

MARLEIDE DIAS SABA

**MORFOLOGIA POLÍNICA DE MALVACEAE:
IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS E FILOGENÉTICAS**

FEIRA DE SANTANA - BAHIA

2007



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA



MORFOLOGIA POLÍNICA DE MALVACEAE: IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS E FILOGENÉTICAS

MARILEIDE DIAS SABA

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana como parte dos requisitos para a obtenção do título de *Doutor em Ciências - Botânica*.

**ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO DE ASSIS RIBEIRO DOS SANTOS
(UEFS)**

**CO-ORIENTADORA: PROFA. DRA. GERLENI LOPES ESTEVES
(IBT/SMA-SP)**

FEIRA DE SANTANA - BA

2007

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Vânia Gonçalves Lourenço Esteves
Museu Nacional - UFRJ

Prof. Dra. Maria Amélia Vitorino da Cruz Barros
Instituto de Botânica (SP)

Prof. Dra. Cláudia Elena Carneiro
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. Luciano Paganucci de Queiroz
Universidade Estadual de Feira de Santana

Prof. Dr. Francisco de Assis Ribeiro dos Santos
Orientador e Presidente da Banca - UEFS

Feira de Santana - BA

2007

A Deus, toda glória, honra e louvor.

Aos amores da minha vida: Jad, Luan e meus pais.

Ao mestre e amigo: Francisco, carinhosamente, "Chico".

AGRADECIMENTOS

“Você pode sonhar..., criar e construir a idéia mais maravilhosa do mundo, mas são necessárias pessoas para fazer o sonho virar realidade”. (W. Disney)

A Deus, que se fez presente em todos os momentos da minha vida, permitindo a conclusão de mais uma etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Francisco de Assis, pelo incentivo, dedicação e apoio tão importantes para mim. Você sempre foi o mestre amigo, com quem sempre pude contar.

A minha co-orientadora, Profa. Dra. Gerleni Esteves, por todo apoio dispensado para a execução, e principalmente, para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada! Aprendi muito com você!

Ao Prof. Dr. Luciano Paganucci, pelas valiosas sugestões e auxílio com a análise filogenética.

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Botânica, que contribuíram para a minha formação.

À Fundação Oswaldo Cruz, nas pessoas do Dr. Marcos André Vannier e Cláudio Pereira, do Setor de Microscopia Eletrônica do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz, por permitir a execução da microscopia eletrônica de transmissão e pelo auxílio.

Aos curadores e técnicos de todos os herbários visitados, por permitirem a consulta e coleta do material botânico necessário à realização desta pesquisa.

Ao Instituto de Botânica e pesquisadores da Seção do Herbário, pela receptividade e ajuda dispensada.

A Universidade Estadual de Feira de Santana e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica por me receber como aluna.

A Universidade do Estado da Bahia, nas pessoas do Prof. Paulo Duque, diretor do Departamento de Ciências Humanas - Campus VI e Profa. Suzicleide de Oliveira, coordenadora do Colegiado de Ciências, pelo apoio e facilidades recebidos para a conclusão desta pesquisa.

A Profa. Dra. Claudia Elena, como coordenadora do Laboratório de Micromorfologia Vegetal - UEFS, por facilitar a execução das atividades desta pesquisa; como amiga, pelo incentivo e auxílio em várias oportunidades. Obrigada!

Aos amigos do LAMIV: Paulino, Hilder, Luciene, Bárbara, Lazaro, Kelly, Rita de Cássia, Jailson, Marcos Dórea, Ricardo Landim, Maria Teresa, Danovan, as meninas da Anatomia, e todos os outros que por lá passaram, pelo apoio, participação, e principalmente, pela amizade construída ao longo desses anos.

A Francisco Hilder, por ter sido e estar sendo um grande amigo. Muito obrigada por tudo!

À Luciene Cristina, grande companheira! Você é muito especial! Obrigada por todo apoio!

A Paulino, por todo apoio e amizade. Obrigada amigo!

Aos colegas da Pós-Graduação em Botânica: Andréa, Téo, Elaine, Élvia, Jomar, Alexa, Patrícia, Cristiana, Jorge, Adilva, Maria Staff, Elnatan, Luiza, Lia, Carliane, Silvana, Eric, Viviane, Daniela, Milene, Ciça, e a todos os outros, pelo convívio e amizade.

Ao pessoal do HUEFS, especialmente Téo, Zezé e Elaine, por todo apoio e amizade.

Ao herbário do Royal Botanic Garden de Kew, na pessoa de Elisabeth Woodgyer, por ter facilitado o envio das amostras de botões florais de espécies que não ocorrem no Brasil.

A Jomar, por ter viabilizado a coleta do material botânico em Kew. Sua ajuda foi muito importante!

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Botânica, Adriana e Gardênia, por todo apoio e constante presteza.

À Gisele, pela paciência e ajuda no processamento das amostras para microscopia eletrônica de varredura.

À Secretaria de Educação do Estado da Bahia, por ter concedido liberação das minhas atividades docentes, para realização do curso de Pós-Graduação.

À direção e colegas da Escola do Centro de Assistência Social Santo Antônio, pelo apoio e incentivo.

Aos meus pais e meus irmãos, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram em todas as etapas da minha vida. Obrigada por formarem essa família, da qual eu tenho orgulho! Amo muito vocês!

Às minhas cunhadas, especialmente Jaci, por ter me ajudado com as atividades escolares de Luan nos momentos que eu estava ausente. Você é um pouco mãe dele também!

Ao meu avô Vicente, que sempre acreditou em mim. Descanse em paz!

Aos meus familiares, especialmente minhas tias, Laise, Lúcia, Lucinete e Letícia, que sempre me apoiaram.

Ao meu marido Jad, pelos sacrifícios, paciência, apoio e, principalmente, pela compreensão de todos os momentos da minha ausência. Você é um companheiro e amigo que sempre posso contar. Obrigada por seu amor e carinho! Te amooooo!

Ao meu filho Luan, por todos os momentos de convívio que nos foram “roubados”. Desculpe-me! Obrigada por seu amor, carinho, compreensão, alegria. Você é o maior motivo do meu sacrifício! Te amo demais, meu amor!

A todos aqueles que direta ou indiretamente participaram desta conquista. Muito obrigada!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. Processamento para microscopia de luz (ML)	9
2.2. Processamento para microscopia eletrônica de varredura (MEV)	9
2.3. Processamento para microscopia eletrônica de transmissão (MET)	9
2.4. Morfometria polínica e tratamento estatístico dos dados	10
2.5. Ilustrações e descrições	11
2.6. Análise filogenética	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
3.1. Morfologia polínica de Malvaceae	15
BOMBACOIDEAE	15
<i>Ceiba</i> Mill.	15
<i>Eriotheca</i> Schott & Endl.	17
<i>Pachira</i> Aubl.	19
<i>Pseudobombax</i> Dugand	21
<i>Rhodognaphalopsis</i> A. Robyns	23
BROWNLOWIOIDEAE	40
<i>Berrya</i> DC.	40
BYTTNERIOIDEAE	45
<i>Byttneria</i> L.	45
<i>Guazuma</i> Plum.	47
<i>Theobroma</i> L.	48
<i>Waltheria</i> L.	49
DOMBEYOIDEAE	61
<i>Dombeya</i> Cav.	61
GREWIOIDEAE	66
<i>Corchorus</i> L.	66
<i>Heliocarpus</i> L.	68
<i>Luehea</i> Willd.	69

<i>Triumfetta</i> L.	71
HELICTEROIDEAE	82
<i>Helicteres</i> L.	82
MALVOIDEAE	89
<i>Abutilon</i> Mill.	89
<i>Gaya</i> Gaudin	91
<i>Gossypium</i> L.	93
<i>Hibiscus</i> L.	94
<i>Pavonia</i> Cav.	96
<i>Quararibea</i> Aubl.	98
<i>Talipariti</i> Fryxell	99
STERCULIOIDEAE	113
<i>Cola</i> L.	113
<i>Sterculia</i> L.	115
TILIOIDEAE	121
<i>Tilia</i> L.	121
3.2. Sinopse dos caracteres polínicos de Malvaceae	128
TAMANHO DOS GRÃOS DE PÓLEN	128
FORMA DOS GRÃOS DE PÓLEN	128
POLARIDADE	128
ABERTURAS	128
EXINA	130
3.3. Heterostilia e dimorfismo polínico	132
3.4. Análise filogenética de Malvaceae com base em caracteres polínicos	146
3.5. Implicações filogenéticas da morfologia polínica	153
3.6. Evolução dos caracteres polínicos	159
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	163
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166
APÊNDICES	178
I. Material examinado	179
II. Medidas dos espinhos	184
III. Morfologia polínica de <i>Cochlospermum vitifolium</i> Spreng. (Cochlospermaceae) e <i>Muntingia calabura</i> L. (Muntingiaceae)	185

RESUMO

Foram estudados os grãos de pólen de 69 espécies pertencentes a 26 gêneros, representativos das nove subfamílias de Malvaceae: *Ceiba*, *Eriotheca*, *Pachira*, *Pseudobombax*, *Rhodognaphalopsis* (Bombacoideae), *Berrya* (Browlowioideae), *Byttneria*, *Guazuma*, *Theobroma*, *Waltheria* (Byttnerioideae), *Dombeya* (Dombeyoideae), *Corchorus*, *Heliocarpus*, *Luehea*, *Triumfetta* (Grewioideae), *Helicteres* (Helicteroideae), *Abutilon*, *Gaya*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia*, *Quararibea*, *Talipariti* (Malvoideae), *Cola*, *Sterculia* (Sterculioideae) e *Tilia* (Tilioideae), tendo como principal objetivo caracterizar morfológicamente espécies da família, além de avaliar a delimitação dos grupos nela incluídos e analisar a evolução dos caracteres polínicos no grupo. O material utilizado foi obtido de exsicatas depositadas nos herbários ALCB, CEPEC, EAC, HST, HUEFS, IPA, JPB, PEUFR, K, SP, SPF, TEPB, UFP. Os grãos de pólen foram analisados sob microscópios de luz e eletrônicos de varredura e transmissão. Os caracteres polínicos foram utilizados como base para análise filogenética. Os grãos de pólen das espécies estudadas variaram de pequenos (15 µm, em *Theobroma cacao*) a muito grandes (180 µm, em *Pavonia blanchetiana*), com a maioria dos táxons apresentando tamanho variando de 30-61 µm; forma oblata (predominante na maioria dos gêneros estudados), esférica (maioria de Malvoideae), prolata (Grewioideae e a maioria de Sterculioideae); amb triangular a circular; isopolares na maioria, contudo em muitas espécies de Malvoideae os grãos de pólen são apolares. O tipo apertural colpado (*Pachira* e *Pseudobombax*), pororado (*Helicteres* e *Quararibea*), porado (*Byttneria*, *Dombeya*, *Gossypium*, *Pavonia* e *Talipariti*) e colporado (nos demais gêneros) foram observados; quanto ao número de aberturas, o tipo polínico básico para a família é 3-aperturado, com variações de 3- a poliaperturados; heteromorfismo apertural foi observado em algumas espécies. As aberturas localizam-se na maioria das espécies na região do equador (zonoaperturados); e por toda superfície (pantoaperturados), com arranjo espiralado em espécies de Malvoideae. O tipo predominante de ornamentação exínica para a família é o (micror)retículo, mas perfurações, fósulas, grânulos, verrugas, fovéolas e (micro)espinhos podem ocorrer. A estratificação da exina presente na maioria dos gêneros corresponde ao padrão clássico para grãos de pólen de Angiospermas, contudo foram registradas a presença de orifícios ('foramens internos') na nexina dos grãos de pólen de *Quararibea*, e a sexina pentaestraificada em *Waltheria*. Nesta análise, foi constatada a grande variabilidade morfológica de Malvaceae em relação a todos os caracteres palinológicos analisados,

