

ESTUDIO PALINOLÓGICO DEL GÉNERO SALVIA L. EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

I. FERNÁNDEZ, M^a A. MARTÍN MOSQUERO, R. JUAN & J. E. PASTOR
Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla,
Apartado 1095, E-41080 Sevilla.
(Recibido el 14 de Febrero de 2000)

Resumen. Se estudia la morfología polínica, al microscopio óptico y electrónico de barrido, de 16 especies del género *Salvia* L. presentes en la Península Ibérica. El polen es hexazonocolpado y se caracteriza por presentar una ornamentación birreticulada que muestra una cierta variabilidad entre las especies. Teniendo en cuenta las diferencias que aparecen en la ornamentación, así como en la forma y tamaño de los granos de polen, se establecen cuatro tipos polínicos, que por lo general no coinciden con las diferentes secciones del género. Por último, se discute la relación entre los datos palinológicos y cariológicos.

Summary. The pollen morphology of 16 species of genus *Salvia* L. from Iberian Peninsula has been studied by light and scanning electron microscopy. The pollen is hexazonocolpate and with birreticulate ornamentation that shows variability among the species. On the basis of the ornamentation, shape and size of pollen grains four groups can be differentiated which are not coincident with the different sections of the genus. Lastly, the relationships between the palynological and karyological data is discussed.

INTRODUCCIÓN

El género *Salvia* L., que se distribuye fundamentalmente por las zonas templadas y tropicales, se encuentra representado en Europa por 34 especies (HEDGE, 1972), 18 de las cuales están presentes en la Península Ibérica.

Son plantas herbáceas o arbustivas, por lo general perennes, con flores en espiga de verticilastros normalmente densos y distanciados. Cáliz bilabiado, con 13-14 nervios y 5 dientes. Corola bilabiada con labio superior más largo que el inferior y por lo general falcado. Androceo con dos estambres, con conectivo articulado con el filamento y ramas desiguales. Fruto núcula con ápice redondeado.

Las especies presentes en el área de estudio, pertenecen a siete secciones. La sect. *Salvia* incluye *S. officinalis* L., *S. lavandulifolia* Vahl, *S. fruticosa* Miller, *S. candelabrum* Boiss.; la sect. *Aethiopsis* Bentham está representada por *S. phlomoides* Asso, *S. sclarea* L., *S. tingitana* Etlinger, *S. argentea* L. y *S. aethiopsis* L.; la sect. *Drymosphace* Bentham por *S. glutinosa* L.; la sect. *Plethiosphace* Bentham integra *S. barrelieri* Etlinger, *S. pratensis* L., *S. valentina* Vahl., *S. sclareoides* Brot. y *S. verbenaca* L.; la sect. *Horminum* Dumort incluye *S. viridis* L.; la sect. *Hemisphace* Bentham a *S. verticillata* L.; y la sect. *Calosphace* Bentham está representada por *S. microphylla* Kunth. Únicamente *S. tingitana* y *S. fruticosa* no se han incluido en este estudio por carecer de material.

Debido a las características del polen de *Lamiaceae*, esta familia ha sido motivo de interés para numerosos autores, alguno de los cuales se ha ocupado del estudio del género *Salvia*. Cabe destacar el trabajo que EMBODEN (1964) realiza en la sección *Audibertia*; el que HENDERSON & al. (1968) llevan a cabo en especies tanto del Nuevo como del Viejo Mundo, donde comparan su morfología polínica con la de otros géneros relacionados con *Salvia*; los de NABLI (1975, 1976) donde relaciona la estructura de la exina de *S. verbenaca* y *S. pratensis* con otras especies de *Lamiaceae*; el de AFZAL-RAFII (1983) en el que propone una hipótesis evolutiva basada en los datos palinológicos y cariológicos y por último, el que ROSUA & BLANCA (1985) realizan en los taxones de las secciones *Salvia* y *Aethiopsis* presentes en la Península Ibérica y Norte de Marruecos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras estudiadas proceden tanto de material fresco, fijado directamente en el campo con ácido acético glacial, como de material conservado en los Herbarios del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla (SEV) y del Jardín Botánico de Madrid (MA). En este último caso, las anteras han sido previamente tratadas con ácido acético glacial, durante un mínimo de 24 horas con el fin de reblandecer los tejidos. El origen de las poblaciones estudiadas se indican en el Apéndice.

