE LA ESPORODERMIS DEL GÉNERO *ERODIUM* L'HÉR. (GERANIACEAE)

Salinas, M.J.; Suárez, V. &amp; Romero, A.T.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 - GRANADA, España.

(Manuscrito recibido el 29 de Noviembre de 2002, aceptado el 5 de Junio de 2003)

RESUMEN: Se ha evaluado el valor taxonómico de dos parámetros de la ornamentación del grano de polen del género *Erodium* a MEB: el número de lirias por unidad de superficie y el ángulo que forman las lirias al entrecruzarse entre sí. La comparación de dichos parámetros entre las diferentes especies muestra que la densidad de las lirias puede ser un dato taxonómicamente útil, sobre todo al nivel de especie. Así mismo se ha estudiado la ultraestructura de la pared y de las aperturas a MET. Se aprecia un tectum discontinuo, columelas infratectales largas y una base delgada y nanoporforada. No se observa endexina. La intina tiene un grosor semejante al de la base. Se constata la presencia de cámaras aperturales (que son protuberancias del citoplasma de la célula vegetativa) descritas anteriormente en algunas especies de *Geranium*.

PALABRAS CLAVE: *Erodium*, Geraniaceae, esporodermis, ornamentación, ultraestructura, cámaras aperturales.

SUMMARY: The taxonomic value of two parameters of pollen-grain ornamentation in the genus *Erodium* has been evaluated by SEM: the number of lirae per unit of surface area and the angle formed by intersecting lirae. Comparisons of these parameters among the different species show that the density of the lirae can constitute useful taxonomical information, particularly at the species level. Also, a study was made of the ultrastructure of the wall and apertures by TEM. A discontinuous tectum was visible as well as long, infratectate columelae, and a thin, nanoporforated footlayer. The endexine was not detected. The intine had a thickness similar to that of the footlayer. Aperture chambers were found (these being protuberances of the cytoplasm of the vegetative cell), as described elsewhere in some species of *Geranium*.

KEY WORDS: *Erodium*, Geraniaceae, sporoderm, ornamentation, ultrastructure, apertural chambers.

## INTRODUCCIÓN

El género *Erodium* es, junto con *Geranium*, el único representante de la familia Geraniaceae en la flora de la Península Ibérica, familia con unos 11 géneros de amplia distribución en las regiones templadas y templado-cálidas de la Tierra y menos diversa en las zonas tropicales (CRONQUIST, 1981). En la Península Ibérica se conocen unas 30 especies, la mayoría incluidas en las secciones *Malacoidea*,

*Absinthioidea* y *Cicutaria* del subgénero *Barbata* y una perteneciente al subgénero *Plumosa* (*sensu* GUITTONNEAU, 1972). En algunas de estas secciones existen especies problemáticas desde en punto de vista taxonómico, destacando, por ejemplo, la subsección *Petraea* (sección *Absinthioidea*) o la subsección *Romana* (sección *Cicutaria*).

Los estudios palinológicos en el género *Erodium* se han abordado desde el pun-

to de vista morfológico, tanto a microscopía óptica como electrónica de barrido (BORTENSCHLAGER, 1967; MARTIN & DREW, 1969; EL OQLAH, 1983; VERHOEVEN & VENTER, 1987; WEST, 1993; PERVEEN & GAISER, 1999). Se han analizado unas 16 especies de este género, si bien sólo cinco se han estudiado con ambas técnicas (LUQUE & CANDAU, 1987; MOORE et al., 1991; STAFFORD & BLACKMORE, 1991). Por otra parte, los datos sobre la ultraestructura de la pared polínica de las especies de este género mediante microscopía electrónica de transmisión son muy escasos, teniendo conocimiento tan sólo del análisis de ROMERO et al., (1990) en *E. boissieri* Cosson.

