

## MORFOLOGÍA POLÍNICA DE FRUTALES TROPICALES O SUBTROPICALES CULTIVADOS EN ANDALUCÍA OCCIDENTAL

Andrés, C.; Terrab, A. & Díez, M.J.\*

\* Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo. 1095, 41080-Sevilla, Spain.

(Manuscrito recibido el 17 de Agosto de 2001, aceptado el 15 de Febrero de 2002)

RESUMEN: En el presente trabajo, y con la ayuda de los microscopios óptico y electrónico de barrido, se estudia la morfología polínica de siete especies de frutales tropicales o subtropicales que se cultivan en Andalucía Occidental: *Annona cherimola* Mill., *Diospyros kaki* L. fil., *Feijoa sellowiana* Berg., *Litchi chinensis* Sonn., *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, *Manguifera indica* L. y *Persea americana* Mill. Se describe por primera vez el sistema apertural de *Annona cherimola*, monocatasulado, extremadamente raro en Angiospermas y asociado a polen dispersado en tetraedro. Sólo una de las especies que se describen se puede incluir en los tipos polínicos descritos en el Atlas Polínico de Andalucía Occidental mientras que otras seis constituirían unos nuevos.

PALABRAS CLAVE: Polen, catasulado, *Annona*, *Diospyros*, *Feijoa*, *Litchi*, *Macadamia*, *Manguifera*, *Persea*.

SUMMARY: In this paper, with the light and scanning electron microscopy, the pollen morphology of seven tropical and subtropical fruit cultivated species growing in Andalucía Occidental is studied: *Annona cherimola* Mill., *Diospyros kaki* L. fil., *Feijoa sellowiana* Berg., *Litchi chinensis* Sonn., *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche, *Manguifera indica* L. and *Persea americana* Mill. *Annona cherimola* apertural system is described by the first time, monocataleulate, extremely rare and always with tetrad associated in Angiosperms. Only one species can be included in the types described in the *Atlas Polínico of Andalucía Occidental*, while the others are news.

KEY WORDS: Pollen, catasulate, *Annona*, *Diospyros*, *Feijoa*, *Litchi*, *Macadamia*, *Manguifera*, *Persea*.

### INTRODUCCIÓN

Andalucía es prácticamente la única región de la UE, donde se cultivan frutales de origen tropical o subtropical (ATLAS AGRARIO Y PERQUERO DE ANDALUCÍA, 1992). De todos ellos, el chirimoyo, con cerca de 3.046 Ha, es el que ocupa una mayor superficie de explotación, siendo en la actualidad España el primer país productor a nivel mundial (CABEZAS, 1998). Aun-

que la producción se centra en la provincia de Granada (66%), las provincias de Cádiz y Huelva también albergan este tipo de cultivos.

En los últimos años, otros cultivos como el mango y el caqui, van abriéndose paso en el mercado y progresivamente aumentan sus superficies de producción, al igual que el resto de las especies objeto de este estudio (CABEZAS, 1998).

En este trabajo se estudia la morfología polínica de *Annona cherimola* Mill. (chirimoyo, Annonaceae) originario de los Andes peruanos, aunque en la actualidad se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo; *Diospyros kaki* L. fil. (caqui o palosanto, Ebenaceae) originario de China y Japón; *Feijoa sellowiana* Berg. (guayabo de Brasil, Myrtaceae) especie nativa de Brasil, Uruguay, Paraguay y Argentina; *Litchi chinensis* Sonn. (litchi o avellana de China, Sapindaceae), *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche (nuez de Macadamia, Proteaceae) especie procedente de Australia y Hawái; *Mangifera indica* L. (mango, Ebenaceae) procedente del sudeste asiático y *Persea americana* Mill. (aguacate, Lauraceae) originaria de América Central.

Con los resultados obtenidos se pretende ampliar el contenido del Atlas Polínico de Andalucía Occidental, realizar nuevas aportaciones polínicas de las familias objeto de estudio, y una mejor identificación del polen que puede aparecer en las mieles que se producen en la región, dado que parte de las especies mencionadas anteriormente se describen como melíferas (CRANE, 1979). Concretamente *Annona cherimola*, produce mieles monoflorales en Andalucía Oriental y polen de *Diospyros kaki* se ha encontrado en algunas mieles andaluzas aunque en muy baja frecuencia (observación personal).

