

MORFOLOGÍA POLÍNICA DE LAS ESPECIES DE FRUTALES CULTIVADAS EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL: FAMILIA ROSACEAE

C. ANDRÉS, B. LUQUE & M. J. DÍEZ

Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Universidad de Sevilla.

Apdo. 1095. 41080 Sevilla. E-mail: mjdíez@cica.es

(Recibido el 23 de Julio de 2001)

Resumen. Se estudia la morfología polínica de 10 especies de *Rosaceae* cultivadas en Andalucía Occidental de los géneros *Crataegus* (*C. azarolus*), *Cydonia* (*C. oblonga*), *Eriobotrya* (*E. japonica*), *Malus* (*M. domestica*), *Prunus* (*P. avium*, *P. domestica*, *P. dulcis*, *P. persica* y *P. persica* var. *nucipersica*) y *Pyrus* (*P. communis*), con los microscopios óptico y electrónico de barrido. Por los caracteres estudiados (polaridad, simetría, contorno (en visión ecuatorial y corte óptico meridiano y visión polar y corte ecuatorial), tamaño, aberturas (número, tipo y dimensiones), grosor de la exina y ornamentación) se describe la morfología del polen y se discuten los resultados obtenidos. La morfología del polen no permite la separación entre los diferentes géneros, pero se han observado algunas diferencias entre algunas de las especies.

Summary. The pollen morphology of 10 species from 6 genera in the Family *Rosaceae* has been studied using light and scanning electron microscopy. These genera and species are *Crataegus* (*C. azarolus*), *Cydonia* (*C. oblonga*), *Eriobotrya* (*E. japonica*), *Malus* (*M. domestica*), *Prunus* (*P. avium*, *P. domestica*, *P. dulcis*, *P. persica* and *P. persica* var. *nucipersica*) and *Pyrus* (*P. communis*). The pollen morphology is described using the characters studied: polarity, symmetry, outline in equatorial and polar views, size, apertures (number, type and size), exine thickness and ornamentation and the results are discussed. Differentiation using pollen morphology between the genera was not possible, but some differences between some of the species have been observed.

INTRODUCCIÓN

La familia *Rosaceae* incluye numerosas especies cultivadas por sus frutos comestibles y que son de una gran importancia agrícola y económica a nivel mundial. Tradicionalmente se agrupan en tres tipos de cultivo diferentes: los denominados de “pepita”, de “hueso” y de “fruto seco”. En Andalucía Occidental, del primer tipo, se cultiva el manzano, el peral, el membrillo, el níspero y el acerolo; del segundo el albaricoque, el cerezo, el guindo, el melocotonero y el ciruelo, y del tercero el almendro.

Según datos del censo agrario de 1998, la superficie dedicada al cultivo de frutales no cítricos en Andalucía Occidental fue de 14.676 Ha, con una producción anual de 121.515 Tm, siendo el melocotonero la especie mejor representada, con 7.040 Ha y 87.617 Tm, seguida del almendro, con 6.956 Ha y 2.483 Tm (Anuario Estadístico de Andalucía, 2000).

El objetivo de este trabajo es, por un lado, estudiar la morfología polínica de 10 especies de frutales pertenecientes a la familia *Rosaceae* cultivadas en Andalucía Occidental: *Crataegus azarolus* L. (acerolo, Región Mediterránea), *Cydonia oblonga* Mill. (membrillo, C y S de Asia), *Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl. (níspero, China y Japón), *Malus domestica* Borkh. (manzano, híbrido), *Prunus avium* L. (cerezo, Europa), *P. domestica* L. (ciruelo, SE de Europa, W de Asia, N de África), *P. dulcis* (Mill.) D. A. Webb (almendro, China), *P. persica* (L.) Batsch (melocotonero, China), *P. persica* (L.) Batsch var. *nucipersica* Schneider (nectarina, China) y *Pyrus communis* L. (peral, Europa, W de Asia), y por otro, contribuir a la palinología de las especies de interés agrícola, además de facilitar la identificación del polen de las mieles de la región, dado que la mayoría de las especies estudiadas se describen como melíferas (CRANE, 1979; ORTEGA, 1986; DAMBLON, 1988), o en el estudio de yacimientos arqueológicos (MARINVAL & RENAULT-MISKOVSKY, 1984).