Sección	Especie	Material	Análisis
<b>Malacoidea</b>			
Subsección <i>Chamaedryoides</i>	<i>E. sanguischristi</i> Sennen	GDA 13478	MET
Subsección <i>Malacoidea</i>	<i>E. botrys</i> (Cav.) Bertol.	GDA 8309	MEB, MET
	<i>E. chium</i> (L.) Willd.	GDAC 29977	MEB
	<i>E. laciniatum</i> (Cav.) Willd.	GDAC 29971	MET
	<i>E. malacoides</i> (L.) L'Hér.	GDAC 38732	MEB
<b>Absinthioidea</b>			
Subsección <i>Absinthioidea</i>	<i>E. cheilantifolium</i> Boiss.	F	MET
Subsección <i>Petraea</i>	<i>E. ciconium</i> (L. & Jusl.) L'Hér.	GDAC 29979	MEB
	<i>E. crispum</i> Lapeyr.	GDAC 16322	MEB
	<i>E. glandulosum</i> (Cav.) Willd.	GDA 29688	MET
	<i>E. valentinum</i> (Lange) Greuter & Burdet	GDAC 43448	MEB, MET
<b>Cicutaria</b>			
Subsección <i>Cicutaria</i>	<i>E. aethiopicum</i> (Lam.) Brumh. & Thell.	GDAC 31121	MEB
	<i>E. cicutarium</i> (L.) L'Hér.	GDAC 37902	MEB, MET
	<i>E. moschatum</i> (L.) L'Hér.	GDA 9066	MET
	<i>E. recoderi</i> Auriault & Guittonneau	GDAC 38631	MEB
Subsección <i>Romana</i>	<i>E. astragaloides</i> Boiss. & Reuter	F	MET
	<i>E. carvifolium</i> Boiss. & Reuter	GDAC 34966	MET
	<i>E. daucooides</i> Boiss.	F	MET
	<i>E. paui</i> Sennen	F	MET
	<i>E. rupicola</i> Boiss.	GDAC 38336	MEB

TABLA 1. Especies estudiadas y análisis realizados. GDA y GDAC, Herbario de la Universidad de Granada; F, material fresco; MEB, microscopía electrónica de barrido; MET, microscopía electrónica de transmisión.

Los objetivos de este trabajo han sido estudiar el valor taxonómico de dos parámetros de la ornamentación polínica (el número de liras por unidad de superficie y el patrón de entrelazamiento de las mismas) y analizar la ultraestructura de la pared y de las aperturas del grano de polen en el género *Erodium*.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Se han estudiado 19 especies de *Erodium* L'Hér., pertenecientes a las secciones *Malacoidea*, *Absinthioidea* y *Cicutaria* (sensu GUITTONNEAU, 1972) del subgénero *Barbata* (Tab. 1). El material analizado han

sido anteras de flores maduras, en 15 especies extraídas de muestras secas, conservadas en el Herbario de la Universidad de Granada y en cuatro, obtenidas de material fresco. Las muestras destinadas a la observación a microscopía electrónica de barrido fueron acetolizadas, usando el método de ERDTMAN (1960), modificado por HIDEUX (1972) y posteriormente metalizadas con una capa de oro-paladio. Para los análisis de microscopía electrónica de transmisión, las anteras se fijaron en glutaraldehído al 3% y se postfijaron en una mezcla de tetróxido de osmio y ferrocianuro potásico al 2%. Posteriormente fueron deshidratadas y embebidas en resina Spurr. Los tratamientos y la observación microscópica se llevaron a cabo en el Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada. La terminología usada ha sido la de ERDTMAN (1952), FAEGRI & IVERSEN (1975), PUNT et al., (1994) y HOEN (1999).

Para analizar si el número medio de liras por unidad de superficie y el patrón de entrelazamiento de las liras son datos relevantes para la distinción de los taxa, se ha procedido de la siguiente forma. La primera característica se ha estimado contando el número de liras existentes en  $10 \mu\text{m}^2$  y la segunda midiendo el ángulo que forman las liras al entrecruzarse entre sí. En ambos casos, conteos y mediciones se ha realizado en las apocolpias y en tres granos de polen por especie, elegidos al azar.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los granos de polen de todas las especies analizadas se incluyen en el tipo *Erodium cicutarium*, según LUQUE & CANDAU (1987) y STAFFORD & BLACKMORE (1991). Son granos 3-zonocolorados, de

tamaño mediano a grande (Fig. 1, A-D). Las ectoaperturas son colpos, cortos y estrechos, que representan aproximadamente 1/3 del eje polar (Fig. 1, C). Las endoaperturas son de tipo poro, alargadas.

La ornamentación está constituida por dos capas (Fig. 1, E-H). La más externa está formada por liras (ERDTMAN, 1952) o muros (ERDTMAN, 1943), elementos esculturales estrechos y alargados que varían en longitud y ángulo de entrecruzamiento según las especies, formando una ornamentación estriado-reticulada; la capa inferior es el tectum.