Aunque son relativamente frecuentes los estudios sobre polen de algunas de las siete especies estudiadas, pocos describen en detalle los aspectos morfológicos, destacando los realizados en *Mangifera indica* (MUKHERJEE, 1951; 1969; BANZAI & RANJHAWA, 1965; MONDAL et al., 1982; SAA et al., 1997). Como es lógico, al tratarse de especies con un interés comercial, en general se estudian más otros aspectos relacionados con la reproduc-

ción, como la relación polen-receptividad estigmática estudiada en *Macadamia integrifolia* por SEDGLEY et al. (1985), el estudio del desarrollo del polen o microsporangénesis en *Litchi chinensis* llevado a cabo de SING & SUDAM (1977), el cultivo de polen *Feijoa sellowiana* para la obtención de plantas haploides, etc., o bien se incluyen en un estudio muy amplio en el que se detallan pocos aspectos morfológicos, como los efectuados por SOWUNMI (1974) en plantas nigerianas; AYALA-NIETO & LUDLAW-WIECHERS (1983) en la flora de Veracruz; CHEN (1986) en frutales de Formosa; LIEUX (1984) en árboles y arbustos de algunos estados americanos, o CHAUBAN & BERG (1990) en plantas tropicales de bosques caducos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Las especies estudiadas proceden de las localidades que se indican en el Apéndice, donde se refleja además la fecha de recolección, recolectores y el número en registro de la Palinoteca del Departamento de Biología Vegetal y Ecología de la Universidad de Sevilla.

El polen fue acetolizado por el método tradicional de ERDTMAN (1960), pero en el caso de *Annona cherimola* la proporción anhídrido acético/ácido sulfúrico fue de 18:1 y *Persea americana* fue estudiada siguiendo el método de la glicerogelatina de WODEHOUSE (1935), ya que su polen no resiste la acetólisis (WALKER, 1976; HESSE & KUBITZKI, 1983).

Con la ayuda del microscopio óptico (MO), y para cada muestra, se efectuaron 30 medidas de los ejes polar (P) y ecuatorial (E), y 10 para el resto de los caracteres (grosor de la exina, relación sexina/nexina—medidas en mesocolpia o mesoporia—y endoaberturas). Además se describen la polaridad y sime-

tría, 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 o a 25 Kv o. La muestra de *Persea americana* fue secada previamente mediante punto crítico (NEMANIC, 1972) en un Blazer-Union CPD 010 y usando acetona al 100% como líquido de intercambio. En general, la terminología utilizada es la recomendada por PUNT *et al.* (1994), castellanzada en su mayor parte por SÁENZ (1978); para la polaridad y la simetría se ha seguido a FERNÁNDEZ & DíEZ (1990).

## RESULTADOS

*Annona cherinola* Mill. (Annonaceae) (Figs 1-5)

Polen 1-catasulcado, que dispersa su polen en monada, a veces en diada o tetrada. Heteropolar y heterobisimétrico. Planoconvexo en v.e. y c.o.m. y más o menos elíptico en v.p. y c.o.e. Oblado, P/E = 0.54-0.75. Tamaño grande,  $P \times E_1 \times E_2 = 35-37 \times 58-65 \times 41-52 \mu\text{m}$ . Exina de 2-2.5  $\mu\text{m}$  de grosor en el polo distal, con la sexina más gruesa que la nexina, el tectum perforado y el infratectum columelar (es el estrato más amplio de la exina). La ornamentación muestra un modelo crotonoide, en el que las perforaciones varían en su contorno (redondeado o alargado), y en tamaño, pero siempre son menores de 1  $\mu\text{m}$ .

REFERENCIAS: WALKER (1971, 1972, 1974); LE THOMAS *et al.* (1986); LE THOMAS & THANIKAIMONI (1987); LE THOMAS (1988).

*Diospyros kaki* L. fil. (Ebenaceae) (Figs 6-11)

Polen 3-zonocolporado. Isopolar y radiosimétrico. Contorno circular en v.e. y c.o.m. y circular-subtriangular-angulaperturado en v.p. y c.o.e. De suboblado a subprolato, P/E = 0.87-1.16. Tamaño mediano o grande,  $P \times E = 42-54 \times 43-53 \mu\text{m}$ . Ectoaberturas de tipo colpo, terminales, con membrana apertural granulada; endoaberturas lalongadas, de contorno elíptico-rectangular, de 4-5  $\times$  10-14  $\mu\text{m}$ . Exina de 2-3  $\mu\text{m}$  de grosor, con la sexina más gruesa que la nexina e infratectum sin columelas visibles al MO; con fastigium. Ornamentación psilada.

REFERENCIAS: BONNEFILLE & RIOLLET (1980); AYALA-NIETO & LUDLAW-WIECHERS (1983); LIEUX (1984).