El polen fue acetolizado por el método de ERDTMAN (1960). Una vez obtenidas las muestras, la mayoría de los caracteres se han estudiado al microscopio óptico (MO). Para las dimensiones del eje polar (P) y diámetros ecuatoriales (E_1 , E_2), se han medido al menos 30 granos de polen en cada una de las poblaciones y alrededor de 10 para el resto de los caracteres. Para el estudio de la ornamentación, las muestras acetolizadas y deshidratadas en la serie de alcohol se han colocado en portaobjetos y se han metalizado con oro-paladio para su posterior estudio en un microscopio electrónico de barrido (MEB).

Todas las muestras se conservan en la Palinoteca del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla.

La terminología adoptada es la de PUNT & al. (1994).

RESULTADOS

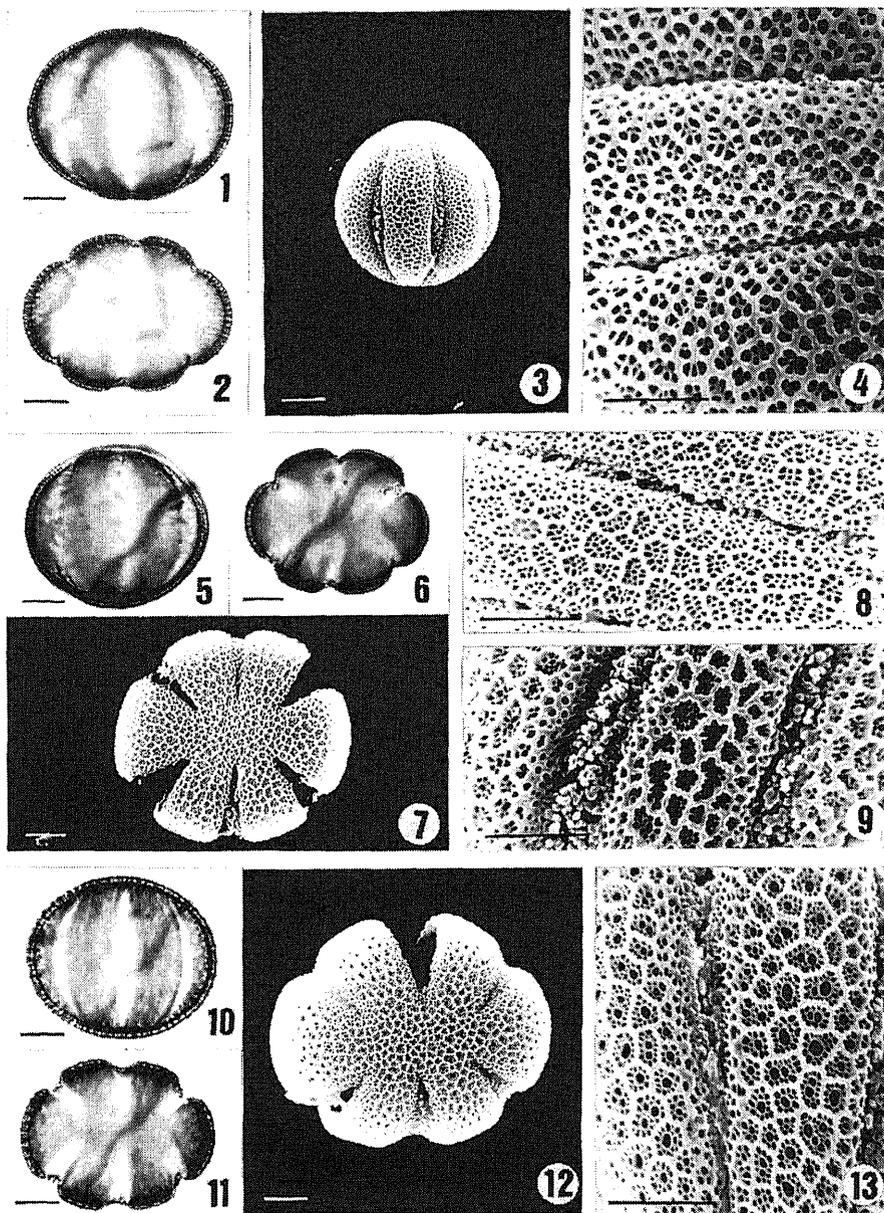
El polen de *Salvia* se caracteriza por ser hexazonocolpado, isopolar y heterobisimétrico (Figs. 1, 2, 5, 6, 10, 11); elíptico en visión polar y ecuatorial (Figs. 14, 15, 18, 19), de tamaño mediano (Cuadro 1), con aberturas tipo colpo terminales y membrana apertural escábrida (Fig. 3); exina de grosor uniforme, con sexina igual o ligeramente más gruesa que la nexina; infratécum columelado, tectum parcial; y ornamentación reticulada, con un retículo primario con lúmenes que van disminuyendo de tamaño hacia las zonas polares y los márgenes de las aberturas (Fig. 7); a través de estos lúmenes se observa el retículo secundario de menor tamaño que el anterior y de morfología variable (Figs. 4, 8, 13).