El número medio de liras por  $10 \mu\text{m}^2$  se encuentra entre  $10,3 \pm 2,2$  de *E. botrys* y  $20,7 \pm 2,2$  de *E. rupicola* (Fig. 1, G; Tab. 2). La comparación de esta variable entre las diferentes especies pone de manifiesto que el entramado varía en densidad, por lo que puede ser un carácter taxonómico útil para la delimitación de táxones cercanos y conflictivos, si bien no permite separar las diferentes secciones en que se divide el género (Tab. 3).

El ángulo medio que forman las liras entre sí oscila entre  $29,0 \pm 19,1$  de *E. valentinum* (Tab. 2), con un modelo en el que la mayoría de las liras discurren paralelamente

Especie	N° Liras/ $10 \mu\text{m}^2$	Ángulo
<i>E. botrys</i>	10,3±2,2	65,0±27,2
<i>E. chium</i>	15,3±1,7	48,3±21,3
<i>E. malacoides</i>	18,6±2,3	40,5±25,4
<i>E. ciconium</i>	15,0±2,3	57,0±24,2
<i>E. crispum</i>	13,3±3,0	40,8±21,7
<i>E. valentinum</i>	10,7±2,2	29,0±19,1
<i>E. aethiopicum</i>	14,5±1,9	46,8±23,2
<i>E. cicutarium</i>	13,2±2,1	49,8±21,6
<i>E. recoderi</i>	17,5±2,9	73,0±30,3
<i>E. rupicola</i>	20,7±2,2	59,8±24,8

TABLA 2. Media y desviación estándar del número de liras/ $10 \mu\text{m}^2$  y del ángulo que forman las liras entre sí, en las diferentes especies estudiadas.

entre sí (Fig. 1, H), y  $73,0 \pm 20,3$  de *E. recoderi*, con un entramado más reticular (Tab. 2, Fig. 1, D, E). La variación interespecífica de este parámetro es escasa (Tab. 4), por lo que no parece ser una característica válida para caracterizar especies. Sólo se manifiesta útil en las dos especies anteriores, que presentan los datos extremos.

Respecto a la ultraestructura de la pared, en todos los táxones analizados se aprecia una exina formada por liras supratectales, que forman una capa discontinua, un fino tectum discontinuo y un infratectum formado por largas columelas (Fig. 2, A-D). La base es delgada, de grosor regular y nanoporada. No se observa endexina. La intina tiene un grosor variable en las diferentes especies y se muestra débilmente electrodensa, poniéndose de manifiesto en algunas especies la existencia de dos capas, exintina y endintina (Fig. 2, A, D), siendo la externa de mayor electrodensidad. Este pa-

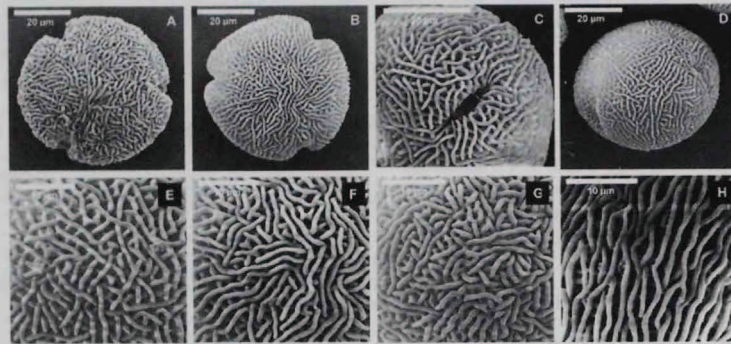


FIGURA 1. Granos de polen a MEB de algunas especies de *Erodium* estudiadas. A, *E. aethiopicum*, visión polar. B, C, *E. cicutarium*, visión polar y visión ecuatorial, respectivamente. D, E, *E. recoderi*, visión ecuatorial y detalle de ornamentación, respectivamente. F, G, H, detalle de ornamentación de *E. cicutarium*, *E. rupicola* y *E. valentinum*, respectivamente.

trón de estructuración de la pared es muy semejante al observado en los granos de polen de *Geranium* estudiados (WEBER, 1996 a y b). Las diferencias interespecíficas se refieren fundamentalmente al grosor de la exina, que oscila de  $3,1 \mu\text{m}$  en *E. glandulosum* a  $8,2 \mu\text{m}$  de *E. astragaloides* (Fig. 2, A); al grado de discontinuidad del tectum; al tipo de nanoporaciones de la base, que pueden observarse de sección alargada (Fig. 2, A, C y D) o circular (Fig. 2, A y B), y a la densidad de dichas nanoporaciones.