sendo o tipo apertural, o amb, a forma, a polaridade e a estrutura e escultura da exina, caracteres significantes para o grupo. A análise de parcimônia dos caracteres polínicos de Malvaceae mostrou que embora muitos dos caracteres polínicos sejam homoplásticos, tiveram níveis significantes de sinapomorfia e, portanto, valor taxonômico para delimitação de grupos. Esta análise apoiou a atual circunscrição e o monofiletismo de Malvaceae como proposto por dados moleculares, e o merofiletismo de Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae. A partir da otimização dos caracteres polínicos na árvore com topologia congruente com os dados moleculares, foi possível estabelecer hipóteses relacionadas à evolução dos alguns caracteres polínicos em Malvaceae Tamanho do grão de pólen maior que 121 μm ; ausência de polaridade; tipo apertural polipantoaperturado; heteromorfismo quanto ao número apertural; presença de ânulo; teto contínuo imperfurado; exina equinada; e nexina com espessura maior que a sexina, representam caracteres apomórficos na família.

ABSTRACT

ABSTRACT

(Pollen morphology of the Malvaceae: taxonomic and phylogenetic implications) The pollen grains of 69 species belonging to 26 genera and representing nine subfamilies of Malvaceae were examined: *Ceiba*, *Eriotheca*, *Pachira*, *Pseudobombax*, *Rhodognaphalopsis* (Bombacoideae), *Berrya* (Browlowioideae), *Byttneria*, *Guazuma*, *Theobroma*, *Waltheria* (Byttnerioideae), *Dombeya* (Dombeyoideae), *Corchorus*, *Heliocarpus*, *Luehea*, *Triumfetta* (Grewioideae), *Helicteres* (Helicteroideae), *Abutilon*, *Gaya*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia*, *Quararibea*, *Talipariti* (Malvoideae), *Cola*, *Sterculia* (Sterculioideae), and *Tilia* (Tilioideae). The survey sought to characterize the pollen morphology of the species of that family and to evaluate the delimitation of the groups to which they belong as well as analyze the evolution of their pollinic characteristics. The pollen material utilized was obtained from herbarium samples (ALCB, CEPEC, EAC, HST, HUEFS, IPA, JPB, PEUFR, K, SP, SPF, TEPB, UFP), and was analyzed using light microscopy as well as scanning and transmission electron microscopies. Pollinic characteristics were used as the basis for the phylogenetic analyses. The pollen grains of the species examined varied from small (15 μm , in *Theobroma cacao*) to very large (180 μm , in *Pavonia blanchetiana*), although a majority of the taxa demonstrated diameters varying from 30-61 μm ; their form was oblate in the majority of the genera examined, but also spherical (a majority of the Malvoideae) and prolate (Grewioideae, and a majority of the Sterculioideae); and triangular to circular; a majority are isopolar, although many species of the Malvoideae have apolar pollen grains. Aperture types colpate (*Pachira* and *Pseudobombax*), pororate (*Helicteres* and *Quararibea*), porate (*Byttneria*, *Dombeya*, *Gossypium*, *Pavonia* and *Talipariti*) and colpate (in the remaining genera) were observed; in terms of the number of apertures, the basic type for the family was 3-apertured, with variations from 3- to polyaperturate; heteromorphic apertures were observed in some species. In a majority of the species, apertures were located near the pollen grain equator (zonoaperturate); or spread over the surface (pantoaperturate), being spirally arranged in Malvoideae. The predominant type of exine ornamentation for the family was (micro)reticulate, although holes, fossulae, granules, warts, foveas and (micro)spines can occur. The stratification of the exine present in the majority of the genera corresponded to the classical pattern observed for Angiosperm pollen grains, although orifices ("internal foramens") in the nexine of pollen grains of *Quararibea*, and a penta-stratified sexine in *Waltheria* were noted. In the present analyses, a large morpho-

pollinic variability was observed in Malvaceae in relation to the all of the pollinic characteristics analyzed, with the aperture type, the amb, the form, polarity, and the structure and sculpturing of the exine being significant characteristics for the group. Parsimony analyses of the pollinic characteristics of Malvaceae demonstrated that although many pollinic characteristics are homoplastic they demonstrated significant levels of synapomorphy and, therefore, taxonomic value for delimiting the groups. The present pollen analyses supported the present circumscription and monophyletic nature of Malvaceae as proposed by the examination of molecular data, as well as the merophyletic nature of Bombacaceae, Sterculiaceae, and Tiliaceae. From the optimization of the pollinic characteristics on the molecular tree with the congruent topology of the molecular data, it was possible to establish hypotheses related to the evolution of some of the pollen characteristics observed in Malvaceae. The size of the pollen grain being larger than 121 μm ; the absence of polarity; the poly-pantoaperturate type; the heteromorphism in terms of the aperture number; the presence of an annulus; continuous unperforated tectum; exine echinate; and nexine thicker than the sexine, all represent apomorphic characteristics in the family.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Em estudos realizados durante a última década, com base em análises morfológicas, anatômicas, palinológicas, químicas (Judd & Manchester 1997) e moleculares (Alverson *et al.* 1999; Bayer *et al.* 1999; Nyffeler *et al.* 2005), o monofiletismo de Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae, famílias tradicionalmente incluídas em Malvales, não foi sustentado. Como resultado, Malvaceae *sensu stricto* (*s.s.*), Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae foram incluídas numa única família monofilética, Malvaceae *sensu lato* (*s.l.*), compreendendo nove subfamílias (Bayer *et al.* 1999): Bombacoideae Burnett, Brownlowioideae Burret, Byttnerioideae Burnett, Dombeyoideae Beilschm., Grewioideae Hochr., Helicteroideae (Schott & Endl.) Meisn., Malvoideae Burnett, Sterculioideae Burnett e Tilioideae Arn..

A família Malvaceae, como atualmente circunscrita, apresenta distribuição predominantemente pantropical, compreendendo cerca de 250 gêneros e 4.200 espécies. No Brasil, ocorrem cerca de 80 gêneros e 400 espécies (Souza & Lorenzi 2005). Morfológicamente, caracteriza-se pela presença de um tecido nectarífero constituído de tricomas glandulares, localizados na base do cálice ou, menos frequentemente, nas pétalas ou no androginóforo; pelas sépalas valvares; pelos canais de mucilagem; pelas folhas com venação primária palminérvea (Judd & Manchester 1997; Judd *et al.* 1999); e pela ocorrência de inflorescências formadas por uma estrutura básica, a qual é determinada e constituída por três brácteas, duas das quais formam cimeiras laterais ou flores únicas, enquanto a outra é estéril. Esta estrutura foi observada pela primeira vez em *Theobroma bicolor* Humb. & Bonpl., sendo por isso, denominada “unidade bicolor” (Bayer 1999).

Com relação à importância econômica, representantes de Malvaceae são usados para diversos fins. Das sementes de espécies de *Gossypium* L. podem-se obter fibras de algodão, largamente empregadas na indústria têxtil. Além de espécies de *Gossypium*, espécies de *Abutilon* Mill., *Corchorus* L., *Malvastrum* A. Gray, *Sida* L., *Triumfetta* L. e *Urena* L. destacam-se também como fornecedoras de fibras. Algumas espécies de *Cavanillesia* Ruiz & Pav., *Ceiba* Mill., *Guazuma* Plum., *Luehea* Willd., *Pachira* Aubl., *Pseudobombax* Dugand e de *Sterculia* L. fornecem madeira para carpintaria, forros, confecção de brinquedos e caixotaria, bem como certas espécies de *Apeiba* Aubl., *Guazuma*, *Melochia* L. e *Bombax* L. produzem fibras empregadas na cordoaria (Pio Corrêa 1926-1978; Heywood 1978).

Na alimentação, são utilizadas várias espécies, destacando-se: *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench., o “quiabo”, com seus frutos comestíveis; *Theobroma cacao* L., o “cacau”, cujas sementes são empregadas na fabricação do chocolate; e *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., o “cupuaçu”, fruto usado na produção de sucos, refrigerantes e compotas, além das suas sementes também serem utilizadas na produção de um tipo de chocolate (Pio Corrêa 1926-1978; Braga 1960)

Várias espécies de *Ceiba*, *Cola* Schott., *Guazuma*, *Helicteres* L., *Luehea*, *Melochia*, *Pseudobombax*, *Tilia* L. e *Waltheria* L. possuem potencial medicinal, sendo amplamente utilizadas na medicina popular, como antitérmicos, antiespasmódicos, anti-sifilíticos e anti-inflamatórios. Representantes de *Abroma* L., *Ceiba*, *Guazuma*, *Pseudobombax*, *Sterculia*, *Dombeya* Cav., *Tilia* e *Grewia* L. destacam-se como ornamentais, sendo muito utilizadas na arborização de ruas, parques e jardins (Pio Corrêa 1926-1978; Braga 1960; Heywood 1978; Lorenzi 2002a, b).

Nos estudos tradicionais (De Candolle 1824; Bentham & Hooker 1862; Schumann 1886; Dahlgren 1980; Takhtajan 1980; Cronquist 1981), os limites taxonômicos entre Malvaceae s.s., Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae foram interpretados de formas diferentes, entretanto as afinidades entre essas famílias sempre foram reconhecidas.

Dentre as contribuições mais importantes para a taxonomia dos táxons subordinados às Malvaceae s.l., destacam-se, principalmente, os estudos de cunho revisional, como Lay (1950) sobre *Triumfetta*; Freytag (1951) sobre *Guazuma*; Cristóbal (1960, 1976, 2001) sobre *Ayenia* L., *Byttneria* L. e *Helicteres*, respectivamente; Robyns (1963) sobre *Bombax* s.l.; Cuatrecasas (1964) sobre *Theobroma* L.; Krapovickas & Cristóbal (1965) sobre *Pelteia* Standley; Goldberg (1967) sobre *Melochia*; Setser (1977) sobre as Tiliaceae neotropicais; Saunders (1995) sobre *Waltheria*; Krapovickas (1996) sobre *Gaya* H.B.K.; Esteves (1996, 1998) sobre o gênero *Pavonia* Cav.; e Gibbs & Semir (2003) sobre *Ceiba*.