Teniendo en cuenta la forma y tamaño de los lúmenes del retículo secundario, se establecen cuatro grupos.

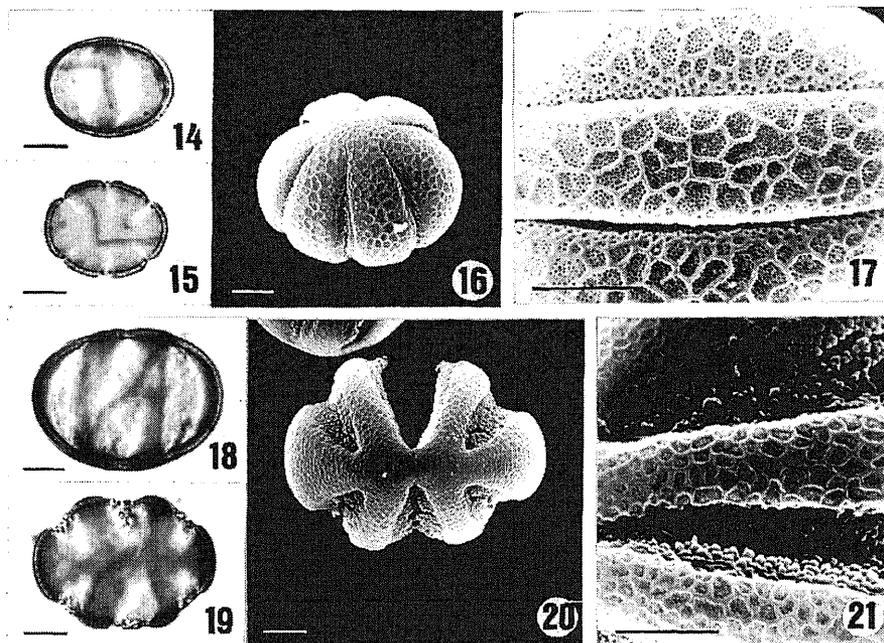
Grupo I: Retículo secundario formado por pocos lúmenes de tamaño más o menos uniforme situados marginalmente. Incluye a *S. glutinosa* y *S. verticillata* (Figs. 1-4).