La morfología del polen de diversas especies de *Rosaceae* ha sido ampliamente estudiada (REITSMA, 1966; FAEGRI & IVERSEN, 1975; BYATT, 1976; EIDE, 1981; CANDAU & ROMANOS, 1987; HEBDA & al., 1988, 1991; HEBDA & CHINNAPPA, 1990), poniéndose de manifiesto la utilidad de los estudios polínicos en la diferenciación sobre todo a nivel de género. Por otro lado, diversos autores se han ocupado del estudio exclusivo de especies de frutales, como el género *Prunus* (FOGLE, 1977a, 1977b; DEL BAÑO, 1984; SINGHAL & al., 1985; MULAS & al., 1988); el primero estudia algunas especies, como *Prunus domestica*, en sus trabajos sobre la identificación de árboles frutales por la ultraestructura del polen, o la diferenciación de clones; el segundo llegó a elaborar una clave para identificar las cinco especies estudiadas en la región murciana; el tercero, en un estudio citopalinológico de especies polipétalas leñosas incluye *Prunus domestica*, especie diploide, que al igual que otras especies de otros géneros con el mismo nivel de ploidía, reducen la esterilidad, frente a especies con niveles de ploidía superiores; y por último, MULAS & al. (1988) realizaron un estudio de la ultraestructura del polen de 20 cultivares de almendros. *Malus domestica* ha sido también objeto de diversos estudios (MARTENS & FRETZ, 1980; CURRIE & al., 1997) quienes trataron de identificar diversas variedades o cultivares. Sobre *Cydonia oblonga* sólo se tiene referencia del trabajo de CHOLAKHAN & al. (1975), quienes estudian la ultraestructura de los granos de polen fértiles y estériles. BYATT & al. (1977) estudiaron la fertilidad del polen, tamaño y caracteres de la exina de tres espe-

cies naturales de *Mespilus* y *Crataegus*, así como de un híbrido sexual (x *Crataemespilus*) y cuatro híbridos por injerto. Otros autores han estudiado algunas de las especies objeto de este estudio como parte de trabajos más amplios sobre Rosaceae, como *Eriobotrya japonica* (MATEU & al., 1987; KATIYAR, 1980), *Pyrus communis* (WESTWOOD & CHALLICE, 1978; KATIYAR, 1980), *Prunus avium* (KOCON & MUSZYNSKI(1982), o *Prunus domestica* (HEBDA & al., 1991). Por último, PACINI & FRANCHI (1982) hacen mención a la germinación del polen dentro de la antera en algunas especies no cleistógamas, entre ellas *Malus domestica* y *Prunus avium*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material polínico se obtuvo directamente en el campo, incluyéndose en ácido acético glacial. Las localidades, fechas de recolección y recolectores de las diferentes poblaciones estudiadas se indican en el Apéndice; además, y entre paréntesis, se indica el número de Palinoteca correspondiente. No ha sido posible la identificación de variedades.

El polen fue acetolizado por el método tradicional de ERDTMAN (1960). Para el microscopio óptico (MO), las muestras se montaron en glicerogelatina, y para cada una de ellas se efectuaron 30 medidas de los ejes polar (P) y ecuatorial (E), y 10-15 para el resto de los caracteres (grosor de la exina, relación sexina/nexina –medidas en mesocolpia–, endoaberturas y lado de la apocolpia). Las medidas se muestran en la Tabla 1, donde se indica la media y el rango de todas las muestras examinadas de cada taxón. Además se describen la polaridad y simetría, el sistema apertural, los contornos en visión ecuatorial (v.e.) y corte óptico meridiano (c.o.m.) y en visión polar (v.p.) y corte óptico ecuatorial (c.o.e.).

Para el estudio de la ornamentación, el polen, una vez deshidratado en la serie de alcoholes, se colocó en el portaobjetos del MEB, procediéndose posteriormente a su metalización con oro-paladio en un "Sputtering" marca Jeol modelo JFC-1.100. Las muestras se observaron en un MEB marca Jeol modelo JSM-T100 a 25 Kv.

La terminología utilizada es la recomendada por PUNT & al. (1994).

RESULTADOS

El polen de las especies estudiadas es 3-zonocolporado (zonocolporoidado) (Figs. 1-2, 4-6), a veces con 4 aberturas (Fig. 3) en *Crataegus azarolus*, *Eriobotrya japonica* (7670), *Malus domestica* (7563), *Prunus avium* (7556) y *P. persica* var. *nucipersica* (7558) y con 2 en *P. persica* (7687). Isopolar y radiosimétrico. Contorno circular o ligeramente elíptico en v.e. y c.o.m. (Figs.

