

Variaciones en la morfología polínica de Arecaceae en Cuba: abertura tricotomosulcada y estratificación de la exina

Sonia Machado Rodríguez

Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA

RESUMEN

En la presente investigación se reporta la abertura tricotomosulcada en cuatro de los 15 géneros de palmas que habitan en Cuba, así como una diferente configuración de la abertura monosulcada en el polen de *Coccothrinax litoralis* y *Coccothrinax salvatoris*. Los taxones que comparten granos de polen monosulcados y tricotomosulcados son: *Pseudophoenix sargentii*, *Gastrococos crispera* y *Bactris cubensis*, mientras que el polen de *Acrocomia aculeata* es exclusivamente tricotomosulcado. Se discute el significado palinológico de la condición tricotomosulcada. Por otra parte, el uso de la microscopía electrónica revela marcadas variaciones en la estratificación de la exina; caracteres tales como: capa basal, estructura del infratecto y presencia de microcanales o microprocesos supracteales, investigados en siete especies de Arecaceae, corroboran que existen suficientes modificaciones del tecto y en la estructura de la exina, para ser evaluadas en la identificación de material fósil o melisopalínológico. Las variaciones estructurales de la pared en el polen de *Coccothrinax crinita* y *Coccothrinax salvatoris*, sugieren la continuación de investigaciones más detalladas en estos extensos géneros, presentes en Cuba.

Palabras clave: Polen, Arecaceae, abertura tricotomosulcada, estratificación, exina

ABSTRACT

Trichotomosulcate pollen grains in fourth out of 15 genera of Cuban Arecaceae are reported in addition to a different aperture configuration in *Coccothrinax litoralis* and *Coccothrinax salvatoris* pollen grains. Taxa that share monosulcate and trichotomosulcate pollen are *Pseudophoenix sargentii*, *Gastrococos crispera* and *Bactris cubensis* whereas *Acrocomia aculeata* has only trichotomosulcate pollen grains. The palynological meaning of trichotomosulcate condition is discussed. On the other hand, the electron microscope techniques show outstanding variation in exine stratification, when tested in seven species of Arecaceae. Features such as basal layer, infratectum structure and microchannels or supracteal microprocesses corroborate that tectum modifications and exine structure exist to such extent as to be assessed in the determination of fossil or melisopalynological samples. Structure variations in pollen wall of *Coccothrinax crinita* and *Coccothrinax salvatoris* reveal that detailed research in large genera should be continued.

Key words: Pollen, Arecaceae, trichotomosulcate aperture, exine stratification

INTRODUCCIÓN

Thanikaimoni (1970a), Sowunmi (1972), Ferguson (1986), Ferguson & Harley (1993) han reportado el carácter euripalinológico de la familia Arecaceae; sin embargo, la diversidad polínica está restringida a poco más de la cuarta parte de sus géneros. Aproximadamente 137 géneros tienen granos simples, monosulcados, referido al tipo de polen menos especializado, en la mayoría de ellos el modelo de superficie de la pared solamente puede ser descrito como "perforado", "escabroso" o "finamente reticulado", mientras que 43 géneros aproximadamente incluyen en sus muestras una proporción de granos tricotomosulcados (Harley, 1990).

La abertura tricotomosulcada fue reportada por primera vez por Erdtman (1944), quien la consideró como forma aberrante del tipo monocolpado. Mas tarde esta condición fue reconsiderada por Sowunmi (1968), Thanikaimoni (1970b) y Harley (1990).

Sowunmi (1968) reportó tétradas tetraédrica en tres formas varietales de *Elaeis guineensis* Jacq., algo muy raro para polen monocotiledóneo y sugirió que la divergencia de la forma más usual de la tétrada estuvo relacionada, al menos en parte, con el desarrollo de la

abertura tricotomosulcada en las monocotiledóneas. Los nuevos hallazgos de impresión trilete en el polo proximal del polen de algunas Arecaceae, adicionan probabilidades de que este tipo de tétrada sea más común de lo estimado y resulta una explicación para el desarrollo del polen en *Voanioala gerardii* J. Dransf. (Harley, 1989).

En Cuba, con la excepción de los representantes de la Subfamilia Arecoideae, donde es mayor el porcentaje de granos tricotomosulcados, con diferencias en la ornamentación entre la cara abertural y no abertural del grano de polen, en el resto de los géneros, se produce el tipo polínico menos especializado, por lo que resulta de particular interés el aporte de caracteres polínicos diagnósticos para el establecimiento de diferencias infragenéricas.