El tamaño de la base con relación al grosor total de la exina ha mostrado ser un carácter ligeramente variable entre las especies. *E. carvifolium* (Fig. 2, B), *E. laciniatum* y *E. paui* muestran una relación de 1/5, mientras que las especies de base más delgada, con una relación de 1/7 son *E. cheilantifolium*, *E. daucooides* (Fig. 2, D) y *E. valentinum*. El resto de las especies presentan una relación base/exina de 1/6 (Fig. 2, A, C).

Nº Liras/10 $\mu\text{m}^2$	Sección Malacoideá		Sección Abinthoideá		Sección Cicutaria									
	<i>E. chium</i>	<i>E. malacooides</i>	<i>E. ciconium</i>	<i>E. crispum</i>	<i>E. valentinum</i>	<i>E. aethiopicum</i>	<i>E. cicutarium</i>							
<i>E. borrys</i>	8,5	0,000	12,0	0,000	146,0	0,879	48,5	0,001	0,0	0,000	0,0	0,000		
<i>E. chium</i>		39,0	101,5	0,600	261,0	0,000	217,0	0,006	96,5	0,029	8,5	0,000		
<i>E. malacooides</i>			38,0	0,001	394,0	0,000	36,5	0,000	309,5	0,099	103,5	0,008		
<i>E. ciconium</i>				157,5	244,0	0,000	117,0	0,625	178,0	0,070	11,5	0,000		
<i>E. crispum</i>					283,0	0,003	231,5	0,129	186,5	0,848	65,5	0,000		
<i>E. valentinum</i>							357,5	0,000	325,0	0,001	463,0	0,000		
<i>E. aethiopicum</i>									265,0	0,075	95,0	0,001		
<i>E. cicutarium</i>											48,0	0,000		
<i>E. recoderi</i>												2,5	0,000	
													84,5	0,000

TABLA 3. Resultados del test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la comparación del número de liras/10  $\mu\text{m}^2$  en las apocolpias, entre las diferentes especies. Primera casilla, estadístico U; segunda casilla, nivel de significación.

ANGULOS	Sección Malacoideá		Sección Abinthoideá		Sección Cicutaria									
	<i>E. chium</i>	<i>E. malacooides</i>	<i>E. ciconium</i>	<i>E. crispum</i>	<i>E. valentinum</i>	<i>E. aethiopicum</i>	<i>E. cicutarium</i>							
<i>E. borrys</i>	269,5	0,050	236,0	0,313	317	0,001	265,0	0,068	183,5	0,219	224,5	0,492		
<i>E. chium</i>		250,5	159,5	0,256	248,0	0,148	185,5	0,680	193,0	0,843	84,0	0,001		
<i>E. malacooides</i>			278,5	0,030	221,5	0,533	250,0	0,161	243,5	0,225	255,5	0,123		
<i>E. ciconium</i>				275,0	334,5	0,000	151,5	0,174	233,0	0,357	126,0	0,040		
<i>E. crispum</i>					289,5	0,009	228,0	0,399	255,0	0,103	76,5	0,000		
<i>E. valentinum</i>							320,5	0,001	364,5	0,000	339,0	0,000		
<i>E. aethiopicum</i>									180,5	0,581	84,0	0,001		
<i>E. cicutarium</i>											85,5	0,001		
<i>E. recoderi</i>												150,0	0,164	
													254,0	0,129

TABLA 4. Resultados del test no paramétrico de Kruskal-Wallis para la comparación del ángulo que forman las liras entre sí en las apocolpias, entre las diferentes especies. Primera casilla, estadístico U; segunda casilla, nivel de significación.