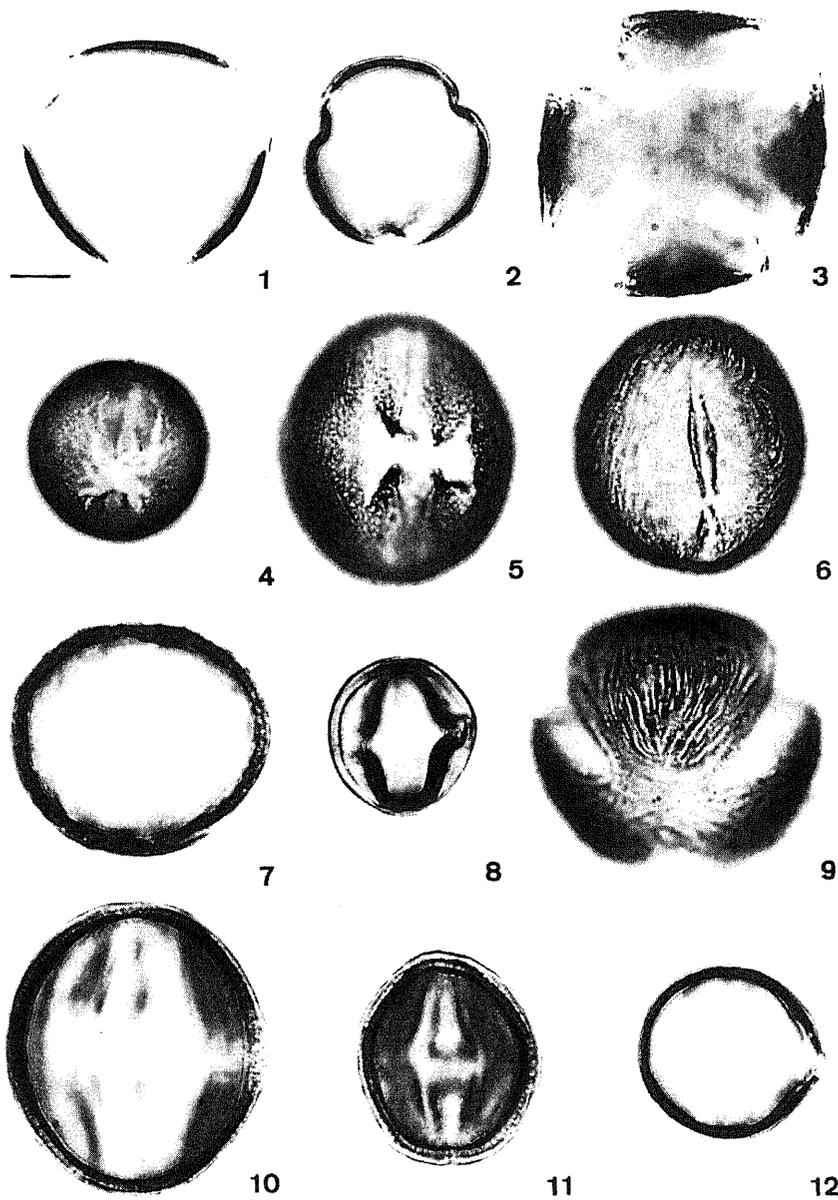
7-9) y circular-lobulado o circular-triangular angulaperturado en v.p. y c.o.e. (Figs. 1-2). Tamaño pequeño o mediano, $P \times E = 21-48 \times 18-45 \mu\text{m}$. En *Prunus domestica* se han encontrado dos tipos de polen diferentes: Tipo I y Tipo II. El Tipo I lo presentan las poblaciones 7167 y 7554, con polen de mayor tamaño ($P = 32$ (36.5) $43 \mu\text{m}$), y el Tipo II lo presentan las restantes poblaciones, con polen más pequeño ($P = 21$ (26.5) $35 \mu\text{m}$). Además, se han observado dos tamaños de polen diferentes (A y B), dentro del Tipo II (con valores medios de c. $29 \mu\text{m}$ y c. $24 \mu\text{m}$ respectivamente). Esta variabilidad intrapoblacional se ha observado también en *Cydonia oblonga* (7562), *Prunus avium* (7561) y *Prunus dulcis* (7675) que igualmente se indican en la Cuadro 1 como A y B. Desde suboblado a prolado, $P/E = 0.82-1.53$ (ver Cuadro 1). Ectoaberturas de tipo colpo, terminales y estrechas; endoaberturas generalmente mal definidas y en forma de H o irregulares (Figs. 4-6). Exina de $1-3 \mu\text{m}$ de grosor, con sexina y nexina aproximadamente del mismo grosor; a veces se forman costillas y vertíbulos; tectum completo e infractum columelado, con las colmuelas visibles al MO. Superficie en general finamente estriada (Figs. 12, 14, 20), a veces rugulada (Figs. 10-11, 13, 19) o rugulado-estriada. En los dos tipos de *P. domestica* la ornamentación es claramente diferente: fuertemente rugulada en el Tipo I, y finamente estriada en el Tipo II.