Las recientes investigaciones revelan que los granos tratados superficialmente como similares, presentan suficientes modificaciones del tecto y en la estratificación de la exina, que permiten su evaluación en la identificación, por lo cual el propósito fundamental del presente trabajo es el de contribuir a la caracterización polínica de esta extensa familia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los taxones examinados en la presente investigación, son representantes de las tres Subfamilias de Palmae que habitan en Cuba (Moya & Leiva, 200): *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Loddiges ex Martius; **HAC** 29591; Sierra de Cubitas, Camagüey; O. Muñiz y A. Barreto; Junio 1978. *Bactris cubensis* Burret; LS 18208; Baracoa, Guantánamo; León; Julio 1938. *Calyptronoma plumeriana* (Mart.) Lourtier; LS 16630; Rangel, Pinar del Río; Agustín Jorge; Julio 1936. *Coccothrinax crinita* (Griseb. et Wendl.) Becc.; **HAC** 40861; Jardín Botánico Nacional; R. Batista; Junio 1995. *Coccothrinax litoralis* León; **HAC** 40860; Jardín Botánico Nacional; R. Batista; Febrero 1996. *Coccothrinax salvatoris* León; **HAC** 40854; Jardín Botánico Nacional; R. Batista; Abril 1996. *Gastrococos crispera* (Kunth) H. E. Moore; LS 17907; La Habana; León; Junio 1940. *Pseudophoenix sargentii* Wendl. ex Sargent ssp. *saonae* (O. F. Cook) Read var. *saonae*; LS 15577; Holguín; A. García Castañeda; Abril 1932. *Roystonea violacea* León; LS 20430; Baracoa, Guantánamo; León; Julio 1941. *Thrinax radiata* Lodd. ex J. A. et J.H. Schultes; **HAC** 40856; Jardín Botánico Nacional; R. Batista; Febrero 1996.

Los botones florales fueron extraídos del material depositado en el Herbario del Instituto de Ecología y Sistemática **HAC**, o colectados en el Palmetum del Jardín Botánico Nacional y posteriormente depositados en el Herbario **HAC**. Para su análisis con microscopía óptica (MO), el material polínifero fue sometido a un proceso de acetolisis (Erdtman, 1966) por 1 ó 2 minutos. Las láminas permanentes se encuentran depositadas en las Palinotecas del Instituto de Ecología y Sistemática y del Museo de Historia Natural de Estocolmo.

Para el uso del microscopio electrónico de barrido (MEB) Jeol JMS 25 5-II, se ensayaron los métodos de Chissoe *et al.* (1994a, b) en la búsqueda de robustecedores y agentes secantes para granos de polen con tendencia a colapsarse. La observación de la estratificación de la exina al MEB se efectuó aplicando la técnica de congelación y corte del polen (Muller, 1973) en un micrótomo Balzer SCD 020.

A partir de diferentes características de la pared del grano de polen previamente observadas al MO, se seleccionaron anteras frescas de *Acrocomia aculeata*; *Calyptronoma plumeriana*; *Coccothrinax salvatoris* y *Thrinax radiata* para ser examinadas al microscopio electrónico de transmisión (MET Zeiss 10 EM). Las muestras polínicas se deshidrataron en una serie gradual de acetona y se procedió según el método de Rodewald & Karnovsky (1974).

La caracterización y uso de términos palinológicos, se realizó siguiendo la nomenclatura de Punt & al. (1994), Chissoe (1994a,b) (1994) y Harley & Baker (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ocurrencia de abertura tricotomosulcada

La abertura tricotomosulcada en el polen de las palmas cubanas determina el tipo polínico tricotomosulcado en el material estudiado, el cual se presenta en taxones pertenecientes a las subfamilias Ceroxyloideae y Arecoideae (Tabla I). Esta condición aparece en combinación con granos monosulcados, con la excepción del polen de *Acrocomia aculeata*. En taxones con ambos tipos polínicos, el eje mayor de los granos monosulcados y el diámetro entre dos puntos cualesquiera de los granos triangulares, tricotomosulcados, es similar, del mismo modo que la estratificación de la pared y la ornamentación del tecto, como en *Gastrococos crispera* en que los granos son triangulares tricotomosulcados o semielípticos, monosulcados y reticulados. De igual forma, se corrobora que los granos tricotomosulcados de diferentes taxones no siempre comparten el mismo tipo de ornamentación o patrón de estratificación de la exina.

A diferencia de lo reportado por Harley (1990) acerca de la exclusividad de la abertura tricotomosulcada para los géneros americanos *Bactris* y *Acrocomia*; en *Bactris cubensis*, pudo observarse la combinación de granos de polen subelípticos, monosulcados o triangulares, tricotomosulcados, con numerosas formas de transición entre ambos tipos.

Los granos de polen de *Coccothrinax litoralis* y *Coccothrinax salvatoris*, presentan una configuración de la abertura del tipo asimétrica monosulcada, lo cual adiciona nuevas evidencias acerca de la variabilidad de esta condición, donde Harley & Baker (2001) han clasificado 17 configuraciones (tipos) de aberturas para la familia Areceaceae.

La esporádica ocurrencia de granos tricotomosulcados en la Subfamilia Coryphoideae, ha sido considerado como un carácter original por Dransfield & al. (1990). Sin embargo, la abundancia del tipo monosulcado en Iguanurinae (Harley, 1990), extensa subtribu de Areceae (Arecoideae) y una de las más diversas desde el punto de vista palinológico en la familia, demuestra lo contrario.

Aunque las evidencias expuestas en la literatura son insuficientes para establecer tendencias evolutivas, considerando solamente los caracteres palinológicos, la condición tricotomosulcada es sin duda, indicativa de un cierto desarrollo en monocotiledóneas. En la medida que aumenta la proporción de géneros con granos de polen de este tipo, se incrementa la especialización de las subfamilias a las que pertenecen.