*Feijoa sellowiana* Berg. (Myrtaceae) (Figs 12-15)

Polen 3-zonocolporado. Isopolar y radiosimétrico. Contorno elíptico o rectangular-elíptico en v.e. y c.o.m. y triangular-angulaperturado en v.p. y c.o.e. Oblado, P/E = 0.57-0.70. Tamaño pequeño,  $P \times E = 12-14 \times 19-22 \mu\text{m}$ . Ectoaberturas de tipo colpo, terminales y fusionadas en ambos polos, aunque permanecen restos de la apocolpia a modo de islas, y membrana apertural con escasos gránulos; endoaberturas lalongadas, elípticas o rectangular-elípticas, de 1  $\times$  5-7  $\mu\text{m}$ . Exina de 1-1.5  $\mu\text{m}$  de grosor, con sexina y nexina más o menos del mismo grosor e infratectum sin columelas visibles al MO. Ornamentación granulada-rugulada y perforada, más marcada hacia las apocolpias y en los restos de éstas, y psilado-perforada bordeando las aberturas.

REFERENCIAS: GÁLVEZ & UBERA (1985), PINO & DíEZ (1993), SAA *et al.* (1997).

*Lüchi chinensis* Sonn. (Sapindaceae) (Figs 16-20)

Polen 3-zonocolporado (colporoidado). Isopolar y radiosimétrico. Contorno circular o ligeramente elíptico en v.e. y c.o.m. y trian-

gular-angulaperturado en v.p. y c.o.e. Oblado esferoidal, P/E = 0.86-1. Tamaño pequeño, P x E = 18-25 x 20-25  $\mu$ m. Ectoaberturas de tipo colpo, terminales, con membrana apertural granulada; endoaberturas contenidas en las ectoaberturas, por lo que los márgenes en general son difusos. Exina de 1.5-2  $\mu$ m de grosor, con sexina tan gruesa como la nexina e infratectum sin columelas visibles al MO. Ornamentación estriada.

REFERENCIAS: KUPRIANOVA (1966); MULLER & LEENHOUTS (1976); VAN DERBERG (1978).

*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche (Proteaceae) (Figs 21-25)

Polen 3-zonoporado. Isopolar y radiosimétrico. Contorno subelíptico en v.e. y c.o.m. y triangular-angulaperturado en v.p. y c.o.e.. Peroblado u oblado, P/E = 0.46-0.53. Tamaño mediano, P x E = 15-19 x 31-37  $\mu$ m. Aberturas de tipo poro, lalongadas, de contorno ligeramente elíptico, de 3-4 x 4-5  $\mu$ m. Exina de 1-1.5  $\mu$ m de grosor, con sexina tan gruesa como la nexina e infratectum sin columelas visibles al MO. Ornamentación ligeramente rugulada y perforada en todo el grano de polen.

REFERENCIAS: ERDTMAN (1952); STRAKA (1966); MEMON (1985).

*Manguifera indica* L. (Ebenaceae) (Figs 26-34)

Polen 3-(4)-zonocolporado. Isopolar y radiosimétrico. Contorno casi circular en v.e. y c.o.m. y subtriangular o subcuadrangular-angulaperturado en v.p. y c.o.e.. Oblado-esferoidal, P/E = 0.91-1.09. Tamaño pequeño o mediano, P x E = 24-29 x 22-32  $\mu$ m. Ectoaberturas terminales, con márgenes subdifusos e inviduales de endoabertura al formar un fastigium; endoaberturas contenidas en las ectoaberturas, por lo que los márgenes en general son difusos. Exina de 1.5-2  $\mu$ m de grosor en la mesocolpia con sexina y nexina del mismo grosor e infratectum

claramente columelado. Ornamentación rugulada-estriada.

REFERENCIAS: ERDTMAN (1952); MUKHERJEE (1951, 1969); BANZAI & RANDHAWA (1965); MONDAL *et al.* (1982).

*Persea americana* Mill. (Lauraceae) (Figs 35-37)

Polen inaperturado (omniaperturado). Apolar. Contorno circular. Tamaño mediano, D = 30-35  $\mu$ m. Exina de 3-4 (-5)  $\mu$ m de grosor, prácticamente de naturaleza endexinosa, con la sexina limitada a los reducidos elementos ornamentales, motivo por el que destruye con las técnicas acetolíticas. Ornamentación microequinulada.

REFERENCIAS: HUANG (1970); HESSE & KUBITZKI (1983); STONE (1987); SAA *et al.* (1997).