DISCUSIÓN

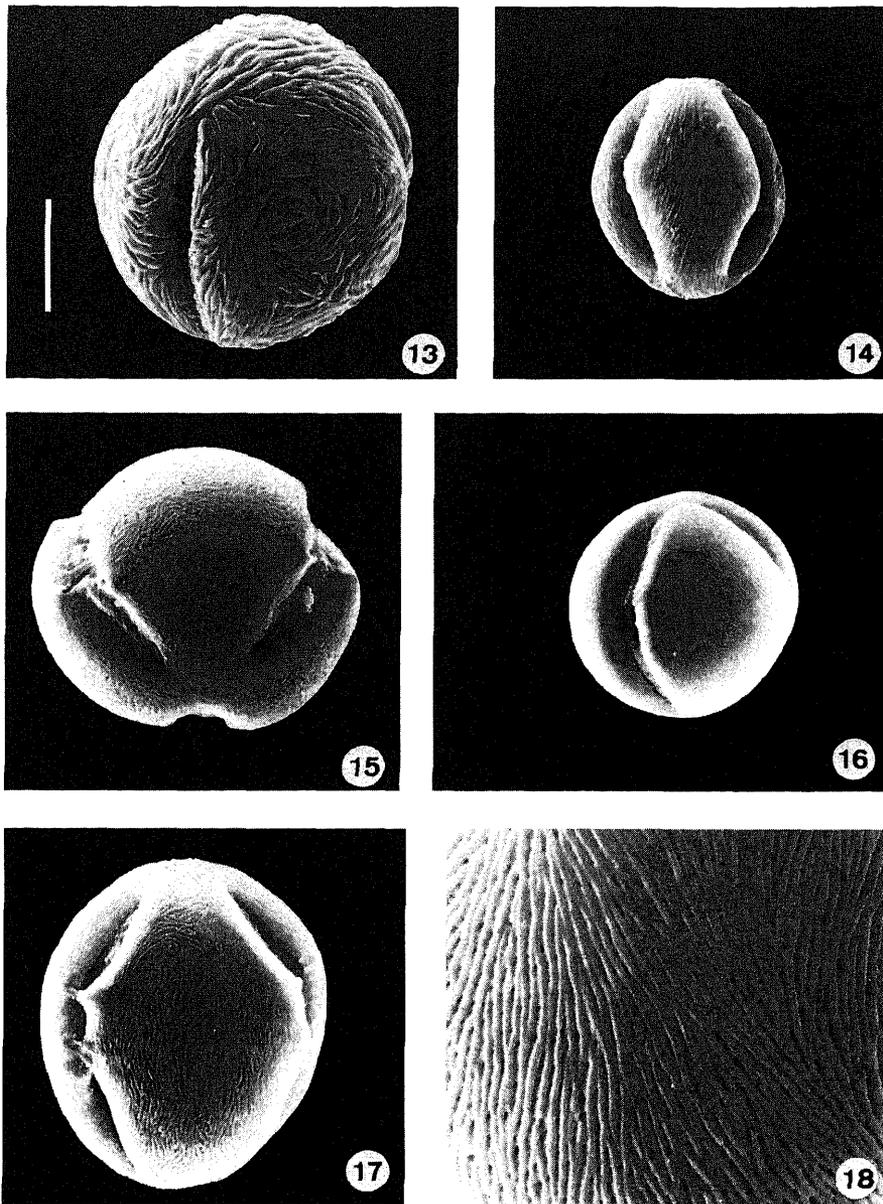
Todos los taxones estudiados dispersan el polen en monadas, no habiéndose observado ninguna tendencia a la agregación, como ocurre por ejemplo en *Sorbus* (ERDTMAN, 1966).