Os principais estudos florísticos sobre Malvaceae s.l. foram realizados por Robyns (1964, 1967), Wild & Gonçalves (1979), Taylor (1989), Alverson & Steyermark (1997), Martínez (1997), Alverson & Mori (2002). Para o Brasil, é possível citar Santos (1966, 1967, 1969) sobre as Bombacaceae do Rio de Janeiro, em Santa Catarina e nas restingas da Região Sudeste, respectivamente; Paula (1969) sobre *Catostemma* Benth. e *Scleronema* Benth. ocorrentes na Amazônia; Costa (1981) sobre *Helicteres* da região Sudeste; Cunha (1981) sobre *Luehea* ocorrente no Rio de Janeiro; Esteves (1986) sobre as espécies da ordem Malvales s.s. na Serra do Cipó, Minas Gerais; Martins (1993) sobre as

espécies de *Eriotheca* Schott & Endl. ocorrentes na flora brasileira; Cristóbal *et al.* (1995) sobre Sterculiaceae no Pico das Almas; Du Bocage & Sales (2002) sobre Bombacaceae em Pernambuco; Tschá *et al.* (2002) sobre Tiliaceae em Pernambuco; Ribeiro & Esteves (1999) e Esteves (2005) sobre as espécies de Bombacaceae na Reserva Ducke, Amazonas; Carvalho-Sobrinho (2006) sobre *Pseudobombax* ocorrentes na Bahia; Duarte (2006), sobre Bombacaceae ocorrente em São Paulo; e Cruz (2007) sobre Sterculiaceae ocorrente em São Paulo.

A atual circunscrição de Malvaceae *s.l.* é bem estabelecida com base em análises morfológicas e moleculares. No entanto, muitas das relações filogenéticas dentro do grupo ainda são pouco esclarecidas, necessitando de estudos adicionais (Whitlock *et al.* 2001; Baum *et al.* 2004; Nyffeler *et al.* 2005).

A literatura especializada revela uma grande diversidade polínica entre os representantes de Malvaceae *s.l.*, principalmente quanto ao padrão de ornamentação da exina e tipo apertural, o que caracteriza a família como euripolínica. Assim, a morfologia polínica pode ajudar a esclarecer relacionamentos incongruentes entre filogenias molecular e/ou morfológicas, podendo contribuir, entre outras aplicações, para a resolução de problemas taxonômicos nesse grupo.

No estudo taxonômico de *Bombax s.l.* realizado por Robyns (1963), a morfologia polínica, juntamente com outros caracteres morfológicos, foi utilizada para a delimitação de táxons; Keating (1973) afirmou que grãos de pólen de espécies de *Grewia* e *Heritiera* Aiton (Tiliaceae) apresentam-se morfológicamente semelhantes aos grãos de pólen de espécies de Flacourtiaceae. Erdtman (1952) relacionou a morfologia polínica de Sterculiaceae com a de Flacourtiaceae; enquanto que na classificação de Cronquist (1981), o tipo polínico foi um dos caracteres utilizados para separar Malvaceae *s.s.* de Bombacaceae.

Entre os estudos sobre a morfologia polínica de representantes de Malvaceae *s.l.*, destacam-se trabalhos de vários autores. Saad (1960) caracterizou os grãos de pólen de 32 espécies de Malvaceae *s.s.*, ilustrando-os através de esquemas da estratificação da exina e do padrão de L.O., além de apresentar uma chave polínica para separação dos gêneros estudados. Cristóbal (1968) descreveu a morfologia polínica de espécies de *Byttneria*, agrupando-as em quatro tipos polínicos, com base na distribuição do retículo. Köhler (1971, 1976) caracterizou morfológicamente os grãos de pólen de *Waltheria*, relacionando, no último trabalho, o dimorfismo polínico à heterostilia do gênero. Nilson & Robyns (1974, 1986) apresentaram, respectivamente, a morfologia polínica de espécies de

Quararibea Aubl. e Bombacaceae, sob microscopia de luz (ML), microscopias eletrônicas de varredura (MEV) e de transmissão (MET). Martínez (1982) descreveu a morfologia polínica de espécies de Malvaceae s.s. ocorrentes no México, sob ML; Christensen (1986a) estudou os grãos de pólen de espécies de Malvaceae s.s., sob ML e MEV, discutindo sobre as tendências evolutivas da família. Culhane & Blackmore (1988) decreveram os grãos de pólen de Malvaceae s.s. da flora do Nordeste europeu, sob ML e MEV. Jiménez-Reyes (2002) analisou a morfologia polínica de espécies de Malvaceae s.s., apresentando uma chave polínica baseada principalmente no tipo apertural, sob ML. Perveen *et al.* (2004) analisaram a morfologia polínica de espécies de Grewioideae, Tilioideae e Brownlowioideae, sob ML, MEV e MET, reconhecendo tipos e subtipos polínicos, com base na forma e no padrão de ornamentação da exina. Cuadrado (2006) estudou a morfologia polínica de espécies de Malvaceae s.s. do Nordeste argentino, sob ML e MEV, agrupando-as em tipos e subtipos polínicos com base em caracteres aperturais.

Quanto aos estudos palinotaxonômicos do grupo, podem ser citados além do trabalho clássico de Erdtman (1952), destacam-se os de Sharma (1969, 1970), sobre espécies de Tiliaceae e Sterculiaceae, respectivamente, reconhecendo tipos polínicos distintos e inferindo sobre as prováveis tendências evolutivas das aberturas dos grãos de pólen dessas famílias; o de Pire & Cristóbal (2001) sobre grãos de pólen de espécies de *Helicteres*, sob ML e MEV, identificando nove tipos polínicos com base na ornamentação da exina; e o de El Naggar (2004) para Malvaceae s.s. do Egito. Para o Brasil, até o presente, há os estudos de Secco & Barth (1984) sobre espécies de *Sterculia* ocorrentes na Amazônia, o de Saba *et al.* (2004) que trata de espécies das tribos Byttnerieae, Hermannieae e Helictereae para a Bahia, no qual são estabelecidos quatro tipos polínicos para agrupar as espécies; e mais recentemente o de Milla (2007) sobre espécies do gênero *Wissadula* Medik. e alguns gêneros afins, ocorrentes na flora brasileira.

Outros trabalhos importantes, que tratam da morfologia polínica de representantes de Malvaceae s.l. são: Chambers & Godwin (1961), Bronckers & Horvat (1963), Tsukada (1964), Litchfield (1966), Fuchs (1967), Salgado-Labouriau & Gusman (1967), Chaudhuri (1969), Tressens (1970), Robyns (1971), Köhler (1973), Salgado-Labouriau (1973), Sowunmi (1973), Barth (1975), Melhem *et al.* (1976), Hanks & Fryxell (1979), Melhem & Bissa (1985), Miranda & Andrade (1989), Lozano-Garcia & Hernández (1990), Palacios-Chávez *et al.* (1990, 1991), Roubik & Moreno (1991), El-Ghazaly (1991, 1993); Corrêa *et al.* (1992), Bove (1993), Moncada & Sotolongo (1994), Carreira *et al.*

(1995), Saba & Santos (2000, 2003), Oliveira & Santos (2002), Melhem *et al.* (2003), Silva *et al.* (2004), Cruz-Barros *et al.* (2006) e Mambrín & Ferrucci (2006).

A grande variedade de caracteres polínicos permite que a morfologia polínica seja utilizada em muitos grupos para a determinação de relacionamentos filogenéticos, uma vez que em muitas famílias, os grãos de pólen apresentam certo grau de similaridade restrito a determinados grupos de plantas. Em muitos trabalhos (Wodehouse 1936; Nair 1965, 1974; Sharma 1970; Köhler 1971; Saad 1972; Walker 1974, 1976; Walker & Doyle 1975; Punt 1975, 1976; Nilson & Robyns 1986; Christensen 1986a, b; Pozhidaev 2000), são postuladas “tendências” para o tipo polínico mais derivado.

O advento da cladística promoveu um método para testar as idéias evolutivas dos grãos de pólen, usando o método da parcimônia para estabelecer hipóteses mais consistentes de filogenia. Trabalhos como os de Banks & Rico (1999), Doyle *et al.* (2000), De Vore *et al.* (2000), Graham & Graham (2000) e Doyle (2005) apresentaram análises incluindo caracteres polínicos, onde foi avaliado o seu valor filogenético, bem como sua evolução em diferentes grupos, a partir do seu mapeamento sobre árvores obtidas com dados moleculares.

O presente trabalho teve como principal objetivo caracterizar a morfologia polínica de espécies de Malvaceae *s.l.*, visando avaliar a delimitação dos grupos atualmente reconhecidos para a família e analisar a evolução dos caracteres polínicos.

MATERIAL E MÉTODOS

2. MATERIAL E MÉTODOS

Tomando-se por base os trabalhos de Bayer *et al.* (1999) e Alverson *et al.* (1999), foram selecionadas 69 espécies pertencentes a 26 gêneros (Apêndice I), representativos das nove subfamílias citadas nestes respectivos trabalhos, priorizando-se, quando possível, táxons que têm ocorrência registrada para a região Nordeste. Dentre esses táxons, os gêneros representativos das subfamílias Brownlowioideae (*Berrya* Roxb.) e Tilioideae (*Tilia* L.) foram incluídos mesmo sem ter ocorrência registrada para o Brasil, com o intuito de possibilitar a execução do estudo aqui delineado. Para o gênero *Pseudobombax*, foram descritos grãos de pólen de duas espécies novas tratadas por Carvalho-Sobrinho (2006).

Para cada táxon específico analisou-se, quando possível, a morfologia polínica de pelo menos três espécimes obtidos em exsicatas e/ou duplicatas depositadas nos herbários:

ALCB	Herbário Alexandre Leal Costa, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA.
CEPEC	Herbário do Centro de Pesquisa do Cacau, Itabuna, BA.
EAC	Herbário Prisco Bezerra, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
HST	Herbário Sérgio Tavares, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
HUEFS	Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA.
IPA	Herbário Dárdano de Andrade-Lima, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco, Recife, PE.
JPB	Herbário Prof. Lauro Pires Xavier, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.
PEUFR	Herbário Prof. Vasconcelos Sobrinho, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.
K	Herbário do Royal Botanic Gardens - Kew, Londres, Inglaterra.
SP	Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo, São Paulo, SP.
SPF	Herbário da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
TEPB	Herbário Graziela Barroso, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI.
UFP	Herbário da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

2.1. Processamento para microscopia de luz (ML)

Para análise em microscopia de luz, os grãos de pólen foram preparados segundo o método de acetólise (Erdtman 1960), permanecendo na mistura acetolítica entre um minuto e meio e dois minutos.

Os espécimes analisados de *Waltheria* L. tiveram sua morfofloral investigada (longistila e brevistila) a partir de botões florais maduros sob um estereomicroscópio, antes de iniciar o processamento acetolítico.

Os grãos de pólen acetolisados foram montados entre lâminas e lamínulas com gelatina glicerinada e seladas com parafina fundida. Após análise quantitativa e qualitativa dos grãos de pólen em microscópio Zeiss Axioskop 2, as lâminas foram incluídas na Palinoteca do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana.