Taxones	P	E ₁	E ₂	P/E ₁	Reticulo Secundario
<i>S. aethiopsis</i>	28 (30.96) 35	35 (37.63) 40	29 (30.57) 32	0.75 (0.82) 0.91	II
<i>S. argentea</i>	30 (33.54) 36	35 (39.75) 44	30 (34.34) 40	0.76 (0.84) 0.91	III
<i>S. barrelieri</i>	32 (33.66) 38	39 (41.91) 45	31 (32.91) 35	0.72 (0.80) 0.87	IVb
<i>S. candelabrum</i>	33 (37.86) 43	41 (45.39) 51	34 (36.75) 40	0.71 (0.82) 0.93	II
<i>S. glutinosa</i>	37 (39.45) 43	45 (47.33) 50	37 (38.47) 40	0.76 (0.83) 0.88	I
<i>S. lavandulifolia</i>	31 (34.63) 41	34 (39.97) 46	30 (32.06) 38	0.73 (0.86) 0.97	II
<i>S. microphylla</i>	22 (24.46) 27	26 (28.83) 32	21 (24.96) 27	0.75 (0.84) 0.93	IVa
<i>S. officinalis</i>	26 (28.45) 31	32 (34.90) 40	31 (32.33) 34	0.74 (0.81) 0.91	II
<i>S. phlomoides</i>	32 (35.58) 39	40 (43.40) 48	32 (36.11) 39	0.71 (0.81) 0.90	II
<i>S. pratensis</i>	29 (33.35) 37	36 (39.45) 43	30 (33.05) 37	0.73 (0.84) 0.92	II
<i>S. sclarea</i>	30 (35.40) 39	37 (41.78) 45	30 (34.25) 37	0.76 (0.84) 0.90	III
<i>S. sclareoides</i>	28 (32.08) 36	32 (35.91) 41	27 (30.16) 34	0.82 (0.88) 0.97	II
<i>S. valentina</i>	29 (31.50) 34	33 (35.62) 38	28 (30.15) 33	0.79 (0.88) 0.97	II
<i>S. verbenaca</i>	27 (32.71) 38	31 (39.34) 47	30 (35.64) 43	0.69 (0.83) 0.94	II
<i>S. verticillata</i>	22 (23.40) 25	25 (26.15) 28	23 (23.81) 25	0.84 (0.89) 0.96	I
<i>S. viridis</i>	27 (30.17) 32	32 (34.25) 36	29 (30.05) 33	0.80 (0.87) 0.93	III

Cuadro 1. Relación de caracteres en las especies estudiadas con indicación del tipo polínico al que pertenecen. En las columnas P, E₁, E₂, P/E₁ se indican el valor mínimo, la media y el máximo. Todas las medidas se expresan en μm .



Figs. 1-13. 1, 2, 4, *Salvia glutinosa*; 3, *Salvia verticillata*; 5, 6, *Salvia lavandulifolia* subsp. *blancoana*; 7, 8, *Salvia sclareoides*; 9, *Salvia aethiopsis*; 10, 11, *Salvia sclarea*; 12, 13, *Salvia viridis*. 1, contorno en visión ecuatorial; 2, contorno en visión polar; 3, visión ecuatorial; 4, detalle de la ornamentación; 5, contorno en visión ecuatorial; 6, contorno en visión polar; 7, visión polar; 8, 9, detalle de la ornamentación; 10, contorno en visión ecuatorial; 11, contorno en visión polar; 12, visión polar; 13, detalle de la ornamentación. Escalas: 10 μ m (1, 2, 5, 6, 10, 11); 6 μ m (3, 4, 7-9, 12, 13).



Figs. 14-21. 14-17, *Salvia microphylla*; 18-21, *Salvia barrelieri*. 14, contorno en visión ecuatorial; 15, contorno en visión polar; 16, visión ecuatorial; 17, detalle de la ornamentación; 18, contorno en visión ecuatorial; 19, contorno en visión polar; 20, visión polar; 21, detalle de la ornamentación. Escalas: 10 μm (14, 15, 18, 19); 6 μm (16, 17, 20, 21).

Grupo II: Retículo secundario formado por numerosos lúmenes que son de menor tamaño que los del grupo anterior. Comprende la mayor parte de las especies estudiadas: *S. aethiopsis*, *S. candelabrum*, *S. lavandulifolia*, *S. officinalis*, *S. phlomoides*, *S. pratensis*, *S. sclareoides*, *S. valentina* y *S. verbenaca* (Figs. 5-9).