Generalmente la familia *Rosaceae* se considera estenopolínica (HEBDA & al., 1988; HEBDA & CHINNAPPA, 1990), como ha resultado en las especies estudiadas, con polen 3-zonocolporado (colporoidado), endoaberturas en general muy variables e irregulares, y en general mal definidas, un tamaño mediano, a veces con diferencias apreciables dentro de una misma población, y ornamentación en general estriada, rugulada o rugulado-estriada. BYATT (1976) observó una gran variabilidad en la ornamentación del polen de *Crataegus* estudiando distintas poblaciones.

Como se observa en los resultados comentados anteriormente, no es posible la separación de los distintos géneros de *Rosaceae* estudiados, aunque curiosamente algunas poblaciones de *Prunus domestica* (posiblemente variedades diferentes, con polen Tipo I) muestran mayor diferencia con las restantes poblaciones de esta especie (con polen Tipo II), que éstas últimas con las especies de *Crataegus*, *Cydonia*, *Eriobotrya*, *Malus*, *Pyrus* y demás especies de *Prunus* estudiadas.



Figs. 1-12. 1, *Cydonia oblonga*, visión polar en c.o.e. 2, *Eriobotrya japonica*, visión polar en c.o.e. 3, *Prunus domestica* var. *nucipersica*, visión polar en c.o.e., 4, *Eriobotrya japonica*, endoabertura. 5, *Prunus dulcis*, endoabertura. 6, *P. domestica*, abertura. 7, *P. domestica* (Tipo I), visión ecuatorial en c.o.m. 8, *P. domestica* (Tipo II), visión ecuatorial en c.o.m. 9, *P. domestica* (Tipo I), superficie. 10, *Prunus dulcis* (A), visión ecuatorial en c.o.m. 11, *Prunus dulcis* (B), visión ecuatorial en c.o.m. 12, *Eriobotrya japonica*, visión ecuatorial en c.o.m. de perfil. Escala: 10 μ m.



Figs. 13-18. 13, *Prunus domestica* (Tipo I), visión ecuatorial. 14, *Prunus domestica* (Tipo II), visión ecuatorial. 15, *Crataegus azarolus*, visión ecuatorial. 16, *Cydonia oblonga*, visión ecuatorial. 17, *Prunus persica* var. *nucipersica*, visión ecuatorial. 18, *Pyrus communis*, detalle de la ornamentación en la mesocolpia. Escalas: Figs. 13-17 = 15.5 μm ; Fig. 18 = 5 μm .

	NA	P	E	P/E	Exina	Endoaberturas L x A	Superficie (MO)
<i>Crataegus azarolus</i>	3 (-4)	31 (36) 41	27 (34,33)38	0.92 (1.05) 1.23	2-3	L = 15-18 En general mal definidas y en forma de H	Finamente rugulada
<i>Cydonia oblonga</i>	3	A = 34 (37.13) 42 B = 29 (31.43) 35	27 (34.40) 39 23 (26.13) 29	0.89 (1.08) 1.30 1.07 (1.20) 1.31	c. 2	L = 12-17 En general mal definidas y en forma de H	Finamente estriada
<i>Eriobotrya japonica</i>	3 (-4)	24 (28.28) 33	18 (25.12) 29	0.96 (1.13) 1.50	c. 2	2-3 x 9 ó 13 x 12 En general mal definidas	Finamente estriada
<i>Malus domestica</i>	3 (-4)	21 (29.09) 35	19 (25.83) 30	0.92 (1.13) 1.46	1.5-2	L = 5-6 En general mal definidas	Finamente estriada
<i>Prunus avium</i>	3 (-4)	A = 36 (38.62) 44 B = 27 (33.97) 35	29 (33.22) 45 24 (31.60) 37	0.82 (1.17) 1.37 0.85 (1.02) 1.27	(1-1.5) 2	L = 8-10 En general en forma de H	Finamente estriada
<i>P. domestica</i> (Tipo I)	3	32 (36.5) 43	27 (34.86) 40	09 (1) 1.53	(1-1.5) 2	3-5 x 10-11 En general mal definidas	Fuertemente rugulada
<i>P. domestica</i> (Tipo II)	(-2) 3	A = 24 (29.03) 35 B = 21 (24.02) 28	22 (28.16) 36 20 (23.32) 29	0.87 (1.03) 1.29 0.88 (1.03) 1.15	(1-1.5) 2	Mal definidas	Finamente estriada
<i>P. dulcis</i>	3	A = 37 (42.55) 48 B = 30 (34.07) 36	29 (37.00) 44 28 (30.07) 32	0.95 (1.16) 1.43 1.03 (1.13) 1.25	2-3	Mal definidas	Finamente estriada
<i>P. persica</i>	3	32 (39.14) 46	25 (35.35) 43	0.97 (1.12) 1.36	(1-1.5) 2	En general en forma de H y mal definidas	Finamente estriada
<i>P. persica nucipersica</i>	3 (-4)	31 (39.48) 46	25 (34.50) 39	0.97 (1.15) 1.41	c. 2	L = 5-7 En general mal definidas	Rugulado-estriada
<i>Pyrus communis</i>	3	A = 30 (33.97) 39 B = 23 (26.52) 30	24 (30.88) 36 19 (23.32) 29	1 (1.10) 1.29 0.89 (1.15) 1.38	c. 2	Mal definidas	Finamente estriada