Do total de cinco lâminas montadas por espécime investigado, uma delas foi montada usando gelatina glicerinada corada com safranina, tornando melhor a visualização dos caracteres qualitativos (aberturas e escultura da exina) analisados.

2.2. Processamento para microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para análise da superfície polínica ao microscópio eletrônico de varredura, grãos de pólen acetolisados foram lavados e desidratados em série hidroetanólica ascendente (50, 70, 90 e 100%), permanecendo cerca de 10 minutos em cada banho.

O álcool absoluto contendo os grãos de pólen foi gotejado diretamente sobre o porta-espécime do MEV, o qual após total secagem foi metalizado por evaporação de ouro em alto vácuo, e os grãos de pólen analisados qualitativamente e eletromicrografados em microscópio LEO 1430 VP.

2.3. Processamento para microscopia eletrônica de transmissão (MET)

Para uma análise mais detalhada da estratificação da exina em Malvaceae, nove espécies, representativas de oito subfamílias, foram selecionadas para análise em microscopia eletrônica de transmissão. A preparação seguiu as seguintes etapas (Santos 1997, adaptado):

- Anteras fechadas foram fixadas em solução de glutaraldeído (2,5%) em solução

de fosfato de sódio 0,1M, pH 7,4, por 48 horas;

- As anteras foram lavadas em solução tampão de fosfato de sódio 0,02M, pH 7,4, em três banhos com duração de 10 minutos cada;

- O material foi pós-fixado em tetróxido de ósmio (OsO_4) a 1% em solução tampão, por uma hora e trinta minutos;

- Foi feita a desidratação em série acetônica ascendente (30, 50, 70, 90 e 100%), cada banho com duração de 30 minutos, exceção do banho com acetona a 70% com 1% de acetato de uranila, que teve duração de 12 horas. O banho com acetona a 100% foi repetido por três vezes;

- A penetração do meio de emblocamento, resina epon, se iniciou com a proporção 1 parte de resina para 3 partes de acetona por uma hora; sendo seqüencialmente alterada para 1:1 por uma hora, 3:1 por 12 horas, 1:0 por 24 horas;

- Os blocos de resina já polimerizada foram levados ao ultramicrotomo (Ultracut E) para realização dos cortes semi-finos, selecionados e posteriormente seccionados com espessura de 70 nm;

- Cortes ultra-finos foram colocados sobre grades de cobre e contrastados com acetato de uranila aquoso a 7% e citrato de chumbo;

- O material foi analisado e eletromicrografado em Microscópio Zeiss M 109.

2.4. Morfometria polínica e tratamento estatístico dos dados

A mensuração dos principais parâmetros morfométricos (diâmetros equatorial e polar, distância entre espinhos, altura e diâmetro da base dos espinhos, e da elevação da sexina subespinal) foi feita, sempre que possível, em 25 grãos de pólen, e os demais parâmetros (lado do apocolpo, diâmetro das aberturas e espessura da exina, sexina e nexina) foram mensurados em dez grãos de pólen, sempre tomados ao acaso. As medidas dos espinhos (distância, altura e diâmetro) foram tomadas conforme demonstrado no Apêndice II.

Para os grãos de pólen apolares foi tomada apenas uma medida do diâmetro. Considerando os grãos de pólen com espinhos, as medidas dos diâmetros foram tomadas excetuando-se os espinhos. Para a exina foram sempre tomadas medidas na região interapertural.

O cálculo para obtenção do número de espinhos por grão de pólen, em grãos de pólen apolares, foi baseado na seguinte fórmula (Hanks & Fryxell 1979):

$$N^{\circ} \text{ de espinhos} = \pi \cdot [\text{diâmetro equatorial/distância interespinal}]^2$$

sendo a distância interespinal tomada de espinhos adjacentes e equidistantes em corte óptico.

O número de aberturas em grãos de pólen pantoaperturados com poucas aberturas (12-30) foi determinado pela contagem direta, enquanto nos grãos de pólen com mais que 30 aberturas, esse número foi estimado com base no “método 1/3” proposto por Hoen & Punt (1989). Sob ML, o número de aberturas contado sobre um dos lados até o limite da nexina, corresponderia a 1/3 do número total (1/3 é estimado para o outro lado e 1/3 restante está presente na região do contorno do grão de pólen). As eletromicrografias, obtidas em MEV, auxiliaram na contagem quando as aberturas estavam parcialmente encobertas.

Os resultados quantitativos foram tratados estatisticamente, calculando-se a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da amostra (s), o desvio padrão da média (s/\bar{x}), para as mensurações dos parâmetros polínicos com tamanho amostral igual a 25, para as demais mensurações com tamanho amostral igual a dez, apenas a média aritmética foi calculada.

2.5. Ilustrações e descrições

Os caracteres morfopolínicos dos gêneros estudados foram ilustrados por meio de fotomicrografias obtidas em fotomicroscópio Zeiss Axioskop 2 do Laboratório de Micromorfologia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, e eletromicrografias obtidas em microscópio LEO 1430 VP do setor de Microscopia Eletrônica do Departamento de Ciências Biológicas da UEFS e em microscópio Zeiss M 109 do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz - Fundação Oswaldo Cruz. Os tipos de espinhos encontrados nos grãos de pólen com exina equinada foram ilustrados a nanquim, com auxílio de fotomicrografias.

A terminologia palinológica utilizada nas descrições foi a de Punt *et al.* (2007). A denominação “calota equatorial” está de acordo com a definição de Robyns (1963).

2.6. Análise filogenética

Para a análise filogenética, foram utilizados 26 táxons representando todas as subfamílias e os principais grupos supra-genéricos de Malvaceae e dois grupos externos

(*Cochlospermum* Kunth, Cochlospermaceae e *Muntingia* L., Muntingiaceae). Foram selecionados 30 caracteres com base na morfologia polínica de Malvaceae descrita no presente estudo. Os caracteres morfopolínicos foram editados no programa Nexus Data Editor versão 0.5.0 (Page 2001) para a confecção de uma matriz de caracteres. A lista completa dos caracteres e estados de caracteres usados nesta análise é dada na Tabela 12, e a matriz de dados é apresentada na Tabela 13.

A análise de parcimônia foi executada no Paup versão 4.0 b10 (Swofford 2000) usando a opção de busca heurística com todos os caracteres do tipo não ordenado e com peso igual. O algoritmo de busca foi o TBR (tree-bisection-reconnection) e o suporte dos cladogramas foi avaliado com bootstrap e 500 replicações.

As árvores mais parcimoniosas foram analisadas no programa Winclada (Nixon 2002). Os caracteres foram otimizados utilizando a opção acctran numa das árvores mais parcimoniosas e na árvore de consenso estrito. Esses mesmos caracteres foram otimizados (acctran) em uma árvore com a topologia obtida por Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999) com base em dados moleculares.

Os gêneros *Cochlospermum* e *Muntingia* foram escolhidos como grupos externos para esta análise, com base nas hipóteses de filogenia obtidas por análises moleculares (Alverson *et al.* 1999; Bayer *et al.* 1999). As descrições morfopolínicas das espécies analisadas de *Cochlospermum* e *Muntingia* encontram-se no Apêndice III.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Malvaceae, considerando a ampla diversidade dos caracteres morfopolínicos aqui apresentados, pode ser indicado como um grupo euripolínico. Essa diversidade morfológica foi evidenciada em todos os caracteres palinológicos analisados.

Quanto à forma, Malvaceae apresentou grãos de pólen variando da forma oblata à prolata. Podendo-se observar que a maior variação ocorreu na subfamília Byttnerioideae, com grãos de pólen suboblato a subprolato, encontrados nas espécies de *Theobroma*. A tendência à condição oblata da forma dos grãos de pólen foi predominante nos grãos de pólen das espécies estudadas de Bombacoideae, Brownlowioideae, Dombeyoideae, Helicteroideae e Tilioideae; a forma esférica predominou nos grãos de pólen de Malvoideae, já a forma prolata predominou nas espécies da subfamília Grewioideae.

No tocante às aberturas, foram observados: colpos, cólporos e poros. Na maioria das espécies estudadas, o tipo apertural foi de fácil diagnóstico.

O tipo polínico 3-aperturado é básico para a família, entretanto, foram observadas variações nos grãos de pólen de espécies de Bombacoideae, Byttnerioideae, Dombeyoideae, Helicteroideae, e principalmente, de Malvoideae, onde foram observados grãos de pólen 3- a poliaperturados. A distribuição das aberturas na superfície do grão de pólen ocorre na maioria das espécies na região do equador (zonoaperturados), entretanto, nas espécies com grãos de pólen poliaperturados (Malvoideae), estas se localizam por toda a superfície (pantoaperturados), com arranjos em espiral.

O tipo de ornamentação presente na exina foi, muitas vezes, facilmente definido sob ML. Entretanto, a análise ao MEV revelou a presença de perfurações, fóssulas e grânulos nos grãos de pólen de espécies de Malvaceae, estruturas que não são facilmente visualizadas sob ML. O tipo básico de elemento escultural para a família é o (micror)retículo, todavia, também podem estar presentes processos suprategmiais de várias formas (grânulos, verrugas e (micro)espinhos), além das fovéolas, perfurações e fóssulas.

Dessa forma, considerando a variabilidade morfopolínica de Malvaceae, verificou-se que tipo apertural, amb, forma e a ornamentação da exina são caracteres significantes para o grupo.

3.1. Morfologia polínica de Malvaceae

BOMBACOIDEAE

Grãos de pólen médios a grandes, isopolares, oblatos a suboblatos, com amb (sub)circular, (sub)triangular (planaperturados, sinuaperturados), área polar pequena a grande; 3-4-5(-6)-zonoaperturados, colpados, colporados; calotas equatoriais distintas ou não; exina tectado-perfurada a microrreticulada, reticulada; com ou sem processos supratectais; sexina mais espessa que a nexina.

Ceiba Mill.

Espécies estudadas: *C. erianthos* K. Schum. (Fig. 1-5)

C. glaziovii (Kuntze) K. Schum. (Fig. 6-11)

Grãos de pólen grandes; oblatos a suboblatos; isopolares; amb circular; 4-5(-6)-zonocolporados. Ectoaberturas longas com extremidades afiladas; endoaberturas lolongadas, circular ou menos freqüentemente lalongada; membrana apertural psilada. Exina semitectada, reticulada, heterobrocada. Muros altos, sinuosos, simples a duplicolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 1).

Além dos grãos de pólen 4-5-aperturados, foram registrados grãos de pólen 6-aperturados (Fig. 1) no espécime Andrade-Lima 8145 de *C. erianthos* (ca. 6%), e no espécime Oliveira 258 de *C. glaziovii* (ca. 11%).

A endoabertura é de difícil visualização em *C. erianthos*, apresentando-se lolongada na maioria dos espécimes analisados, podendo ser ainda circular (Fig. 8) ou lalongada.

Os lumens do retículo são irregulares, decrescendo em tamanho, gradualmente, do apocolpo em direção ao mesocolpo, sendo possível identificar, sob MEV, grânulos livres (Fig. 4 e 10) no seu interior.