## DISCUSIÓN

Las siete especies estudiadas pertenecen a seis familias diferentes, ya que dos de ellas, *Diospyros kaki* y *Manguifera indica* pertenecen a la misma familia, Ebenaceae. Por ello, y como era de esperar, las siete especies presentan diferente morfología polínica, seis de ellas completamente diferentes, y tan solo una semejante a los tipos polínicos descritos en el Atlas Polínico de Andalucía Occidental (VALDÉS *et al.*, 1987). Los nuevos tipos polínicos corresponden a *Annona cherimola*, tanto si se consideran las tetradas como las monadas, con polen catasulcado; *Diospyros kaki*, con polen 3-zonocolporado, de más de 40  $\mu$ m, endoaberturas lalongadas, de 4-5 x 10-14  $\mu$ m, con fastigium, y superficie psilada; *Feijoa sellowiana*, que, aunque semejante al Tipo *Myrtus communis*, se puede diferenciar de él por el tamaño de las endoaberturas, la relación P/E y la ornamentación; *Litchi chinensis*, con polen 3-zonocolporado, de 18-25  $\mu$ m, con sexina y nexina

del mismo grosor, pero sin columelas apreciables al MO, y superficie claramente reticulada; *Macadamia integrifolia*, con polen 3-zonoporado, breviaxo, de 15-19 x 31-37  $\mu\text{m}$ , poros de 3-4 x 4-5  $\mu\text{m}$ , y superficie regulado-perforada; y *Persea americana*, que, aunque semejante a *Laurus nobilis*, se diferencia de él por el tamaño y grosor de la exina (30-35  $\mu\text{m}$  y 3-4(-5) en la primera y 40-46  $\mu\text{m}$  y 1-1.5  $\mu\text{m}$  en la segunda). Tan solo *Mangifera indica* se puede incluir en alguno de los tipos descritos en VALDÉS *et al.* (1987), concretamente en el Tipo *Lobelia urens*, con sistema apertural, tamaño y ornamentación similares.

Por otro lado, aunque la mayor parte de nuestras descripciones suelen coincidir básicamente con las que ofrecen los autores consultados, existen, sin embargo, un cierto número de especies, que se discuten a continuación, en las que no hemos encontrado referencia alguna sobre su morfología polínica, o bien si las hay, están referidas a otras especies del mismo género o se han realizado a nivel de género. En este sentido, el polen del género *Annona* ha sido ampliamente estudiado, pero no se han encontrado referencias a *Annona cherimola*. En cualquier caso, el polen catasulcado descrito en esta especie se correlaciona con polen que se dispersa en tetradas o políadas (WALKER, 1974; GUINET & LE THOMAS, 1990). Por otro lado, LE THOMAS (1981) describe en el polen monosulcado de Annonaceae un "adelgazamiento" en el polo distal, que en *Annona cherimola* no se ha observado, ni en las tetradas (Fig. 2), ni en las monadas (Fig. 1).

BONNEFILLE & RIOUET (1980) describieron el polen de *Diospyros scabra*, muy similar a *D. kaki*. AYALA-NIETO & LUDLOW-WIECHERS (1983) estudiaron cuatro especies de *Diospyros* reconociendo tres tipos polínicos; por el tipo de ornamentación *D.*

*kaki* es semejante a *D. campechiana* y *D. oaxacana*, pero presenta la exina más gruesa y las columelas no se aprecian al MO. LIEUX (1984) estudia *D. virginiana*, que difiere de *D. kaki* tan solo en el tamaño, algo mayor (59-65  $\mu\text{m}$ ).

El estudio más detallado sobre el polen de *Litchi* se debe a VAN DER BERG (1978), que estudia tres subespecies de *Litchi chinensis*, cuyos resultados coinciden con los obtenidos en este trabajo para las subespecies *chinensis* y *philippinensis*.

Los resultados obtenidos en *Mangifera indica* coinciden en general con los autores que se han ocupado previamente del estudio de esta especie, excepto en las endoaperturas, que MONDAL *et al.* (1982) describen como claramente alargadas, de 6 x 12  $\mu\text{m}$ .

STONE (1987) describió el polen de *Persea borbonia* (L.) Spreng., incluyéndolo en el mismo tipo que *Sassafras albidum* (Nutt.) Ners.; sus resultados son similares a los descritos en *P. americana*, aunque en este caso el polen resultó de tamaño algo menor, y con la exina más gruesa.