Cuadro 1. Valores medios y rangos encontrados de las medidas (μm) de los ejes polar (P) y ecuatorial (E), grosor de la exina, amplitud de las endoaberturas (longitud x anchura). NA (número de aberturas).

De todos los caracteres estudiados, los únicos que permiten una cierta diferenciación son el tamaño del polen y la ornamentación. Concretamente, EIDE (1981), en su clave polínica del polen de *Rosaceae* del noroeste de Europa, destacó la ornamentación como el carácter más significativo para diferenciar el polen de esta familia.

Por el tamaño del polen se pueden observar tres grupos de especies diferentes:

1. *Crataegus azarolus*, *Cydonia oblonga* (A), *Prunus avium* (A), *Prunus domestica* (Tipo I), *Prunus dulcis* (A), *P. persica* y *P. persica* var. *nucipersica*, con las mayores dimensiones (valores medios de más de 35 μm).
2. *Cydonia oblonga* (B), *Prunus avium* (B) y *Pyrus communis* (A), con dimensiones intermedias (valores medios de 30-33 μm).
3. *Eriobotrya japonica*, *Malus domestica*, *Prunus domestica* (Tipo II, A y B), *Pyrus communis* (B), con las menores dimensiones (valores medios de P de menos de 30 μm).

Igualmente, por la ornamentación se pueden separar distintos tipos:

1. Finamente estriada, el modelo predominante, que presentan *Cydonia oblonga*, *Eriobotrya japonica*, *Malus domestica*, *Prunus avium*, *Prunus domestica* (Tipo II), *Prunus dulcis* y *P. persica*.
2. Finamente rugulada, presente en *Crataegus azarolus*.
3. Fuertemente rugulada, presente en *Prunus domestica* (Tipo I).
4. Rugulado-estriada, presente en *P. persica* var. *nucipersica*.

En general, los resultados obtenidos coinciden con los de los autores que han estudiado previamente algunas de las especies que se incluyen en este estudio, excepto en las dimensiones, mucho más pequeñas, en *Prunus persica* y *P. domestica* que DEL BAÑO (1984) encontró en poblaciones murcianas, o mayores en *P. avium* que KOCON & MUSZYNSKI (1982) mencionan al estudiar la especie silvestre (con dimensiones similares a las encontradas en este estudio) y una cultivada, que llega a superar los 50 μm .

La utilidad de la morfología del polen en la diferenciación de distintas variedades o clones, sobre todo en especies de *Malus*, *Prunus* y *Pyrus*, puesta de manifiesto anteriormente por autores como FOGLE (1977a, 1977b), MARTENS & FRETZ (1980), MULAS & al. (1988) o CURRIE & al. (1997), no ha sido posible en este estudio, ya que rara vez se contó con la ayuda de los agricultores. En cualquier caso, aunque sería interesante llevar a cabo nuevos estudios sobre distintas variedades y/o cultivares, sería extraño encontrar diferencias a estos

niveles, cuando difícilmente pueden separarse los distintos géneros de Rosaceae por la morfología de su polen.