Es muy usual la presencia de diferentes tipos de material (en electrodensidad y estructura) en las cavidades infratectales (Fig. 2, B, C). Estas observaciones fueron también realizadas en *Geranium* por WEBER (1996a), quién demostró que la parte inferior es una delgada capa electrodensa de material de la intina, que penetra en las cavidades infratectales a través de los nanocanales (Fig. 2, B, C). Mientras que en *Geranium* la zona media queda cubierta por vesículas de naturaleza desconocida (Pollen-Coating Vesicles, PCV), formando una capa compacta, en *Erodium* son menos abundantes y aparecen de forma discontinua (Fig. 2, B y C). El polenkit está presente en *Erodium*, tanto en la zona suprategal como en la infrategal, en esta última alternando con las

PCV. Esto difiere notablemente de *Geranium*, donde el polenkit cubre el tectum. En ambos géneros están presentes, en la zona interna del infrategal, áreas translúcidas a los electrones, que WEBER (1996a) interpreta como cavidades producidas tras la degeneración de los productos de la matriz de primexina.

Aunque la morfología de este material infrategal es semejante en *Erodium* y *Geranium*, no se podrá precisar con exactitud hasta llevar a cabo un estudio ontogénico del grano de polen de *Erodium*.

Se constata por primera vez la presencia de "cámaras aperturales" en el género *Erodium* (Fig. 2, E, F). Son protuberancias del citoplasma de la célula vegetativa obser-

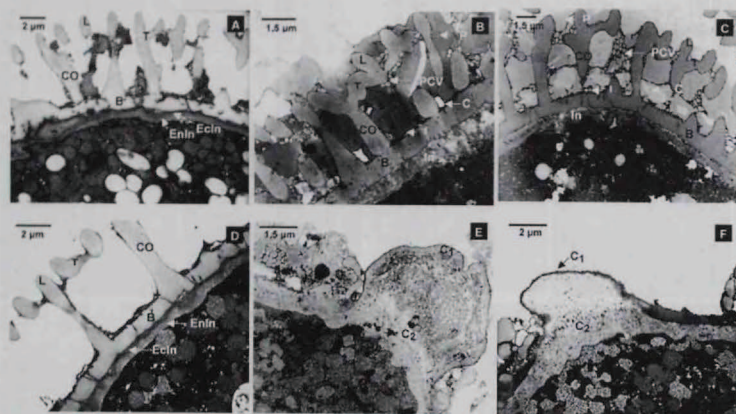


FIGURA 2. Detalle de la estructura de la esporodermis de los granos de polen a MET de algunas especies de *Erodium* estudiadas. A, *E. astragaloides*. B, *E. carvifolium*. C, *E. sanguischristi*. D, *E. cheilantifolium*. E, *E. laciniatum*, cámara apertural. F, *E. daucoides*, cámara apertural. Grosor de la exina: A, 8,2 µm; B, 5,1 µm; C, 4,6 µm; D, 5,7 µm. B, base; C, cavidad; C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, capas de la cámara apertural; CO, columelas; Ecln, ectintina; EnIn, endintina; I, material de la intina; In, intina; L, lira; P, polenkit; PCV, "pollen-coat vesicles"; T, tectum.

vadas por primera vez en *Ophiorrhiza* (*Rubiaceae*) por PHILIP & MATHEW (1975). Posteriormente se observaron en varios táxones de *Rubiaceae* (CHENNAVEERAIAH & SHIVAKUMAR, 1983; PRIYADARSHAN & RAMACHANDRAN, 1984; MATHEW & PHILIP, 1987; IGRSHEIM & WEBER, 1993). WEBER (1996a y b) las ha descrito en *Geranium robertianum* y *G. pratense*. La estructura en *Erodium* es semejante a la de *Geranium*: una capa externa que bordea a la cámara apertural y que surge de la endintina y una segunda capa procedente de la ectintina y que delimita la cámara apertural, separándola del resto de citoplasma del grano de polen (Fig. 2, E, F).

Existen discrepancias sobre el papel de estas cámaras aperturales. Así, PHILIP & MATHEW (1975) las interpretaron como vesículas de eliminación del núcleo vegetativo degenerado, mientras que IGRSHEIM & WEBER (1993) y WEBER & IGRSHEIM (1994) postularon otra misión, ya que el núcleo vegetativo permanece en el grano de polen después de que dichas protuberancias se desprendan del mismo. Las relacionan con la conexión del tapete a la pared del grano de polen y la emisión de polenkit. La semejanza de estas cámaras aperturales en *Geranium* y *Erodium* hace pensar que su origen y función son los mismos en ambos géneros. Sin embargo, es necesario realizar nuevos estudios ontogénicos para dilucidar su importancia y el papel exacto en la biología de las especies de *Erodium*.