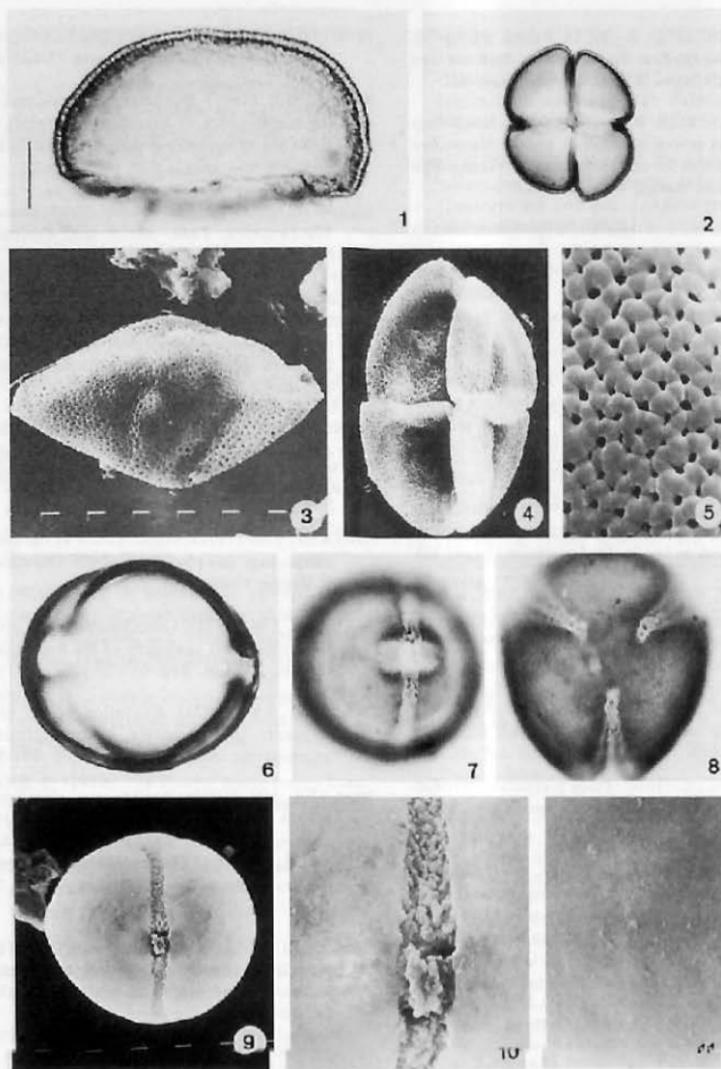
## APÉNDICE

- Annona cherimola* Mill. Huelva: Lepe, 30.VI.1993, Díez & Luque (7733).
- Persea americana* Mill. Sevilla: Camas, Arboreto de El Carambolo, 17.III.2000, Andrés & Díez (8973).
- Diospyros kaki* L. fil. Sevilla: Camas, Arboreto de El Carambolo, 11.V.1998, Díez (7701).
- Feijoa sellowiana* O. Berg. Huelva: Lepe, 7.V.1993, Hidalgo & Luque (7695).
- Macadamia integrifolia* Maiden & Betche. Huelva: Riotinto, 10.XI.1996, Díez (8972).
- Litchi chinensis* Sonn. Huelva: Lepe, 23.IV.1993, Díez & Luque (7694).
- Mangifera indica* L. Huelva: Lepe, 23.IV.1993, Díez & Luque (7693).