Por último, las especies estudiadas se incluirían dentro del Tipo *Prunus spinosa* en el Atlas Polínico de Andalucía Occidental (VALDÉS & al., 1987).

APÉNDICE

Crataegus azarolus L.

Sevilla: Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7553).
Cydonia oblonga Mill.

Badajoz: Cabeza de Vaca, 22.IV.1991, *Mejías* (7279). **Córdoba:** Villaharta, 6.IV.1992, *Fernández & Juan* (7562).

Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.

Sevilla: Cortijo de Cuarto, 28.XI.1991, *Tovar* (7391). Sevilla, 27.XI.1991, *Luque* (7681). Ídem, 11.XII.1990, *Luque* (7670).

Malus domestica Borkh.

Córdoba: Palma del Río, 6.V.1993, *Díez & Luque* (7684). **Huelva:** Lepe, 4.III.1993, *Díez & Luque* (7681). **Sevilla:** Cortijo de Cuarto, 9.IV.1992, *Luque* (7563).

Prunus avium L.

Sevilla: Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7556). Sevilla, 1.IV.1992, *Luque* (7561).

Prunus domestica L.

Huelva: Lepe, 4.III.1993, *Díez & Luque* (7680). **Sevilla:** Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7554). Carretera de Mairena del Alcor a Brenes, 26.III.1993, *Díez & Luque* (7686, 7687, 7688, 7689, 7690, 7691, 7692, 7721, 7722, 7723). El Gordillo, 15.III.1991, *Díez & Mejías* (7167)

Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb

Huelva: Bonares, 15.I.1993, *Díez & Luque* (7672). Lepe, 15.I.1993, *Díez & Luque* (7671). **Sevilla:** Cazalla de la Sierra, 22.I.1992, *Del Río* (7551). Carretera de Brenes, 4.II.1992, *Hidalgo* (7674).

Prunus persica (L.) Batsch.

Huelva: Lepe, 4.III.1993, *Díez & Luque* (7678). **Sevilla:** Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7555). Carretera Mairena del Alcor a Brenes, 29.I.1993, *Díez & Luque* (7673). Carretera Mairena del Alcor a Brenes, 26.II.1993, *Díez & Luque* (7676). El Gordillo, 15.III.1991, *Díez & Mejías* (7273).

Prunus persica (L.) Batsch. var. *nucipersica* Schneider

Sevilla: Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7558).

Carretera de Mairena del Alcor a Brenes, 26.II.1993, *Díez & Luque* (7677). El Gordillo, 15.III.1991, *Díez & Luque* (7272).

Pyrus communis L.

Sevilla: Carretera Coria del Río a Palomares, 15.III.1992, *Hidalgo* (7557).

Cortijo de Cuarto, 9.IV.1992, *Luque* (7565). El Gordillo, 15.III.1991, *Díez & Mejías* (7274).