A análise ao MET (Fig. 5) de *C. erianthos*, apresentada aqui pela primeira vez para a espécie, revela a estratificação da exina consistindo de semiteto tão espesso quanto à nexina¹, sustentado por columelas curtas, e a intina, que sob as aberturas é mais espessa, apresentando-se estratificada.

¹ Nexina, quando referida nas análises sob MET, está entendida como a camada basal mais a endexina, camadas que não foram discerníveis pela metodologia utilizada.

Dados referidos na literatura para outras espécies de *Ceiba* revelam que além de retículo, gemas e pilos também podem estar presentes como elementos esculturais da exina (Erdtman 1952; Palacios-Chávez *et al.* 1991). Nilson & Robyns (1986) descreveram para o gênero, sob MEV, a presença de processos em forma de clavos ou báculos nos lumens, além dos muros ramificados sustentados por columelas oblíquas. Tais estruturas não foram observadas nas espécies aqui analisadas.

Quanto ao tipo apertural, os resultados obtidos nesta pesquisa estão em consonância com a maioria dos estudos realizados para o gênero, exceto quanto ao número de aberturas, sendo a condição 3-aperturada citada por Erdtman (1952), Tsukada (1964), Sowunmi (1973), Palacios-Chávez *et al.* (1991), Moncada & Sotolongo (1994) e Carreira *et al.* (1995), e quanto ao tipo apertural 3-colpado citado por Nilson & Robyns (1986) e Palacios-Chávez *et al.* (1991) para outras espécies do gênero, que não foram observados em nenhum dos espécimes aqui tratados.

***Eriotheca* Schott & Endl.**

Espécies estudadas: *E. candolleana* (K. Schum.) A. Robyns (Fig. 12-16)

E. crenulicalyx A. Robyns (Fig. 17-19)

E. gracilipes (K. Schum.) A. Robyns (Fig. 20-21).

E. obcordata A. Robyns & A. Nilsson (Fig. 22-23)

Grãos de pólen médios; oblatos; isopolares; amb (sub)triangular, com lados planos a convexos; calotas equatoriais não diferenciadas; 3(-4)-colporados; planaperturados. Ectoaberturas curtas, estreitas e com extremidades afiladas; endoaberturas lolongadas e lalongadas; membrana apertural psilada. Exina reticulada, heterobrocada, lumens poliédricos, com grânulos livres no seu interior. Muros altos e lisos, simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 1).

O tamanho dos grãos de pólen das espécies de *Eriotheca* é um caráter uniforme (Tab. 1). Os maiores grãos de pólen foram observados em *E. obcordata*, com 52,5 µm. Entretanto, a classe de tamanho médio é predominante entre os espécimes analisados.

O amb apresentou uma variação entre o subtriangular e o triangular, predominando este último. Para os grãos de pólen 4-aperturados (Fig. 17), o amb mostrou-se subcircular.

Grãos de pólen 4-aperturados foram registrados em um dos espécimes de *E. candolleana* (Monteiro 23510) e nos espécimes de *E. crenulicalyx*, entretanto o percentual mais significativo foi apresentado pelo espécime Lima 12632 com 12,7%, nos outros espécimes esse valor não ultrapassou 2%. Em *E. gracilipes*, foram observados apenas grãos de pólen 3-aperturados em todos os espécimes analisados.

As ectoaberturas apresentaram-se curtas e estreitas, dificultando, às vezes, a visualização em ML da endoabertura, a qual se caracterizou como lolongada em *E. candolleana*, *E. crenulicalyx* e *E. gracilipes*, e lalongada com margens superior e inferior retas a côncavas em *E. obcordata*.

Sob MEV, foi possível evidenciar a presença de grânulos, heterogêneos em tamanho, nos lumens do retículo dos espécimes analisados (Fig. 21). Também foi observada a superfície lisa dos muros.

Robyns (1963) e Salgado-Labouïau (1973) descreveram grãos de pólen das espécies de *Eriotheca* aqui estudados, encontrando características polínicas similares à maioria das apresentadas aqui. Os autores referiram-se a muros duplicolumelados, raramente pluricolumelados para *E. candolleana* (Robyns 1963) e *E. gracilipes* (Robyns

1963; Salgado-Labouriau 1973), além dos grãos de pólen colpados descritos por Robyns (1963) para *E. crenulicalyx*, estando estes dados discordantes dos aqui apresentados. Sob ML, a visualização da endoabertura é muito difícil para a maioria das espécies. No presente trabalho, essa característica foi confirmada após análise no MEV (Fig. 19).

Para Nilson & Robyns (1986), as espécies de *Eriotheca*, incluindo as espécies aqui estudadas, compõem o tipo *Bombax*, juntamente com espécies dos gêneros *Aguiaria* Ducke, *Pachira* (*Bombacopsis*), *Pseudobombax* Dugand e *Spirotheca* Ulbr. Os dados aqui apresentados são concordantes com os apresentados por aqueles autores, exceto quanto ao padrão de ornamentação rugulado da exina, não observado em nenhuma das espécies aqui analisadas.

***Pachira* Aubl.**

Espécies estudadas: *P. aquatica* Aubl. (Fig. 24-28)

P. nervosa (Uitt.) Fernández-Alonso (Fig. 29-32)

P. retusa (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso (Fig. 33-37)

P. tocantina (Ducke) Fernández-Alonso (Fig. 38-41)

Grãos de pólen grandes; oblatos a suboblatos; isopolares; amb triangular, menos freqüente quadrangular, com lados planos a levemente convexos; calotas equatoriais distintas, salientes com ângulos arredondados; planaperturados; 3-colp(or)ados, eventualmente 4-colporados; com costa e margem. Ectoaberturas curtas, com extremidades afiladas; endoaberturas lolongadas, às vezes de difícil visualização. Exina reticulada e heterobrocada nas regiões polar e apertural; psilado-perfurada, microrreticulada nas calotas equatoriais. Muros delgados a largos, simplescolumelados a duplicolumelados, com columelas simples e digitadas, anastomosadas, com saliências suprategmiais. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 1).

Morfologicamente, os grãos de pólen das espécies estudadas de *Pachira* são similares. Há uma predominância dos grãos de pólen 3-aperturados, sendo encontrados 4-colporados (7%) apenas no espécime examinado de *P. nervosa*.

A abertura é bem definida em *P. aquatica*, com uma margem desprovida de ornamentação (Fig. 28), nas demais espécies a abertura é de difícil visualização sob ML, com ornamentação contínua até a região apertural, sem diferenciar uma margem. As endoaberturas são lolongadas, com contorno irregular, de difícil visualização em alguns dos espécimes analisados. Robyns (1963) e Salgado-Labouriau (1973) descreveram os grãos de pólen de *P. retusa* e *P. tocantina* como colpados e colporados, respectivamente, sendo esses dados discordantes dos aqui apresentados. Tal discordância pode ser explicada pelo tipo lolongado das endoaberturas, que é de difícil visualização nas espécies analisadas e pela condição amassada apresentada pela maioria dos grãos de pólen quando estudados após acetólise. Esses autores não fizeram referência à presença de costa, aqui evidenciada nos grãos de pólen de *P. nervosa*.

Não foi possível realizar a mensuração da endoabertura em todos os espécimes analisados de *P. retusa*, pois a maioria dos grãos de pólen encontrava-se amassada e com endoabertura de difícil visualização (Fig. 35).

A superfície dos grãos de pólen apresentou uma ornamentação reticulada nas regiões polar e apertural com lumens irregulares e muros ornamentados, contudo,

diferencia-se nas calotas equatoriais, onde se apresentou psilada-perfurada (MEV), com perfurações mais concentradas em direção às regiões reticuladas (Fig. 28 e 29) em *P. aquatica*, e microrreticulada nas demais espécies (Fig. 31). Robyns (1963), Moncada & Sotolongo (1994), sob ML, e Carreira *et al.* (1995), sob MEV, referiram-se à presença de espinhos nas calotas equatoriais, tais elementos não foram evidenciados em nenhum dos espécimes aqui analisados. Nos espécimes analisados de *P. tocantina* (Fig. 38 e 39), as calotas equatoriais são menos salientes que nas outras espécies estudadas.

O exame ao MEV revelou saliências supratectais alongadas longitudinalmente, com ápices predominantemente arredondados, partindo do ponto de intersecção dos muros do retículo em *P. aquatica* (Fig. 27 e 28). Nas demais espécies, pode-se observar que as columelas ramificadas (Fig. 37 e 41) distalmente se fusionam, formando estruturas supratectais com formas variadas (Fig. 32, 36 e 40). Na literatura especializada, há referência de grãos de pólen com processos espinhosos para as espécies aqui estudadas (Robyns 1963; Tsukada 1964; Nilson & Robyns 1986; Moncada & Sotolongo 1994) e para outras espécies de *Pachira* (Salgado-Labouriau 1973; Nilson & Robyns 1986; Bove 1993), tal característica não foi observada em nenhuma das espécies aqui tratadas. Carreira *et al.* (1995) não fizeram referência a tais estruturas.

Sob MEV, foram observados grânulos no interior dos lumens de *P. nervosa* (Fig. 32).

Em todos os espécimes, a sexina apresentou-se mais espessa que a nexina (Tab.1), sendo a maior diferença observada no espécime de *P. tocantina*, com a sexina medindo 2,3 μm e a nexina 0,6 μm .

As espécies de *Pachira* estudadas por Nilson & Robyns (1986) foram incluídas no tipo polínico *Bombax*, caracterizado pelos grãos de pólen 3(-4)-colp(or)ados, ou raramente porados, reticulados, microrreticulados a raramente tectado-perfurados, equinados, raramente rugulados. A maioria dos caracteres polínicos apresentados por estes autores é corroborada no presente estudo, entretanto difere quanto à presença de grãos de pólen porados, equinados e rugulados, os quais não foram observados nos espécimes aqui analisados.

Nas preparações, o espécime Alunos de Taxonomia da FUFPI s.n. (TEPB 450) de *P. aquatica* apresentou poucos grãos de pólen, estando a maioria amassada ou quebrada, dificultando a análise quantitativa dos mesmos.

***Pseudobombax* Dugand**

Espécies estudadas: *P. marginatum* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns

(Fig. 42-46)

P. simplicifolium A. Robyns (Fig. 47-50)

Pseudobombax sp. nov. 1 (Fig. 51-56)

Pseudobombax sp. nov. 2 (Fig. 57-63)

Grãos de pólen grandes, oblatos, isopolares; amb triangular, com lados planos a levemente côncavos; calotas equatoriais pouco a muito evidentes, com ângulos arredondados; 3-colp(or)ados; planaperturados; com costa e margem. Ectoaberturas curtas e longas, com extremidades arredondadas; endoaberturas quando presentes, lolongadas. Exina (micror)reticulada, heterobrocada, com lumens circulares a alongados na região polar e em volta das aberturas, com grânulos no seu interior; psilada, granulada e microrreticulada na região do mesocolpo e na margem do colpo. Muros largos, lisos e com perfurações; simples-, dupli- ou menos freqüentemente pluricolumelados, columelas distintas em corte óptico, curtas e largas sob MEV. Sexina mais espessa que a nexina (Tab.1)

Não foram evidenciadas diferenças significativas em relação à forma, ao amb e ao tamanho dos grãos de pólen das espécies analisadas, exceto para os de *Pseudobombax* sp. nov. 2, que apresentaram-se com até 100 µm (Tab. 1).