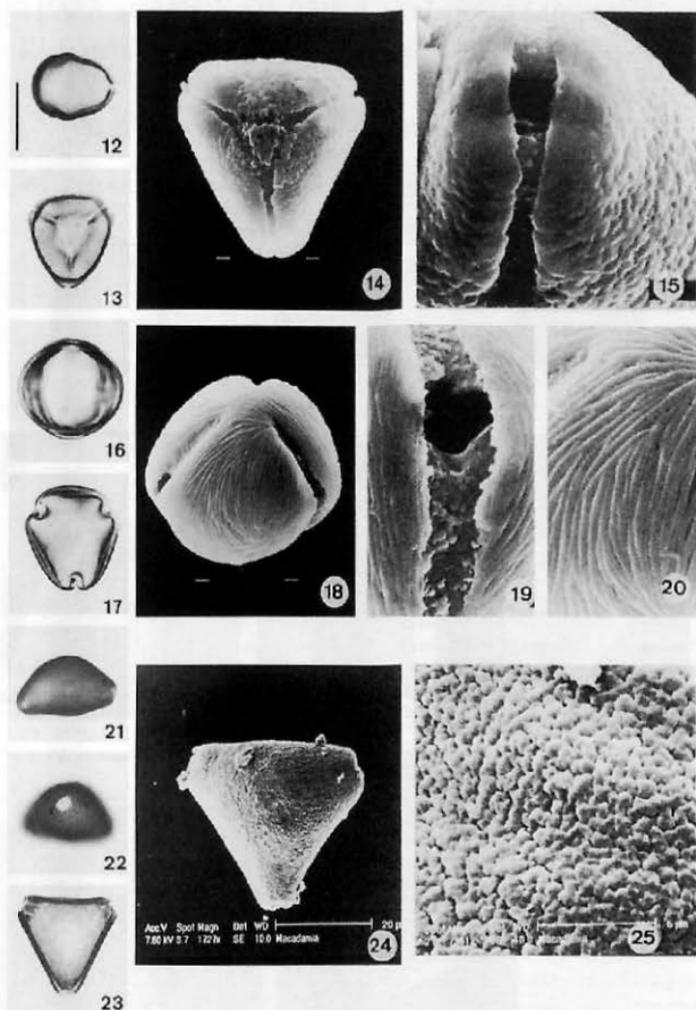
## BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS AGRARIO Y PESQUERO DE ANDALUCÍA (1992). Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- AYALA-NIETO, M.L. & LUDLAW-WIECHERS, B. (1983). Catálogo palinológico para la flora de Veracruz nº 13, Familia Ebenaceae. *Bioti*. 8:215-226.
- BANZAI, R.D. & RANDHAWA, G.S. (1965). Palynological studies in subtropical fruit trees. Mango (*Mangifera indica* L.). *Palynol. Bull. Lucknow* 1:36-43.
- BONNEFILLE, R. & RIOLLET, G. (1980). Pollen des savanes d'Afrique orientale. C.N.R.S. París.
- CABEZAS, F. (1998). Poda del chirimoyo en España. V. Jornadas Andaluzas de frutos tropicales. Congresos y Jornadas 47/98:49-62. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- CHAUBAN, M.S. & BERG, S.K. (1990). Pollen morphology of some important plants of tropical deciduous sal forest, District Sidhi, Madhya Pradesh. *Geophytology* 20(1):30-36.
- CHEN, S.H. (1986). Pollen morphology of Formosan cultivated plants I. *Fruit Plants. J. Taiwan Museum* 39(2):43-60.
- CRANE, E. (1979). The flowers honey comes from. In: E. CRANE (ed.) *Honey. A comprehensive survey*. Heinemann. London.
- ERDTMAN, G. (1952). *Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperm*. Almqvist & Wiksell, Stokholm.
- ERDTMAN, G. (1960). The acetolysis method. A revised description. *Sven. Bot. Tidskr.* 54:561-564.
- FERNÁNDEZ, I. & DÍEZ, M.J. (1990). Algunas consideraciones sobre terminología palinológica I, polaridad y simetría. *Lagascalia* 16(1):51-60.
- GÁLVEZ, C. & UBERA, J.L. (1985). Nuevas aportaciones al catálogo aeropalínológico de Córdoba: plantas exóticas. *An. Asoc. Palinol. Leng. Esp.* 2:215-225.
- GUINET, Ph. & LE THOMAS, A. (1990). Current knowledge and interpretation of the pollen characters in Annonaceae and Leguminosae, subfamily Mimosoideae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 64:109-127.
- HESSE, M. & KUBITZKI, K. (1983). The sporoderm ultrastructure in *Persea*, *Nectandra*, *Hernandia*, *Goumortegea* and some other Lauralean genera. *Pl. Syst. Evol.* 141: 299-311.
- HUANG (1970) Pollen grains of Formosan plants. *Taiwana* 15:73-179.
- KUPRIANOVA (1966). Apertures of pollen grains and their evolution in Angiosperms. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 3:73-80.
- LE THOMAS, A. (1981). Ultrastructural characters of the pollen grains of African Annonaceae and their significance for the phylogeny of primitive angiosperms. *Pollen et Spores* 22(3/4):267-342.
- LE THOMAS, A. (1988). Variations de la region aperturale dans le pollen des Annonacees. *Taxon* 37(3):644-656.
- LE THOMAS, A.; MORAWETZ, W. & WAHA, M. (1986). Pollen of paleo- and neotropical Annonaceae: definition of the aperture by morphological and functional characters. In: S. BLACKMORE & K. FERGUSON (eds). *Pollen and spores: form and function*. Linn. Soc. Symp. Ser. 12:375-388. Academic Press, London.
- LE THOMAS, A. & THANIKAIMONI, G. (1987). Variation de l'aperture des Annonacees: tendances palynologiques nouvelles. *Mém. Trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier* 17:333-353.
- LIEUX, M.H. (1984). An Atlas of pollen of trees, shrubs and woody vines of Louisiana and other Southeastern States. Part IV. Sapotaceae to Fabaceae. *Pollen et Spores* 24:331-368.
- MEMON, H.R. (1985). Implication of pollen surface pattern for species and generic-level classification in Proteaceae. *Pak. J. Bot.* 16:205-229.
- MONDAL, M.S.; MAHAPATRA, A.K. & MAHAPATRA, S. (1982). Pollen morphology in some species of *Mangifera* L. In relation to taxonomy. *J. Econ. Tax. Bot.* 3:365-372.