En estos dos grupos los lúmenes del retículo secundario son más o menos desiguales y sin distribución definida, a excepción de *S. aethiopsis*, donde a veces puede observarse como el lumen de el centro del retículo es de tamaño ligeramente mayor (Fig. 9).

Grupo III: Retículo secundario formado generalmente por uno, dos, o a veces más lúmenes centrales, que son de mayor tamaño que los situados en la periferia. Incluye a *S. argentea*, *S. sclarea* y *S. viridis* (Figs. 10-13).

Grupo IV: Retículo secundario formado por numerosos lúmenes de tamaño muy pequeño (Figs. 14-21). Dentro de este grupo, el tamaño del polen así como el de las mesocolpias en visión polar y corte óptico ecuatorial, permite diferenciar dos subgrupos:

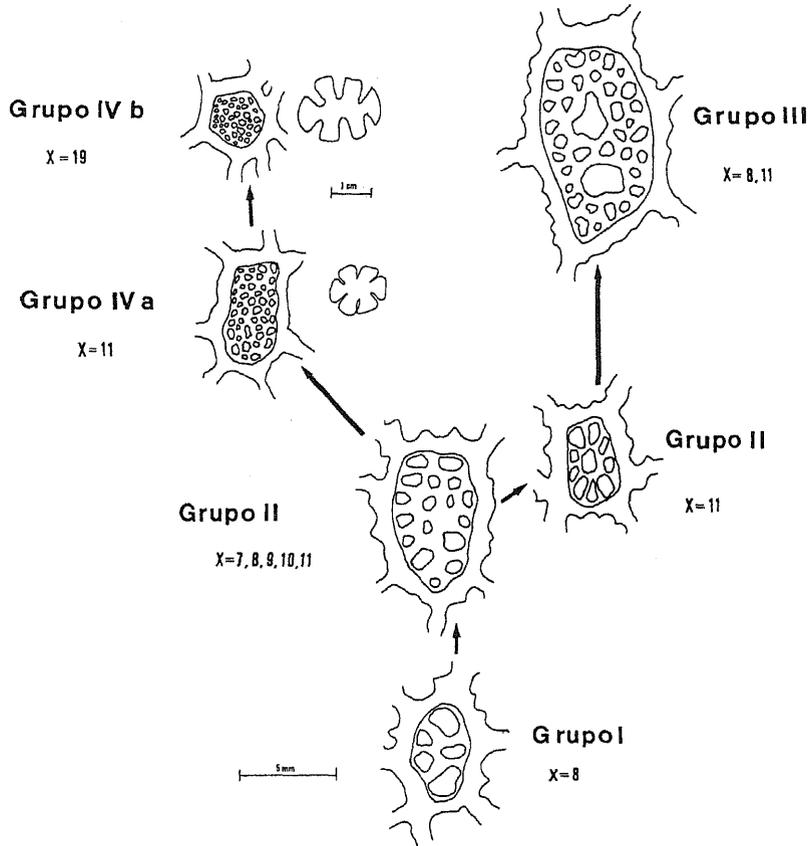


Fig. 22. Esquema evolutivo en el que se relacionan los tipos de retículo secundario con los niveles de ploidía.

a.- Polen con $P = 22$ (24.46) $27 \mu\text{m}$ y $E_1 = 26$ (28.83) $32 \mu\text{m}$. Mesocolpias de tamaño más o menos parecido. Comprende a *S. microphylla* (Figs. 14-17).

b.- Polen con $P = 32$ (33.66) $38 \mu\text{m}$ y $E_1 = 39$ (41.91) $45 \mu\text{m}$. Cuatro mesocolpias estrechas en los laterales y dos más anchas en los extremos. Incluye a *S. barrelieri* (Figs. 18-21).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo muestran como la morfología polínica de *Salvia* es poco variable, ya que tanto el tipo y número de aberturas, como el modelo de ornamentación es constante en todos los taxones. No obstante, este último rasgo muestra una particularidad, que es el retículo doble, caracte-

rístico de algunos taxones de Labiadas. Este tipo de ornamentación, consta de un retículo primario con lúmenes de tamaño considerable, dentro de los cuales aparece un retículo secundario con lúmenes más pequeños. En las especies ibéricas de *Salvia* el retículo primario es muy similar, mientras que el retículo secundario muestra diferencias notables que permiten establecer cuatro grupos.