Quanto às aberturas, foram observados grãos de pólen colporados para *P. marginatum*, *P. simplicifolium* e *Pseudobombax* sp. nov. 1, não sendo possível nas duas últimas mensurar as endoaberturas em nenhum dos espécimes analisados. A endoabertura caracterizou-se como circular ou lolongada na maioria dos espécimes analisados e de difícil visualização sob ML (Fig. 44, 48 e 53), podendo estar limitada por um espessamento, a costa. Sob MEV, é possível notar a margem diferenciada (Fig. 46, 61 e 63). Os grãos de pólen do espécime Figueiredo *et al.* 175 de *P. marginatum* e do espécime analisado de *Pseudobombax* sp. nov. 2 foram caracterizados como colpados. Nesta última espécie foi possível observar um espessamento da nexina contornando o colpo, formando um colpo costado (Fig. 57 e 59).

A ocorrência de grãos de pólen colpados e colporados numa mesma espécie de *Pseudobombax* foi registrada na literatura por Robyns (1963) e Salgado-Labouriau (1973), em análise sob ML. Tendo em vista a difícil visualização da endoabertura sob ML, a definição do tipo apertural pode estar equivocada em algumas das descrições apresentadas

para espécies desse gênero.

Pseudobombax simplicifolium diferiu das demais espécies do gênero pelo índice de área polar (IAP) que foi de 0,40 a 0,47, enquanto que nas demais espécies esse índice variou entre 0,51 e 0,57. Faegri & Iversen (1975) indicaram ser esse índice de grande importância taxonômica.

A ornamentação da exina é reticulada com lumens circulares a alongados na região polar e em volta das aberturas na maioria das espécies analisadas. Em *Pseudobombax* sp. nov. 1, o retículo observado apresenta lumens menores e uniformes até a região apertural, sem diferenciar uma margem (Fig. 54). Além de retículo e microrretículo, rúgulas também podem estar presentes como elementos esculturais da exina segundo Nilson & Robyns (1986). Nas calotas equatoriais, a exina mostrou-se, sob MEV, psilada (*Pseudobombax* sp. nov. 2 e *P. simplicifolium*), finamente granulada e irregularmente perfurada (*P. marginatum*) e microrreticulada (*Pseudobombax* sp. nov. 1).

Sob o aumento do MEV, é possível observar perfurações, poucas e esparsas, nos muros do retículo (Fig. 45, 46, 50, 55 e 61). O teto é sustentado por columelas largas e curtas (Fig. 56 e 62), formando fileiras únicas, duplas (Fig. 52 e 58), ou mais raramente várias fileiras sob o muro (Fig. 43).

A sexina em todas as espécies estudadas apresentou-se bem mais espessa que a nexina (Tab. 1). Sob MEV, observam-se as columelas curtas e a superfície interna da nexina irregular em *Pseudobombax* sp. nov. 1 (Fig. 56) e ondulada em *Pseudobombax* sp. nov. 2 (Fig. 62).

Os dados polínicos encontrados na literatura para as espécies *P. marginatum* e *P. simplicifolium* (Robyns 1963; Salgado-Labouriau 1973; Nilson & Robyns 1986) e para outras espécies incluídas no gênero (Tsukada 1964; Melhem & Bissa 1985; Bove 1993; Moncada & Sotolongo 1994) são corroborados pelo presente estudo.

Rhodognaphalopsis A. Robyns

Espécie estudada: *R. faroensis* (Ducke) A. Robyns (Fig. 64-70)

Grãos de pólen médios a grandes; oblatos; isopolares; amb triangular, com lados côncavos; 3-colporados; sinu-aperturados; com costa. Ectoaberturas curtas, com extremidades arredondadas; endoaberturas lalongadas com margens superior e inferior côncavas. Exina microrreticulado-equinada, sob ML; tectado-perfurada, com saliências supratectais de forma cilíndrica e cônica, heterogêneas quanto ao tamanho e ao diâmetro, sob MEV. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 1).

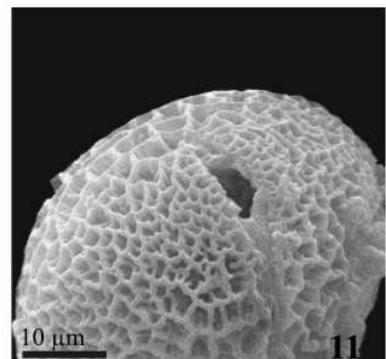
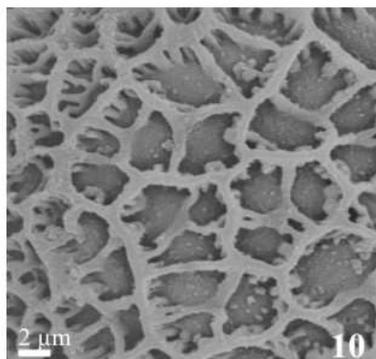
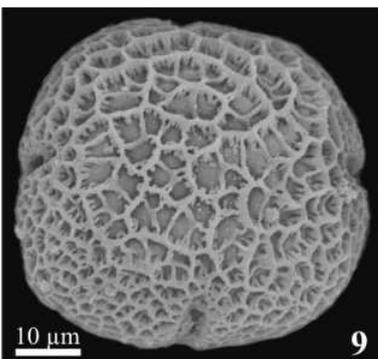
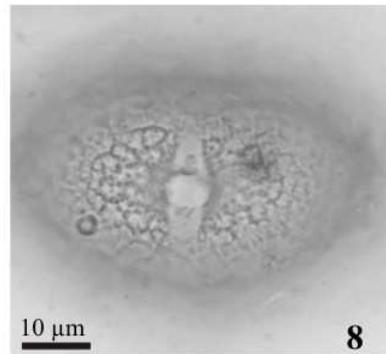
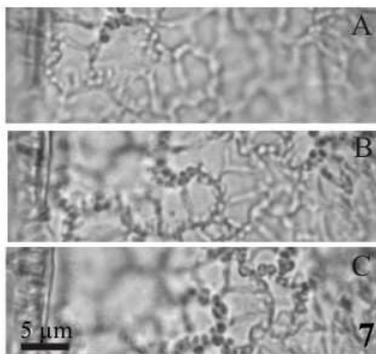
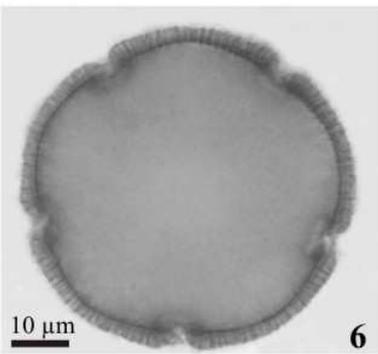
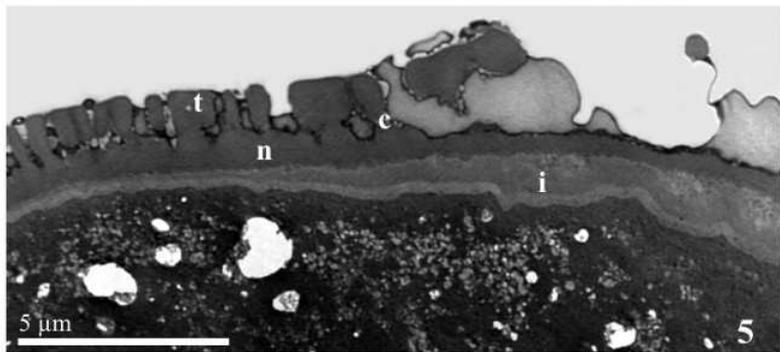
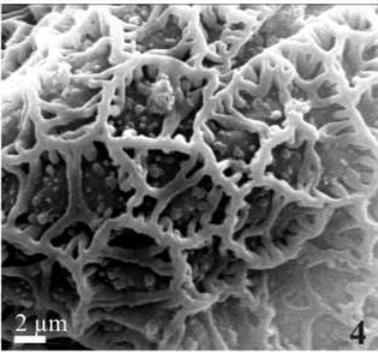
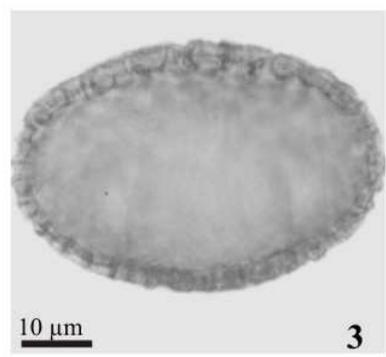
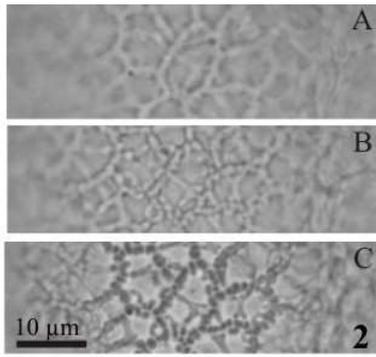
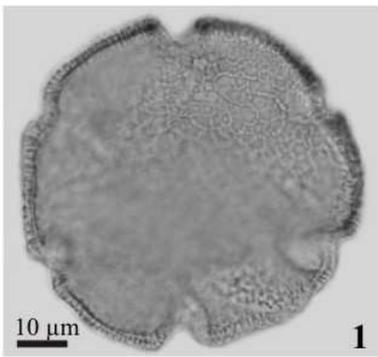
As ectoaberturas são curtas, estreitas, com contorno regular e extremidades arredondadas, sem margem diferenciada, sob ML e MEV (Fig. 66 e 70). A endoabertura lalongada apresenta margens superior e inferior côncavas, com extremidades de difícil visualização. A nexina torna-se mais espessa que a sexina na região apertural, formando uma costa bem conspícua (Fig. 67).

A análise de L.O. (Fig. 65) revelou um teto com padrão de ornamentação semelhante ao de um microrretículo. Entretanto, em grandes aumentos sob MEV, foi possível constatar a presença de perfurações com diâmetro e forma variados, concentrados na região polar; as saliências supratectais apresentaram-se também com forma e diâmetro variados, sendo evidenciadas saliências cilíndricas com extremidade arredondada, e saliências cônicas com extremidade afilada (equinada) (Fig. 68-70).