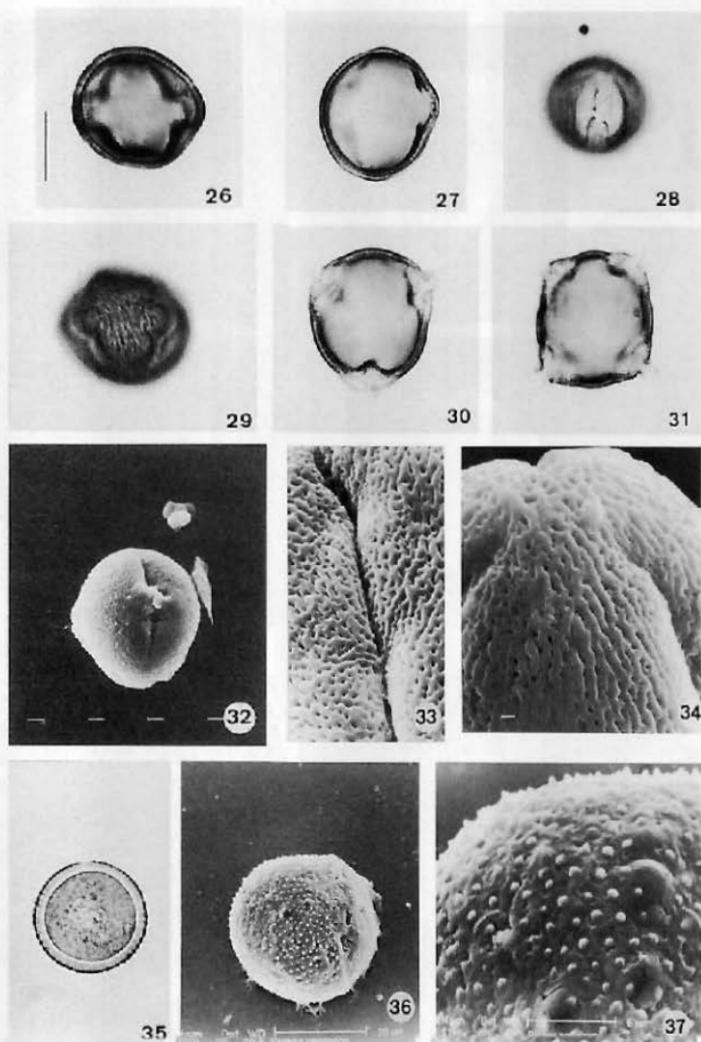
- MUKHERJEE, S. (1951). Pollen análisis in *Mangifera* in relation to fruti set and taxonomy. *J. Ind. Bot. Soc.* 30:49-55.
- MUKHERJEE, B.B. (1969). Pollen morphology in several varieties of mango (*Mangifera indica* L.) in Sen Memorial Volume. *Bot. Soc. Bengal édit.* 239-241.
- MULLER, J. & LEENHOUTS, P.W. (1976). A general survey of pollen types in Sapindaceae in relation to taxonomy. In: I.K. FERGUSON & J. MULLER (eds). *The evolutionary significance of the exine*. Linn. Soc. Symp, Ser. 1:407-445.
- NEMANIC, M.K. (1972). *Proceeding of the workshop on biological specimen preparation techniques for scanning electron microscopy*. Scanning Electron Microscopy (Part II). 297-304. Illinois.
- PINO, J.A. & DíEZ, M.J. (1993). Aportación a la palinología de plantas ornamentales de la ciudad de Sevilla. III. *Lagascalia* 17(1):87-103.
- PUNT, W.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S. & LE THOMAS, A. (1994). *Glossary of pollen and spores terminology*. Lab. Palaeobot. Palynol., Utrecht, LPP Found. Contr. Ser. 1:71 pp.
- SAA, M.P.; SUÁREZ-CERVERA, M. & GRACIA, V.R. (1997). *Atlas de polen de Galicia I*. Diputación de Ourense.
- SÁENZ, C. (1978). *Polen y esporas. Introducción a la palinología y vocabulario palinológico*. Ed. Blume. Madrid.
- SEDGLEY, M.; BLESING, M.A. & VITHANAGE, H.I.M.V. (1985). A developmental study of the structure and pollen receptivity of the *Macadamia* pistil in relation to protandry and self-incompatibility. *Bot. Gaz.* 146(1):6-14.
- SING, R.P. & SHIAM, R. (1977). Microsporogenesis in *Litchi chinensis* L. *Curr. Sci.* 26:613-615.
- SOWUNMI, M.A. (1974). Pollen grains of Nigerian Plants I. Woody species. *Grana* 13:145-186.
- STONE, D.E. (1987). Developmental evidence for the convergence of Sassafras (Laurales) and Heliconia (Zingiberales) pollen. *Grana* 26:179-191.
- STRAKA, H. (1966). *Palynologia Madagassica et Mascarenica*. Fam. 50-59 bis. *Pollen et Spores* 8(2):241-264.
- VALDÉS, B.; DíEZ, M.J. & FERNÁNDEZ, I. (1987). *Atlas Polínico de Andalucía Occidental*. Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Sevilla y Excmo. Diputación de Cádiz. Sevilla.
- VAN DER BERG, R.G. (1978). Pollen morphology of the genera *Pometia*, *Cubilia*, *Otonophelium* and *Litchi* (Sapindaceae-Nepheliaceae). *Blumea* 24:369-394.
- WALKER, J.W. (1971). Contributions to the pollen morphology and phylogeny of the Annonaceae. I. *Grana* 11:45-54.
- WALKER, J.W. (1972). Contribution to the pollen morphology and phylogeny of the Annonaceae. II. *Bot. J. Linn. Soc.* 65:173-178.
- WALKER, J.W. (1974). Evolution of the exine structure in the pollen of the primitive angiosperms. *Amer. J. Bot.* 61(8): 891-902.
- WALKER, J.W. (1976). Evolutionary significance of the exine in the pollen of primitive angiosperms. In: I.K. FERGUSON & J. MULLER (eds). *The evolutionary significance of the exine*. Linn. Soc. Symp. Ser. 1:251-293.
- WODEHOUSE, R.P. (1935). *Pollen grains. Their structure, identification and significance in science and medicine*. Hafner Publishing Co. New York.