#### BIBLIOGRAFÍA

- BORTENSCHLAGER, S. (1967). Vorläufige Mitteilungen zur Pollenmorphologie in der Familie der Geraniaceen und Ihre Systematische Bedeutung. *Grana Palynol.* 7(2-3):400-468.
- CHENNAVEERAIAH, M.S. & SHIVAKUMAR, P.M. (1983). Pollen buds formation and its role in *Ophiorrhiza* spp. *Ann. Bot.* 51:449-452.
- CRONQUIST, A. (1981). *An integrated classification of flowering plants*. Columbia University Press, Columbia.
- EL OQLAH, A.A. (1983). Pollen morphology of the genus *Erodium* L'Herit. in the Middle East. *Pollen et Spores* 25(3-4):383-394.
- ERDTMAN, G. (1943). *An introduction to pollen analysis*. Waltham, Mass., USA.
- ERDTMAN, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (2<sup>a</sup> ed.)*. Halfner, New York.
- ERDTMAN, G. (1960). The acetolysis method. *Sven. Bot. Tidskr.* 54:61.
- FAEGRI, K. & IVERSEN, J. (1975). *Textbook of pollen analysis*. Munksgaard, Copenhagen.
- GUITTONNEAU, G.G. (1972). Étude biosystématique du genre *Erodium* L'Her. *Boissiera* 20:1-154.
- HIDEUX, M. (1972). Techniques d'étude du pollen au MEB: effets comparés de différents traitements physico-chimiques. *Microm* 3:1-31.
- HOEN, P. (1999). *Glossary of Pollen and Spore Terminology [en línea]*. Texinfo ed. 2. [Utrecht, The Netherlands]: IFPS, abril 1999 (citado 29 noviembre 2002). Disponible en Word Wide Web: <http://www.bio.uu.nl/~palaec/glossary>.
- IGRSHEIM, A. & WEBER, M. (1993). "Pollen bud" formation in *Ophiorrhiza* (*Rubiaceae*). *Opera Bot. Belg.* 6:51-59.
- LUQUE, T. & CANDAU, P. (1987). Geraniaceae. In: B. VALDÉS, M.J. DÍEZ & I. FERNÁNDEZ (eds). *Atlas polínico de Andalucía occidental*, pp. 238-240, Universidad de Sevilla/ Diputación de Cádiz, Sevilla.
- MARTIN, P.S. & DREW, C.M. (1969). Scanning electron photomicrographs of southwestern pollen grains. *J. Arizona Acad. Sci.* 5(3):147-176.

- MATHEW, P.M. & PHILIP, O. (1987). Developmental and systematic significance of pollen bud formation in *Ophiorrhiza* Linn. *New Bot.* 14:47-54.
- MOORE, P.D.; WEBB, J.A. & COLLINSON, M.E. (1991). *Pollen analysis*. (2<sup>a</sup> ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- PERVEEN, A. & GAISER, M. (1999). Pollen flora of Pakistan-XV. Geraniaceae. *Turkish J. Bot.* 23(4):263-269.
- PHILIP, O. & MATHEW, P.M. (1975). Cytology of exceptional development of the male gametophyte in *Ophiorrhiza mungos*. *Can. J. Bot.* 53:2032-2037.
- PRIYADARSHAN, P.M. & RAMACHANDRAN, K. (1984). Cytology and exceptional pollen development in *Mussaenda* Linn. *Cytol.* 49:407-413.
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & LE THOMAS, A. (1994). *Glossary of pollen and spore terminology*. LPP Foundation, Utrecht.
- ROMERO, A.T.; BLANCA, G.; DÍAZ DE LA GUARDIA, C. & ROMÁN, J.M. (1990). Descripción polínica de táxones del sureste peninsular. In: G. BLANCA, C. DÍAZ DE LA GUARDIA, M.C. FERNÁNDEZ, M. GARRIDO, M.I. RODRÍGUEZ-GARCÍA & A.T. ROMERO-GARCÍA (eds). *Polen, esporas y sus aplicaciones*, pp. 299-306. APLE, Granada.
- STAFFORD, P.J. & BLACKMORE, S. (1991). Geraniaceae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 69:49-78.
- VERHOEVEN, R.L. & VENTER, H.J.T. (1987). Pollen morphology of *Erodium* in southern Africa. *S. Afr. J. Bot.* 53:279-283.
- WEBER, M. (1996a). The existence of a special exine coating in *Geranium robertianum* pollen. *Int. J. Plant Sci.* 157(2):195-202.
- WEBER, M. (1996b). Apertural chambers in *Geranium*: development and ultrastructure. *Sex. Plant Reprod.* 9:102-106.
- WEBER, M. & IGERSHHEIM, A. (1994). "Pollen bud" in *Ophiorrhiza* (Rubiaceae) and their role in pollenkit release. *Bot. Acta* 107:257-262.
- WEST, G.J. (1993). Early historic vegetation change in Alta California: the fossil evidence. In: D.H. THOMAS (ed.), *Archaeological and historical perspectives on the Spanish borderlands west*, pp. 333-348. Smithsonian Institution Press, Washington.