BIBLIOGRAFÍA

- ANUARIO ESTADÍSTICO DE ANDALUCÍA (2000) *Instituto de Estadística de Andalucía (IEA)*. Junta de Andalucía. Sevilla.
- BYATT, J. I. (1976) Pollen morphology of some European species of *Crataegus* L. and *Mespilus germanica* L. (Rosaceae). *Pollen et Spores* **18**: 335-349.
- , I. K. FERGUSON & B. G. MURRAY (1977) Intergeneric hybrids between *Crataegus* L. and *Mespilus* L.: a fresh look at an old problem. *Bot. J. Linn. Soc.* **74**: 329-343.
- CANAU, P. & L. G. ROMANOS (1987) Rosaceae. In VALDÉS, B., M. J. DÍEZ & I. FERNÁNDEZ (eds.). *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional y Excma. Diputación de Cádiz. Sevilla.
- CHOLAKHAN, D. P., S. A. SARKISYAN & L. K. ABRAMYAN (1975) Etude de la l'ustrastucture des grains de pollen fertiles ou steriles chez *Cydonia oblonga* Mill. *Bot. Zhurn. Arm.* **28(11)**: 55-60.
- CRANE, E. (1979) The flowers honey comes from. In E. CRANE (ed.). *Honey. A comprehensive survey*. pp. 3-76. Heinemann. London.
- CURRIE, A. J., D. A. NOITON, G. S. LAWES & D. BAILEY (1997) Preliminary results of differentiating apple sports by pollen ultrastructure. *Euphytica* **98**: 155-161.
- DAMBLON, F. (1988) Caractérisation botanique, écologique et géographique des miels du Maroc. *Inst. Fr. Pondichery. Trav. Sec. Sci. Tech.* **25**: 309-329.
- DEL BAÑO, F. (1984) Estudio palinológico sobre cinco especies frutales del género *Prunus* de la región murciana. *Anal. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* **1**: 59-69.
- EIDE, F. (1981) Key for northwestern European Rosaceae pollen. *Grana* **20**: 101-108.
- ERDTMAN, G. (1960) The acetolysis method. A revised description. *Sven. Bot. Tidskr.* **54**: 561-564.
- (1966) *Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. (with Addendum)*. Hafner Publ. Co., New York.
- FABGRI, K. & J. IVERSEN (1975) *Textbook of pollen analysis*. Hafner Press, New York.
- FOGLE, H. W. (1977a) Identification of the fruit species by pollen structure. *J. Amer. Soc. For Hort. Sci.* **102(5)**: 548-551.
- (1977b) Identification of clones within four trees fruit species by pollen exine patterns. *J. Amer. Soc. For Hort. Sci.* **102(5)**: 552-560.
- HEBDA, R. J. & C. C. CHINNAPPA (1990) Studies on pollen morphology of Rosaceae in Canada. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **64**: 103-108.
- , C. C. CHINNAPPA & B. M. SMITH (1988) Pollen morphology of the Rosaceae of Western Canada. I. Agrimonia to *Crataegus*. *Grana* **27**: 95-113.

- , C. C. CHINNAPPA & B. M. SMITH (1991) Pollen morphology of the Rosaceae of western Canada. IV. Luetkea, Oemleria, Physocarpus, Prunus. *Can. J. Bot.* **69**: 2583-2596.
- KATIYAR, K. (1980) On the pollen morphology in relation to the taxonomic position of the unknown tribe of Rosaceae. *J. Palynol.* **16**: 63-69.
- KOCON, J. & S. MUSZYNSKI (1982) Ultrastructure of pollen grain sculpturing in several species of the Rosaceae family. *Acta Soc. Bot. Poloniae* **51**: 341-344.
- MARINVAL, P. & J. RENAULT-MISKOVSKY (1984) Dossier "Archeobotanique". 1ère partie: les différentes disciplines mises en Jeu. Introduction. *Nouvelles de l'Archéologie* **18**: 7-8.
- MARTENS, J. & T. A. FRETZ (1980) Identification of eight crabapples by pollen surface sculpture. *J. Amer. Soc. For Hort. Sci.* **105**(2): 257-263.
- MATEU, I., A. AGUILELLA & J. M. AZCÁRRAGA (1987) Pólenes del Jardín Botánico de Valencia; I. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* **3**: 73-90.
- MULAS, M., G. D'HALLEVIN & G. NIEDDU (1988) Pollen ultrastructure of twenty almond cultivars. *Adv. Hort. Sc.* **2**: 88-95.
- ORTEGA, J. L. (1986) Flora de interés apícola de la España Peninsular. *Actas II Congr. Nac. Apic.* (Gijón, 1984): 156-171.
- PACINI, E. & G. G. FRANCHI (1982) Germination of pollen inside anthers in some non-cleistogamous species. *Caryologia* **35**(2): 205-215.
- PUNT, W., S. BLACKMORE, S. NILSSON & A. LE THOMAS (1994) *Glossary of pollen and spores terminology*. Lab. Palaeobot. Palynol., Utrecht, LPP Found. Contrib. Ser. 1.
- REITSMA, T. J. (1966) Pollen morphology of some European Rosaceae. *Acta Bot. Neerland.* **15**: 290-307.
- SINGHAL, V. K., B. S. GILL & S. S. BIR (1985) Cytopalynology of woody species of Polypetalae. *J. Palynol.* **21**: 56-67.
- VALDÉS, B., M. J. DÍEZ & I. FERNÁNDEZ (1987) *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla y Excma. Diputación de Cádiz. Sevilla.
- WESTWOOD, M. N. & J. S. CHALLICE (1978) Morphology and surface topography of pollen and anthers of Pyrus species. *J. Amer. Soc. For Hort. Sci.* **103**(1): 28-37.