**FIGURAS 1-11.** 1-5: *Annona cherimola*; 1: visión ecuatorial en c.o.m.; 2: tetrada. 3: visión polar distal; 4: tetrada; 5: detalle de la superficie. 6-11: *Diospyros kaki*; 6: visión ecuatorial en c.o.m.; 7: sistema apertural; 8: visión polar en vista superficial; 9: visión ecuatorial; 10: detalle de la abertura; 11: detalle de la superficie. Escala: Figs. 1, 3, 6-9: 14  $\mu$ m; Fig. 2: 46  $\mu$ m; Fig. 4: 25  $\mu$ m; Figs. 5, 10-11: 7  $\mu$ m.



**FIGURAS 12-25.** 12-15: *Feijoa sellowiana*; 12: visión ecuatorial en c.o.m.; 13: visión polar en c.o.e.; 14: visión polar; 15: detalle de la abertura y superficie. 16-20: *Litchi chinensis*; 16: visión ecuatorial en c.o.m.; 17: visión polar en c.o.e.; 18: aspecto general que muestra mesocolpia y apocolpia; 19: detalle de la abertura; 20: detalle de la superficie. 21-25: *Macadamia integrifolia*; 21: visión ecuatorial en c.o.m.; 22: abertura; 23: visión polar en c.o.e.; 24: visión polar; 25: detalle de la superficie. Escala: Figs. 12-13, 16-17: 14  $\mu$ m; Figs. 14, 17: 7  $\mu$ m; Figs. 15, 19-20, 25: 5  $\mu$ m; Figs. 21-23: 22  $\mu$ m; Fig. 24: 20  $\mu$ m.



**FIGURAS 26-37.** 26-34: *Mangifera indica*; 26: visión ecuatorial en c.o.m.; 27: visión ecuatorial en c.o.m. con la abertura de perfil; 28: sistema apertural; 29: aspecto de la superficie en masocopia; 30-31: visiones polares en c.o.e.; 32: visión ecuatorial; 33: abertura; 34: detalle de la superficie. 35-37: *Persea americana*; 35: polen en c.o.; 36: aspecto general; 37: detalle de la superficie. Escala: Figs. 26-32: 14  $\mu$ m; Figs. 33-34: 7  $\mu$ m; Figs. 35-36: 20  $\mu$ m; Fig. 37: 5  $\mu$ m.