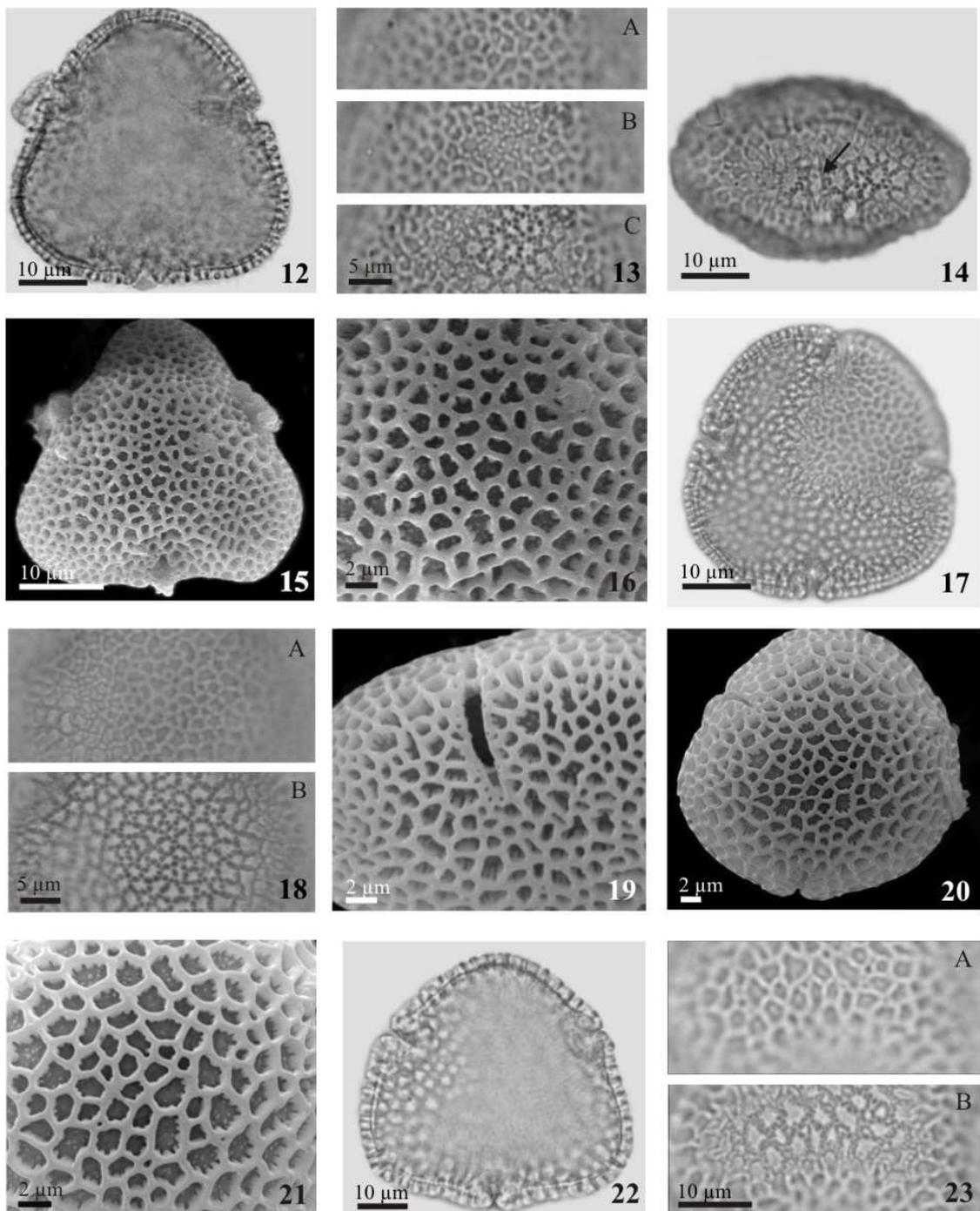
Dados referidos na literatura (Robyns 1963; Nilson & Robyns 1986) sobre a morfologia polínica deste gênero estão em consonância com os deste trabalho para a maioria dos caracteres morfopolínicos, todavia, o tipo de abertura 4-aperturado e colpado descrito por Nilson & Robyns (1986) e o tipo de endoabertura lalongado observado por Robyns (1963) e Nilson & Robyns (1986) não foram observados em nenhum dos espécimes aqui analisados.

A morfologia polínica foi o principal critério utilizado por Robyns (1963), para considerar *Rhodognaphalopsis* um gênero distinto de *Pachira*. Os resultados aqui apresentados para estes gêneros, sobretudo quanto ao padrão de ornamentação da exina, corroboram com os deste autor.

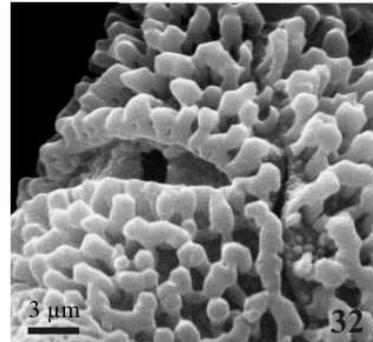
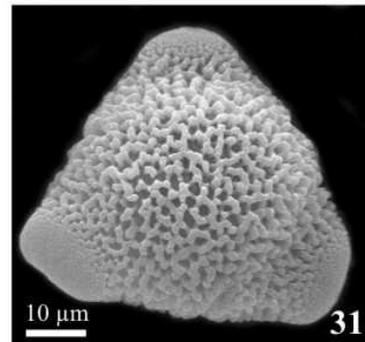
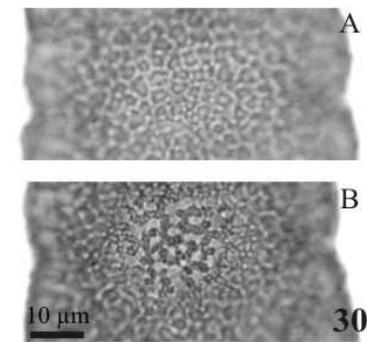
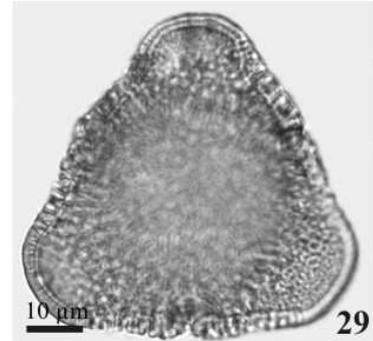
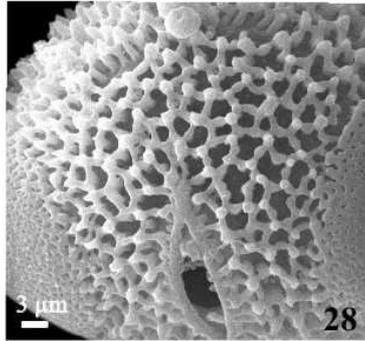
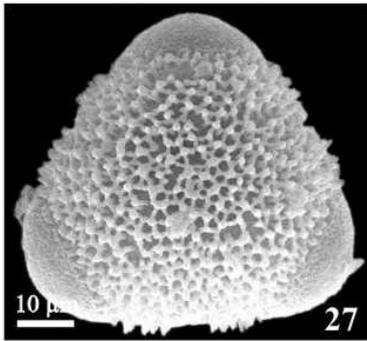
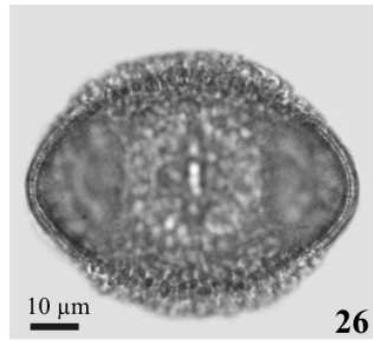
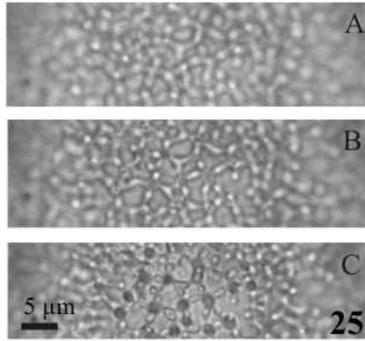
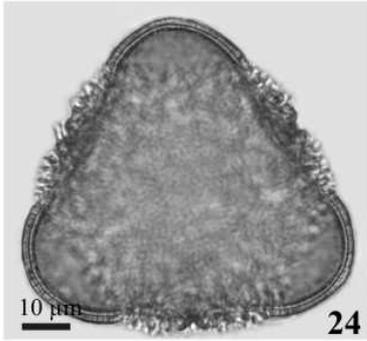
Figuras 1-11. Grãos de pólen de espécies de *Ceiba* Mill. **1-5.** *C. erianthos* K. Schum.: 1. Corte óptico em vista polar. 2. Análise de L.O. 3. Corte óptico em vista equatorial. 4. Detalhe da superfície (MEV). 5. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). **6-11.** *C. glaziovii* K. Schum. ex. Chod. & Hassl.: 6. Corte óptico em vista polar. 7. Análise de L.O. 8. Detalhe da abertura e superfície em vista equatorial. 9. Vista polar (MEV). 10. Detalhe da superfície (MEV). 11. Detalhe da abertura (MEV). (t= teto; c= columela; n= nexina; i= intina)