TABLA I

Polen con abertura tricotomosulcada o monosulcada asimétrica en el material estudiado: M- monosulcada, T- tricotomosulcada, EM- eje mayor ecuatorial, Em- eje menor ecuatorial, P- eje polar.

TAXA	TIPO DE ABERTURA	EM (μm)	Em (μm)	P (μm)	AMBITO
Subfamilia Coryphoideae					
<i>Coccothrinax litoralis</i> Fig. 1: 1	M (asimétrica)	30 - 42	23 - 30	22 - 27	subelíptico a subcircular
<i>Coccothrinax salvatoris</i> Fig. 1: 2-3	M (asimétrica)	33 - 44	23 - 35	19 - 25	subelíptico a subcircular
Subfamilia Ceroxyloideae					
<i>Pseudophoenix sargentii</i> subsp. <i>saonae</i> Fig. 1: 4	M - T	35 - 45	28 - 39	23 - 25	Subcirculares a triangulares
Subfamilia Arecoideae					
<i>Acrocomia aculeata</i> Fig. 1: 8 Fig. 2: 1 y 3	T	49 - 65	47 - 58	28 - 31	Triangular
<i>Gastrococos crispera</i> Fig. 1: 7	T - M	41 - 57	35 - 51	23 - 26	triangular piriforme o subelíptico
<i>Bactris cubensis</i> Fig. 1: 5-6	T - M	34 - 53	35 - 50	20 - 25	subelíptico, asimétrico triangular

Según las tendencias de los caracteres florales (Uhl & Dransfield, 1987), la Subfamilia Coryphoideae presenta la mayor cantidad de caracteres originales y esto puede relacionarse con el tipo de polen monosulcado, tectado-perforado o microreticulado, generalizado en este grupo. En Ceroxyloideae, *Pseudophoenix*, la única palma hermafrodita de la subfamilia, produce polen monosulcado o tricotomosulcado, reticulado y en este sentido se coloca entre taxones con cierta especialización del polen.

Los representantes estudiados de Arecoideae tienen mayor cantidad de caracteres derivados, no obstante *Acrocomia*, al parecer, es el género menos especializado en Bactridinae, en términos de la inflorescencia y estructura floral (Uhl & Dransfield, 1987), en contraste con el polen, estrictamente tricotomosulcado y con la exina muy gruesa. *Gastrococos* y *Acrocomia* difieren en la connación de los sépalos y en términos palinológicos, ante granos tricotomosulcados, en *Gastrococos* el polen es reticulado, mientras en *Acrocomia* es tectado, escasamente perforado.

Es evidente la existencia de un mosaico en el cual pueden o no coincidir caracteres derivados de la estructura floral con cierta especialización del polen, dada por la presencia de granos tricotomosulcados, exina gruesa, con una estratificación en la cual el infratecto es muy delgado, con espacios intercolumnelares

estrechos, donde las diferencias en la ornamentación del grano de polen entre la cara abertural y no abertural se aprecian claramente.

Variaciones ultraestructurales de la exina

La tabla II resume los caracteres de la exina examinados, así como su relación con la ornamentación. Las diferencias detectadas, aún cuando se trata solamente de siete especies, en cuanto al grosor de la endexina, capa basal, tecto, columelas y la presencia de perforaciones o microcanales, en combinación con el tipo de ornamentación en la superficie de los granos de polen, corroboran que se trata de un carácter palinológico discriminante y a la vez, las variaciones ultraestructurales de la exina en *Coccothrinax crinita* y *Coccothrinax salvatoris* sugieren la profundización de esta investigación entre las especies de los géneros extensos de Areceaceae.

En las especies investigadas, el patrón de estratificación de la pared del grano de polen, evidenciado al MEB y MET, consistente de tecto, infratecto y capa basal, presenta una amplia gama de variaciones entre dos formas extremas:

- La capa basal más delgada que el tecto, este último de similar grosor o ligeramente más grueso que el infratecto. Las columelas rectas, relativamente anchas y espaciadas. El tecto discontinuo o atravesado por microcanales.

TABLA II

Características de la exina en el material estudiado de *Arecaceae*. CA - cara abertural; NA - cara no abertural.

TAXA	EXINA (μm)	TECTO (μm)	CAPABASAL (μm)	INFRACTECTO	ORNAMENTACIÓN
<i>Acrocomia aculeata</i> Fig. 2: 2 y 4 Fig. 5: 3	3.5	1.5 Grueso. La superficie irregular	1.2	Columelas homogéneas, pequeñas, densamente esparcidas 0.8	Punteada
<i>Bactris cubensis</i> Fig. 2: 5-8	2.0	1.0 Discontinuo en la cara NA	0.6	Columelas irregulares, más densas hacia la CA 0.4	Punteada en la CA Rugulada cerebroide en la NA
<i>Calyptronoma plumeriana</i> Fig. 3: 1-2 Fig. 5: 4	2.2	0.8 Más grueso que el infratecto, continuo	0.8	Columelas pequeñas, gruesas, con espacios intercolumelares irregulares 0.5	Psilada en la CA Punteada en la NA
<i>Coccothrinax crinita</i> Fig. 3: 3-6	1.8	0.7 Semitectado	0.5	Columelas rectas y espaciadas 0.6	Microrreticulada
<i>Coccothrinax salvatoris</i> Fig. 4: 1-2 Fig. 5: 2	2.0	0.9 Tectado, con escasos microcanales	0.5	Columelas rectas y espaciadas 0.6	Punteada, la superficie rugulada
<i>Roystonea violacea</i> Fig. 4: 3-7	2.1	1.2 Grueso, con microcanales	0.6	Columelas pequeñas, cortas e irregulares 0.3	Punteada; muy escasas perforaciones en la CA
<i>Thrinax radiata</i> Fig. 5: 1	1.9	0.8 Similar grosor que el infratecto superficie irregular	0.4	Pequeñas, rectas y espaciadas 0.7	Foveolada - fosulada