Esta variabilidad del retículo secundario fue observada anteriormente por HENDERSON & al. (1968) y AFZAL-RAFII (1983). Este último autor establece una hipótesis en la que considera que los taxones con número básico bajo y granos de polen de tamaño más pequeño carentes de retículo secundario son los más primitivos, mientras que los que presentan un número básico mayor y granos de polen también de mayor tamaño con retículo secundario son los más evolucionados. Sin embargo, en los taxones presentes en la Península Ibérica esta hipótesis no resulta tan clara, pues dentro de algunos tipos se agrupan especies con distintos números básicos.

Teniendo en cuenta los caracteres palinológicos el Grupo I sería el más primitivo al estar formado por dos especies pertenecientes a secciones distintas pero cuyos granos de polen muestran poca diferenciación entre el retículo primario y el secundario y cuyo número básico sería de los más bajos ($x = 8$) (Fig. 22).

Algo más evolucionado sería el Grupo II que incluye especies de tres secciones distintas: *Salvia*, *Plethiosphace* y *Aethiopsis* generalmente con $x = 7$, $x = 9$ y $x = 11$ respectivamente (PASTOR, 1993 y DIOSDADO & PASTOR, 1997). En estos taxones se observa una diferenciación clara entre el retículo primario y el secundario; el primero con lúmenes claramente de mayor tamaño y el segundo con lúmenes pequeños y numerosos. Por lo general, en este grupo los lúmenes del retículo secundario suelen ser de tamaño parecido, no obstante en *S. aethiopsis* a veces se observa como el lumen central es ligeramente mayor, lo que lo relaciona al Grupo III que se caracteriza por ésto. Este último grupo lo forman *S. viridis*, el único representante estudiado de la sección *Horminum* y *S. sclarea* y *S. argentea* ambos representantes de la sección *Aethiopsis* a la que también pertenece *S. aethiopsis*. Se puede considerar por tanto a esta especie como intermedia entre el Grupo II y el Grupo III. Desde el punto de vista cariológico y según la hipótesis evolutiva propuesta por AFZAL-RAFII (1983), *S. viridis* con $x = 8$ sería menos evolucionada que las especies agrupadas en la sección *Aethiopsis* caracterizadas por presentar $x = 11$ (Fig. 22).

Por último, el Grupo IV comprende a *S. microphylla* y *S. barrelieri* que pertenecen a secciones diferentes. En este grupo el retículo secundario está formado por numerosos lúmenes de tamaño muy pequeño. Este modelo de ornamentación podría constituir una línea paralela a la anterior que se habría originado también a partir del Grupo II, pero en este caso en vez de producirse un aumento de tamaño en alguno de los lúmenes, lo que ocurre es una dis-

minución general del tamaño. Dentro de este tipo *S. microphylla* con granos de polen en los que las mesocolpias son de igual anchura (subgrupo IVa) y con $x = 11$ sería menos evolucionada que *S. barrelieri* que presenta cuatro mesocolpias estrechas y dos anchas (subgrupo IVb) y con $x = 19$ (Fig. 22).

De los resultados obtenidos se desprende que, en general, el tipo de retículo secundario es un carácter constante dentro de cada una de las secciones, a excepción de la sección *Aethiopsis*, que incluye especies en el Grupo II y III, variabilidad que así mismo fue indicada por ROSUA & BLANCA (1985).

Finalmente, las diferencias observadas en este trabajo desde el punto de vista palinológico, así como en los datos cariológicos de algunas de sus especies (*S. verbenaca* o *S. sclareoides*) que presentan varios números básicos (PASTOR, 1993), podrían sugerir que se trata de un género en el que parte de sus taxones están poco establecidos.