## MORFOLOGÍA POLÍNICA DE *SENECIO PYRENAICUS* L. (ASTERACEAE) EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Pérez Romero, R.; Valencia Barrera, R.M.;  
Pérez Morales, C. & Penas Merino, A.

Departamento de Biología Vegetal, Área de Botánica, Universidad de León,  
Campus de Vegazana s/n., 24071 - León.

(Manuscrito recibido el 10 de Diciembre de 2002, aceptado el 18 de Julio de 2003)

RESUMEN: Se estudia la morfología polínica del polen de cuatro taxones de la especie *Senecio pyrenaicus* L. en la Península Ibérica: *Senecio pyrenaicus* L. subsp. *pyrenaicus*, *S. pyrenaicus* L. subsp. *carpetanus* (Wk.) Rivas-Martínez, *S. pyrenaicus* L. subsp. *caespitosus* (Brot.) Franco y *S. pyrenaicus* L. subsp. *granatensis* (Boiss. & Reuter) Rivas-Martínez. El grano de polen, en todos los casos, es tricolporado. Su forma varía de prolado-esferoidal a esferoidal, presentando un tamaño mediano. El tectum es perforado-equinado. Así mismo, se han observado una serie de diferencias significativas entre las cuatro subespecies; de las cuales, vamos a destacar las siguientes: longitud del lado del apocolpio, forma y densidad de las perforaciones en el tectum y forma del grano de polen.

PALABRAS CLAVE: Morfología polínica, *Senecio pyrenaicus*, Península Ibérica.

SUMMARY: The pollen morphology from 4 taxa of the species *Senecio pyrenaicus* L. in the Iberian Peninsula: *Senecio pyrenaicus* L. subsp. *pyrenaicus*, *S. pyrenaicus* L. subsp. *carpetanus* (Wk.) Rivas-Martínez, *S. pyrenaicus* L. subsp. *caespitosus* (Brot.) Franco and *S. pyrenaicus* L. subsp. *granatensis* (Boiss. & Reuter) Rivas-Martínez, is investigated in the present study. The pollen grain is tricolporate and with a complex aperture system. Its shape varies from prolate-spheroidal to spheroidal, presenting a medium size. The tectum is always perforate-echinate. Several significant differences have been observed among subspecies. It is important to point out the following differences: apocolpium index length, shape and density of tectum holes and shape of pollen grain.

KEY WORDS: Pollen morphology, *Senecio pyrenaicus*, Iberian Peninsula.

### INTRODUCCIÓN

La especie *Senecio pyrenaicus* L. (Asteraceae) (Fig. 1) agrupa a hierbas perennes con tamaño entre 15-60 cm. Presentan un tallo corto y rastrero con otros ascendentes erectos que se ramifican en la parte superior o bien sólo en la inflorescencia. Estos últimos son glabros o escasamente pilosos en la

parte superior. Las hojas se disponen apretadamente hasta la mitad del tallo, siendo las inferiores glabras o escasamente pilosas, enteras o dentadas y más o menos pecioladas; las hojas de la parte superior del tallo decrecen rápidamente de tamaño son sésiles y con forma linear a linear-lanceoladas. Los capítulos se encuentran en número de 3-8 (15), con diámetro de 20-24 mm y se disponen en un