• La capa basal y el tecto muy gruesos, de similar espesor. El infratecto frecuentemente delgado, con espacios intercolumelares pequeños e irregulares. El tecto continuo o con escasos canales.

CONCLUSIONES

La abertura tricotomosulcada es un carácter diagnóstico que indica cierto desarrollo en el polen de *Arecaceae*. Las variaciones en la estratificación de la exina, observadas, son tales que, con el uso de microscopía electrónica, permiten la identificación polínica específica.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Sueco por su apoyo financiero para la realización de técnicas de microscopía electrónica en el laboratorio de Palinología del Museo de Historia Natural de Estocolmo, las cuales permitieron la presente contribución. A los Profesores Dr. Siwert Nilsson y Dr. Gamal El-Ghazaly por sus sugerencias. A Elizabeth Grafström por su orientación en el uso del microscopio electrónico.

BIBLIOGRAFÍA

- Chissoe WF, Vezey EL & Skvarla J. 1994a. Mounting pollen on a thermoplastic adhesive for Scanning Electron Microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.* 113(1): 72-79.
- Chissoe WF, Vezey EL & Skvarla J. 1994b. Hexamethyldisilazane as a drying agent for pollen Scanning Electron Microscopy. *Biotec. & Histochemistry.* 64(4): 192-198.
- Dransfield J, Ferguson IK. & Uhl NW. 1990. The Coryphoid Palms: patterns of variation and evolution. *Ann. Miss.Bot.Gard.* 77(4): 802-815.
- Erdtman G. 1944. Pollen morphology and plant taxonomy II. Notes on some monocotyledonous pollen types. *Sven. Bot. Tidskr.* 38(2): 163-168.
- Erdtman G. 1966. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperm. Hafner Publishing Co. New York and London.
- Ferguson IK. 1986. Observations on the variation in pollen morphology of *Palmae* and its significance. *Can. J. Bot.* 64: 3079-3090.
- Ferguson IK. & Harley MM. 1993. The significance of new and recent work on pollen morphology in the *Palmae*. *Kew Bull.* 48(2): 205-243.