APÉNDICE

Salvia aethiopsis: ÁVILA, Sierra de Gredos, 30.6.1972, Domínguez & Gibbs (SEV 13507); CUENCA, entre Tejadillos y el cruce a Los Perales, 6.7.1979, Cabezudo, Luque & Ubera (SEV 107952); ZAMORA, Corrales, 25.7.1947, Casaseca (SEV 4480).

Salvia argentea: CÓRDOBA, carretera de Carcabuey a Cabra, 9.5.1997, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153815); Rute, 25.6.1996, Martín Mosquero (SEV 153505); carretera de Belalcázar a Santa Eufemia, 23.5.1997, Martín Mosquero & Pérez Porras (SEV 153841); HUELVA, Ayamonte, 26.5.1997, Martín Mosquero & Santa-Bárbara (SEV 153850); SEVILLA, Coria del Rio, 26.4.1997, Juan (SEV 153785).

Salvia barrelieri: CÁDIZ, Alcalá de los Gazules, 4.6.1996, Fernández, Juan & Martín Mosquero (SEV 153373); entre Los Barrios y La Montera del Torero, 4.6.1996, Fernández, Juan & Martín Mosquero (SEV 153372); entre Medina Sidonia y Algeciras, 4.6.1996, Fernández, Juan & Martín Mosquero (SEV 153371).

Salvia candelabrum: MÁLAGA, Sierra de Carratraca, 28.5.1965, F. Galiano & Rivas-Goday (SEV 4485); alrededores de Carratraca, 28.5.1965, F. Galiano & Rivas-Goday (SEV 4483); El Burgo, 4.7.1973, Cabezudo & Valdés (SEV 102086); Ardales, 4.7.1973, Cabezudo & Valdés (SEV 108097).

Salvia glutinosa: GERONA, Arseguell, 23.7.1993, Aedo & al. (MA 529202); LÉRIDA, Vilec, 3.9.1980, Hernández (MA 255614).

Salvia lavandulifolia subsp. *lavandulifolia*: GUADALAJARA, Valdenoches, 11.6.1965, F. Galiano, Novo & Silvestre (SEV 4489); VALLADOLID, Torrelobatón, 12.6.1978, Fernández Díez (SEV 53123).

- Salvia lavandulifolia* subsp. *blancoana*: JAÉN, Puerto de la Pandera, 20.6.1974, López & Valdés-Bermejo (MA 435118); Nava de San Pedro, 20.7.1977, Castroviejo & Valdés-Bermejo (MA 435184).
- Salvia lavandulifolia* subsp. *vellerea*: ALICANTE, Sierra de Aitana, 1.6.1978, Devesa, Pastor & Valdés (SEV 99577); JAÉN, Sierra Mágina, 19.6.1979, Díez, Ubera & Valdés (SEV 71734); entre Campillo de Arena y Palomares, 19.6.1979, Díez, Ubera & Valdés (SEV 67635); MÁLAGA, Canillas de Aceituno, 21.6.1974, Talavera & Valdés (SEV 23240).
- Salvia microphylla*: CÓRDOBA, entre Rute y Lucena, 25.6.1997, Martín Mosquero (SEV 153900); a 9km de Lucena, 25.6.1997, Martín Mosquero (SEV 153901); MÁLAGA, Ronda, 13.6.1997, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153901).
- Salvia officinalis*: CÓRDOBA, Cardeña, 11.6.1997, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153881); HUELVA, entre Almonaster y Cortegana, 9.5.1980, Cabezu-do & Rivera (MA 257334).
- Salvia phlomoides*: CUENCA, Serranía de Cuenca, 26.6.1983, Benedi, Blanché, Molero & Vallés (SEV 94878); GRANADA, Beas de Granada, 1.7.1980, Raya, Molero, Casares & Porras (SEV 87999); JAÉN, Sierra del Pozo, 20.6.1979, Díez, Ubera & Valdés (SEV 67368).
- Salvia pratensis*: BURGOS, Monterrubio de Demanda, 22.6.1975, Casaseca & Fernández Díez (SEV 25510); GUADALAJARA, entre Arbeteta y Villanueva de Alcorcón, 12.6.1965, F. Galiano, Novo & Silvestre (SEV 7466); HUESCA, puente sobre el río Isuala o Balced, 22.5.1970, Montserrat (SEV 123234).
- Salvia sclarea*: CÁDIZ, entre Villaluenga del Rosario y Benaocaz, 26.6.1996, Fernández, Juan & Pastor (SEV 153490); Grazalema, 26.6.1996, Fernández, Juan & Pastor, (SEV 153488); CÓRDOBA, Priego de Córdoba, 25.6.1997, Martín Mosquero (SEV 153903).
- Salvia sclareoides*: CÁDIZ, San José del Valle, 18.4.1977, Silvestre (SEV 104313); cruce de Jimena-Alcalá de los Gazules, 17.5.1979, Candau & Fernández (SEV 104956); Puerto de Galis, 25.5.1996, Ocaña & Rojas (SEV 153355).
- Salvia valentina*: CASTELLÓN, Montanejos, 8.6.1985, Mateo (MA 333889); VALENCIA, Alcira, 12.4.1909, Mororder (MA 103753).
- Salvia verbenaca*: CÁDIZ, entre Medina Sidonia y Alcalá de los Gazules, 4.6.1996, Fernández, Juan & Martín Mosquero (SEV 153374); CÓRDOBA, entre la N-331 y La Rambla, 21.3.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153315); HUELVA, Aracena, 17.4.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153331); entre Higuera de la Sierra y Aracena, 17.4.1996, Martín Mosquero & Ocaña (SEV 153330); entre Fuenteheridos y Alájar, 27.5.1996, Martín Mosquero, Ocaña & Terrab (SEV 153354); SEVILLA, Palacio de Congresos, 20.4.1996, Martín Mosquero (SEV 153333).