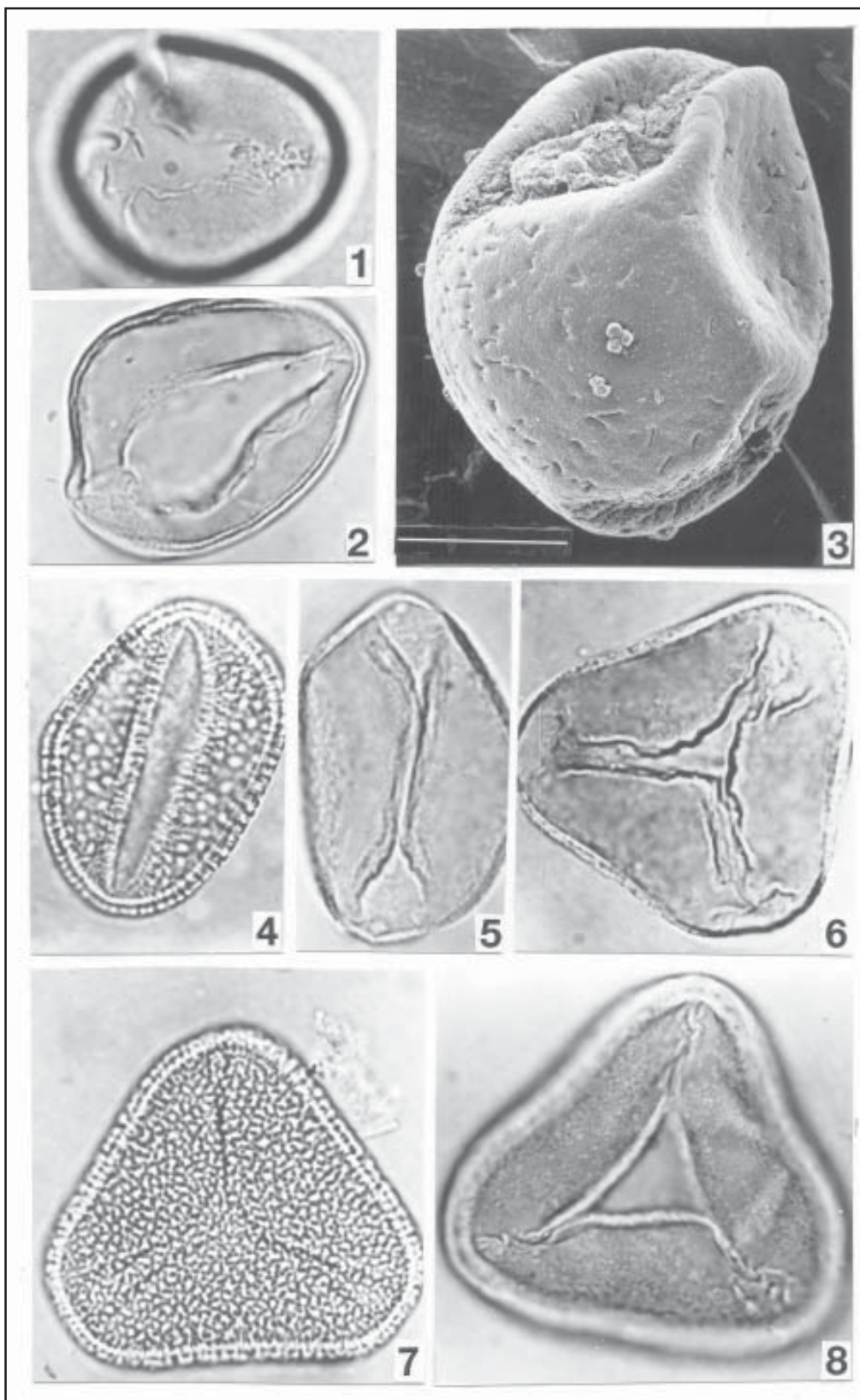


Fig. 1. Aberturas de los granos de polen de Arecaceae. 1 (MO) *Coccothrinax litoralis*, mostrando la distensión de la abertura. 2-3 *Coccothrinax salvatoris*: 2 (MO) abertura monosulcada; 3 (MEB) abertura asimétrica. 4 (MO) *Pseudophoenix sargentii*. 5-6 (MO) *Bactris cubensis*: 5 abertura distendida en una de sus formas de transición; 6 abertura tricotomosulcada. 7 (MO) *Gastrococos crispa*, grano tricotomosulcado. 8 (MO) *Acrocomia aculeata*, grano tricotomosulcado. La barra corresponde a 10 μm en la figura 1: 3.

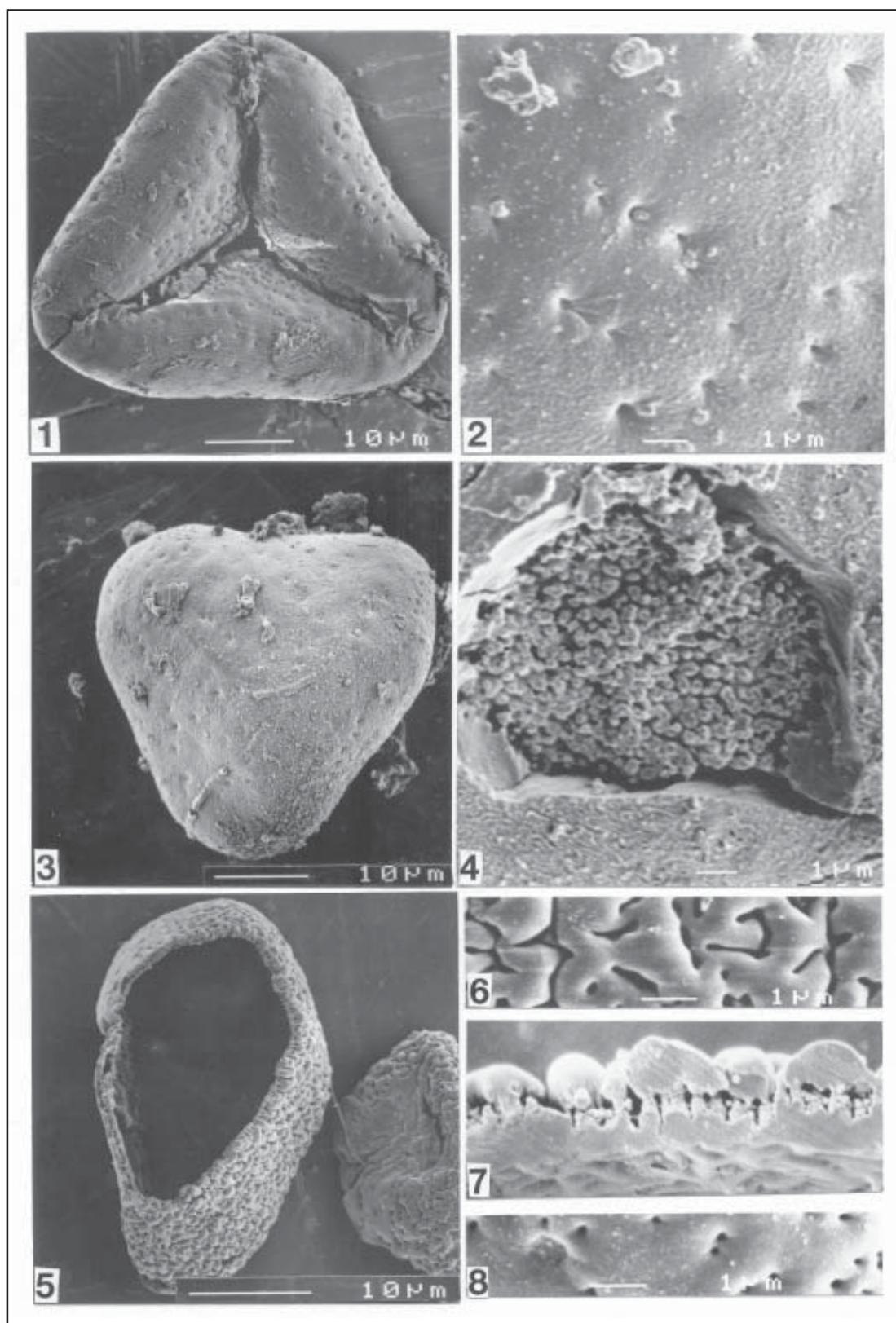


Fig. 2. Ornamentación y estratificación de la exina (MEB). 1-4 *Acrocomia aculeata*: 1 cara abertural; 2 detalle de la superficie en la cara no abertural; 3 cara no abertural; 4 disposición de las columelas, vista por ruptura del tecto. 5-8 *Bactris cubensis*: 5 corte del eje menor; 6 ornamentación en la cara no abertural; 7 corte transversal de la exina; 8 ornamentación en la cara abertural.

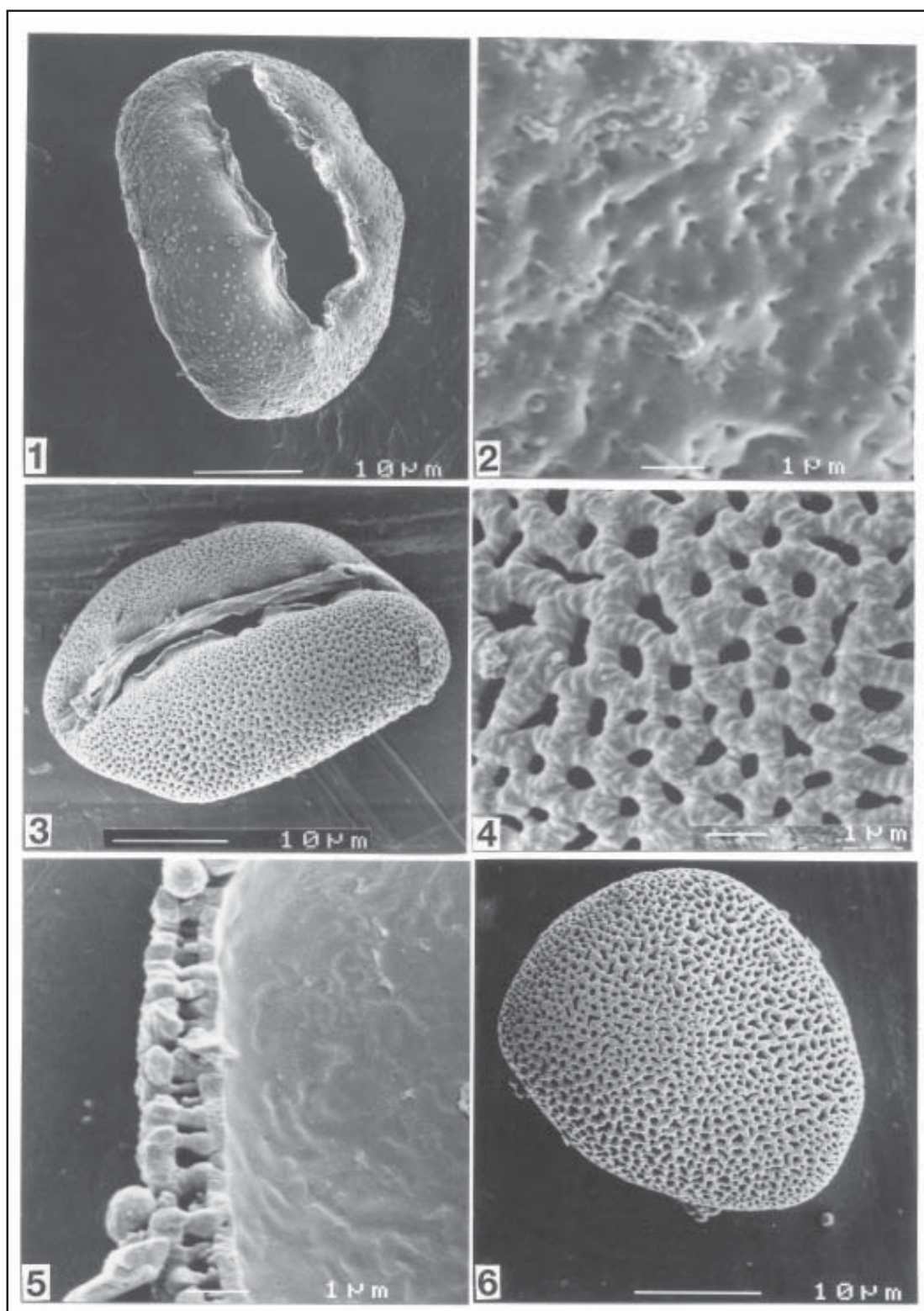


Fig. 3. Ornamentación y estratificación de la exina (MEB). 1-2 *Calyptronoma plumeriana*: ornamentación en la cara abertural; 2 ornamentación en la cara no abertural. 3-6 *Coccothrinax crinita*: 3 cara abertural; 4 ornamentación reticulada con microprocesos en los muros; 5 corte transversal de la exina; 6 cara no abertural.