- Salvia verticillata*: GERONA, Hostalirich, 3.1884, (MA 104038).
Salvia viridis: CÓRDOBA, carretera de Carcabuey a Cabra, 9.5.1997, *Martín Mosquero & Ocaña* (SEV 153814); Cabra, 9.5.1997, *Martín Mosquero & Ocaña* (SEV 153820).

BIBLIOGRAFÍA

- AFZAL-RAFI (1983) Les pollens du genre *Salvia* et leur évolution. *Pollen & Spores* **25** (3-4): 351-366.
- DIOSDADO, J. C. & J. E. PASTOR (1997) *Contribución al Atlas cromosómico de la Flora Vasculare de Andalucía Oriental*. Universidad de Sevilla.
- EMBODEN, W. A. (1964) Pollen morphology of the genus *Salvia*, section *Audibertia*. *Pollen & Spores* **6** (2): 527-536.
- ERDTMAN, G. (1960) The acetolysis method. *Svenk. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- HEDGE, I. C. (1972) *Salvia*. In T. G. TUTIN & al. (eds.) *Flora Europaea* **3**: 188-192. Cambridge University Press.
- HENDERSON, D. M., H. PRENTICE & I. C. HEDGE (1968) Pollen morphology of *Salvia* and some related genera. *Grana Palynol.* **8** (1): 70-85.
- NABLI, M. A. (1975) *Contribution à l'étude ultrastructurale et ontogénétique de l'exine de quelques Labiatae*. Thèse. Marseille.
- (1976) Étude ultrastructurale comparée de l'exine chez quelques genre de Labiatae. In I. K. FERGUSON & J. MULLER (eds.). *The evolutionary significance of the exine*. *Linn. Soc. Symp. Ser. 1*: 499-525.
- PASTOR, J. E. (1993) *Atlas cromosómico de la Flora Vasculare de Andalucía Occidental*. Universidad de Sevilla.
- PUNT, W., S. BLACKMORE, S. NILSSON & A. LE THOMAS (1994) *Glossary of pollen and spores terminology*. LPP Foundation. Utrecht.
- ROSUA, J. L. & G. BLANCA (1985) Estudios taxonómicos en el género *Salvia* L., secciones *Salvia* y *Aethiopsis* Benth.: palinología. *Anales Asoc. Palinol. Lengua Esp.* **2**: 135-148.