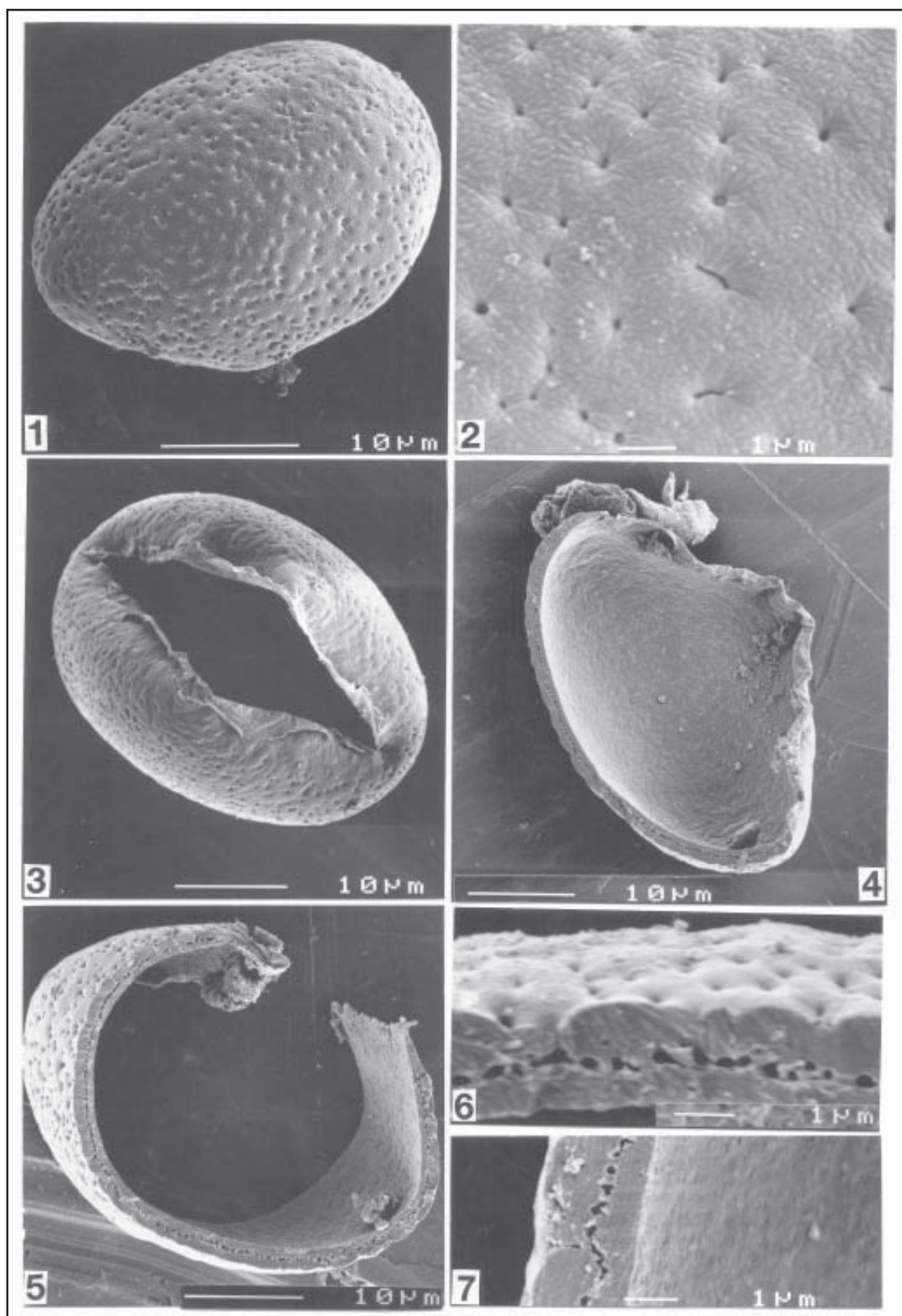


Fig. 4. Ornamentación y estratificación de la exina (MEB). 1-2 *Coccothrinax salvatoris*: 1 cara no abertural; 2 detalle de la superficie punteada. 3-7 *Roystonea violacea*: 3 cara abertural; 4 corte del eje mayor; 5 corte del eje menor; 6 y 7 estratificación de la exina en cortes transversales.

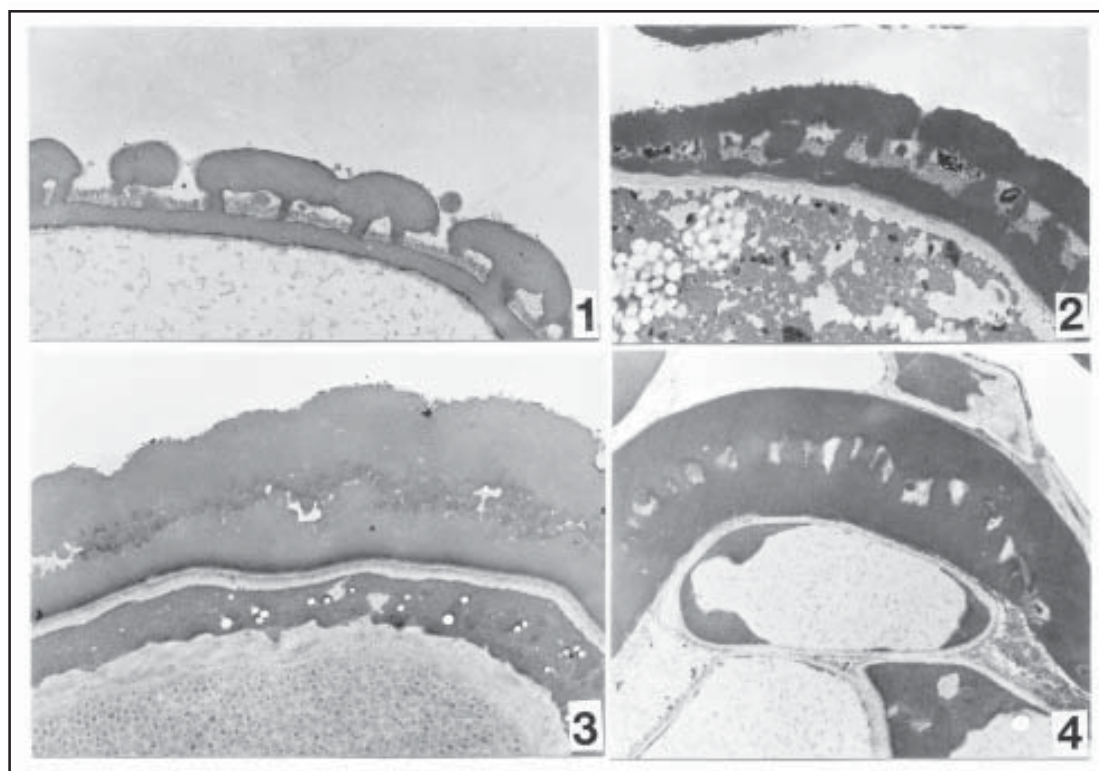


Fig. 5. Estratificación de la exina (MET). 1 *Thrinax radiata*. 2 *Coccothrinax salvatoris*. 3 *Acrocomia aculeata*. 4 *Calyptronoma plumeriana*.

Harley MM. 1989. Pollen morphology of *Voanioala gerardii* (Palmae: Arecoideae: Coccoae: Butiinae) from Madagascar. *Kew.Bull* 44 (2): 199-205.

Harley MM. 1990. Occurrence of simple, tectate, monosulcate or trichotomosulcate pollen grains within the Palmae. *Palaeob. Palyn.* 64: 137-147.

Harley M M. & Baker WJ. 2001. Pollen aperture morphology in Arecaceae: application within phylogenetic analyses, and a summary of the fossil record of palm-like pollen. *Grana* 40: 45-77.

Moya CE. y Leiva A. 2000. Lista taxonómica actualizada de las palmas de Cuba. *Rev. Jardín Bot. Nac.* 21(1): 3-7.

Muller J. 1973. Pollen morphology of *Barringtonia calyptrocalyx* K. Sch. (Lecythidaceae). *Grana* 13: 29-44.

Punt W, Blackmore S, Nilsson S, & Le Thomas A. 1994: Glossary of Pollen and Spore Terminology. LPP Foundation. Utrecht.

Rodewald R. & Karnovsky MJ. 1974: Porous substructure of the glomerular slit diaphragm in the rat and mouse. *J. Cell. Biol.* 60: 423-433.

Sowunmi MA. 1968. Pollen morphology in the Palmae, with special reference to trends in aperture development. *Palaeobot. Palynol.* 7: 45-53.

Sowunmi MA. 1972. Pollen morphology of the Palmae and its bearing on taxonomy. *Palaeobot. Palynol.* 13: 1-80

Thanikaimoni G. 1970a. Les Palmiers. *Palynologique et Systematique. Inst. Fr. de Pondichery* 11: 1-286

Thanikaimoni G. 1970b. Pollen morphology, classification and phylogeny of Palmae. *Adansonia* 10(3): 347-365.

Uhl NW. & Dransfield J. 1987: Genera Palmarum, a classifications of Palms [In H. E. Moore, Jr.], *Internat. Palm Soc. and the L. H. Bailey Hortorium. Ithaca.* 610 pp.

Recibido: 21 de junio del 2001.

Direcc. del autor: Instituto de Ecología y Sistemática (IES), Carretera de Varona Km 3 1/2, Capdevila, Boyeros, Ciudad de La Habana, Cuba.