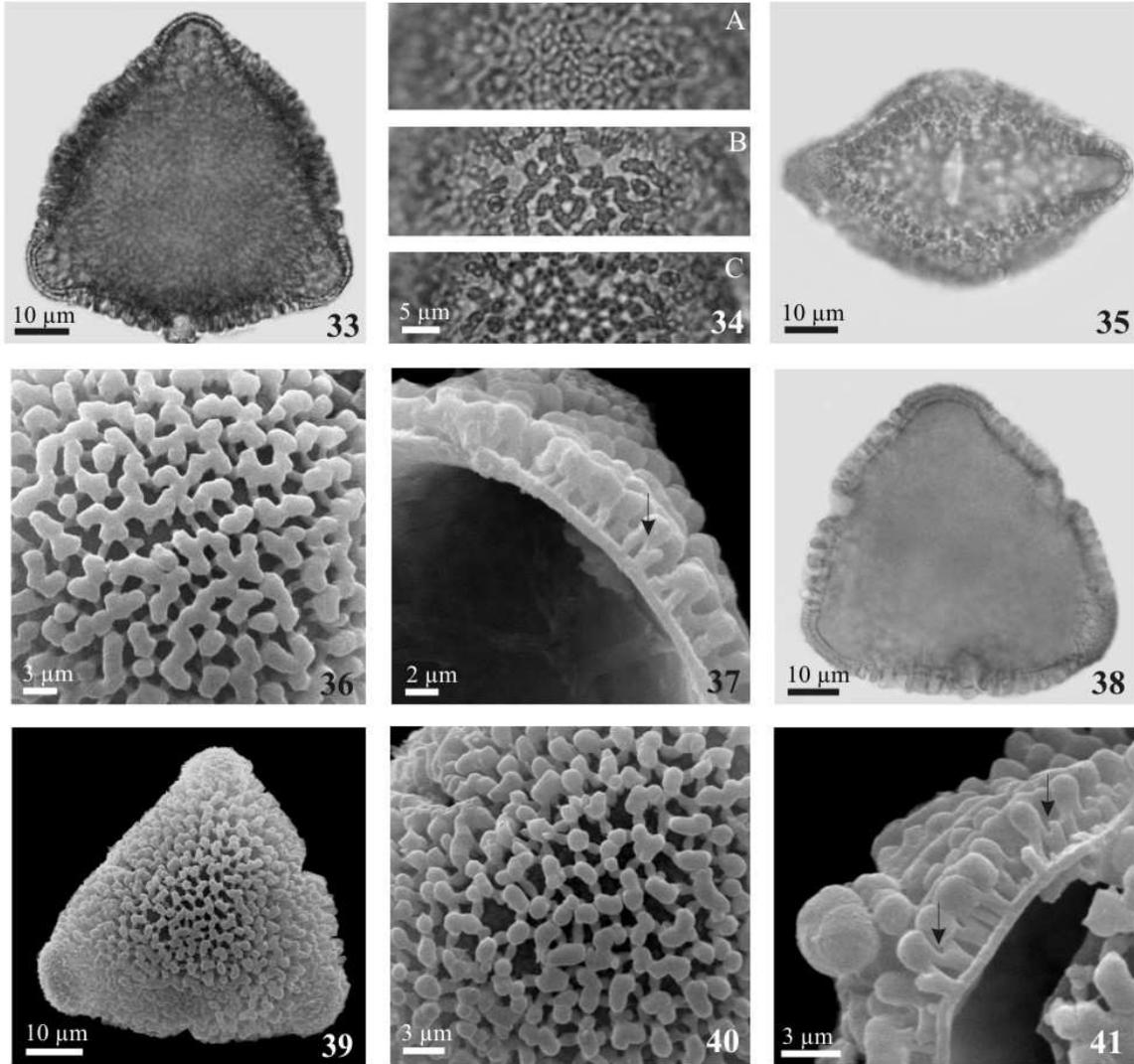
Figuras 12-23. Grãos de pólen de espécies de *Eriotheca* Schott & Endl. **12-16.** *E. candolleana* A. Robyns: 12. Corte óptico em vista polar. 13. Análise de L.O. 14. Abertura (seta) e superfície em vista equatorial. 15. Vista polar (MEV). 16. Detalhe da superfície (MEV). **17-19.** *E. crenulicalyx* A. Robyns: 17. Corte óptico em vista polar. 18. Análise de L.O. 19. Detalhe da abertura (MEV). **20-21.** *E. gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns: 20. Vista polar (MEV). 21. Detalhe da superfície (MEV). **22-23.** *E. obcordata* A. Robyns & A. Nilson: 22. Corte óptico em vista polar. 23. Análise de L.O.



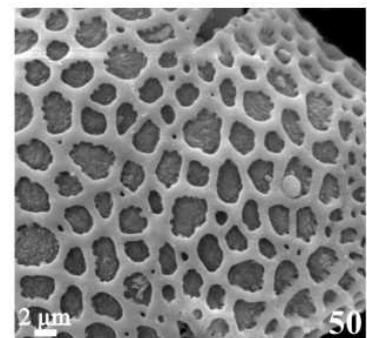
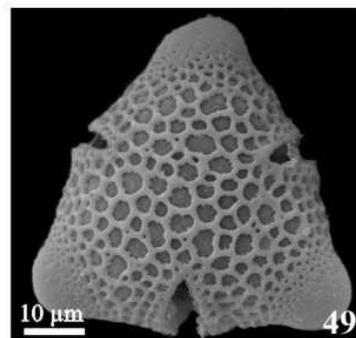
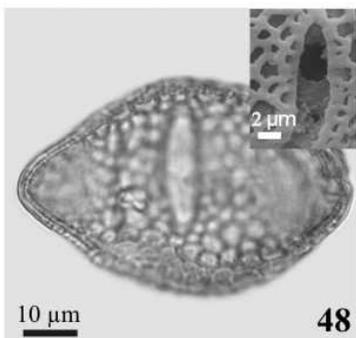
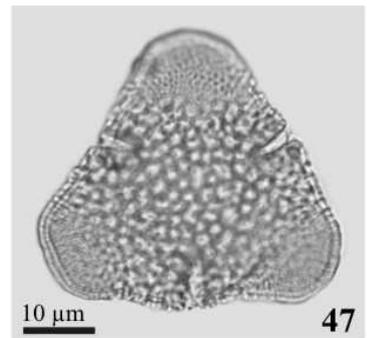
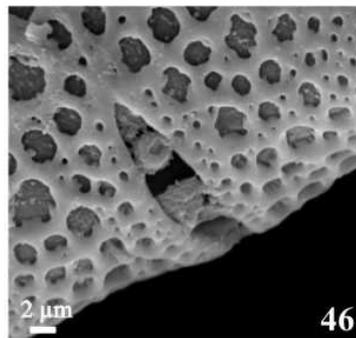
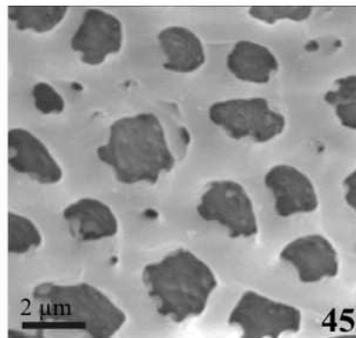
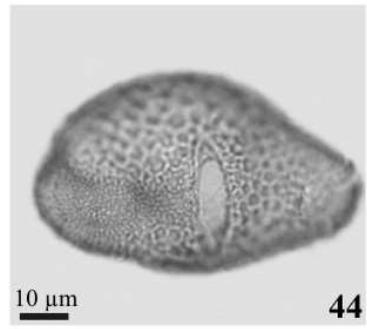
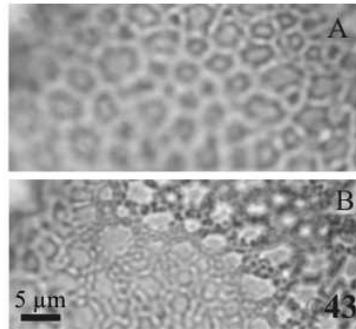
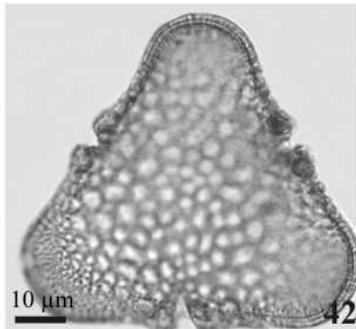
Figuras 24-32. Grãos de pólen de espécies de *Pachira* Aubl. **24-28.** *P. aquatica* Aubl.: 24. Corte óptico em vista polar. 25. Análise de L.O. 26. Corte óptico em vista equatorial e abertura. 27. Vista polar (MEV). 28. Detalhe da superfície e abertura (MEV). **29-32.** *P. nervosa* (Uitt.) Fernández-Alonso: 29. Corte óptico em vista polar. 30. Análise de L.O. 31. Vista polar (MEV). 32. Detalhe da abertura e superfície (MEV).



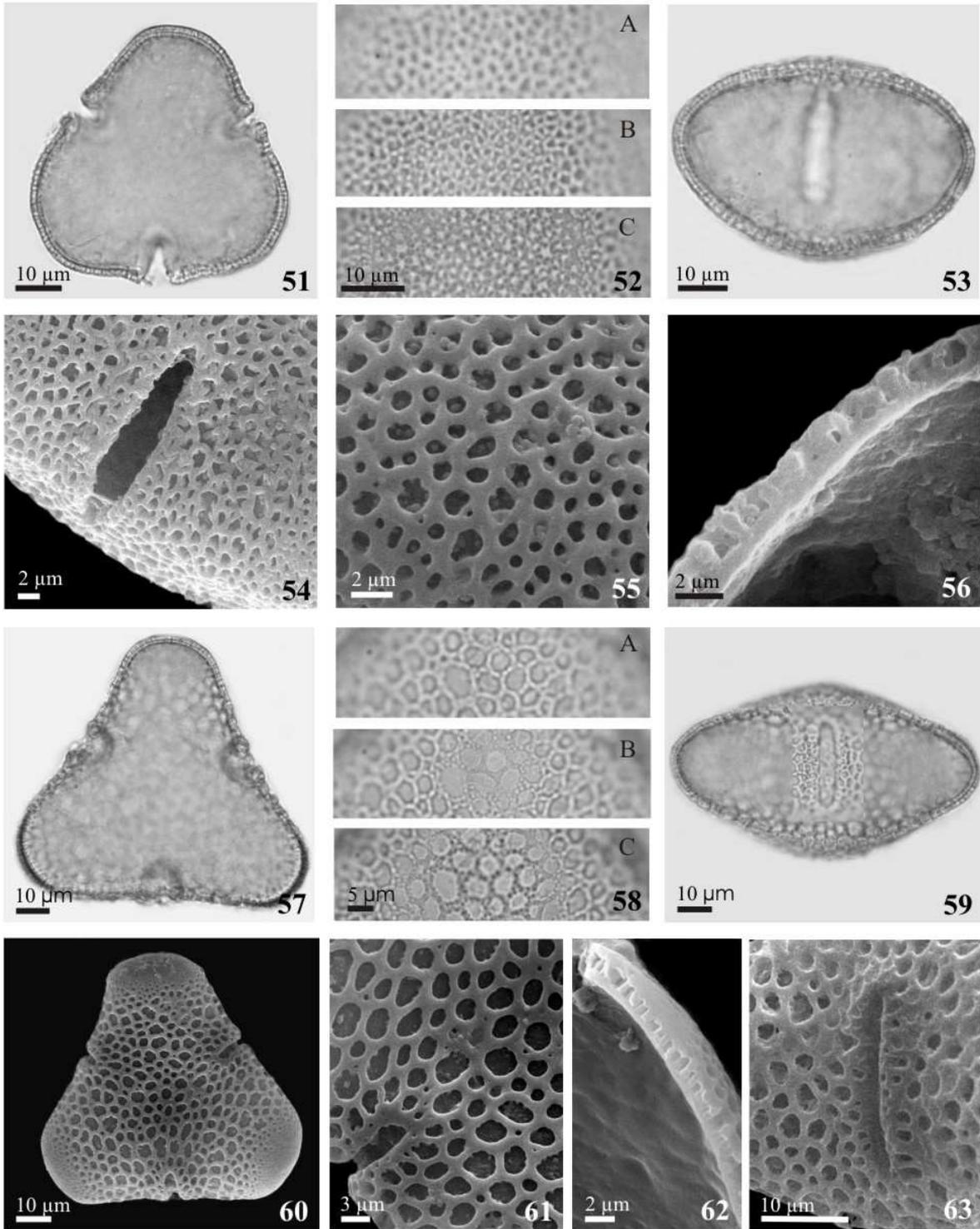
Figuras 33-41. Grãos de pólen de espécies de *Pachira* Aubl. **33-37.** *P. retusa* (Mart & Zucc.) Fernández-Alonso: 33. Corte óptico em vista polar. 34. Análise de L.O. 35. Corte óptico em vista equatorial. 36. Detalhe da superfície (MEV). 37. Detalhe da estrutura da exina, mostrando columelas bifurcadas (seta) (MEV). **38-41.** *P. tocantina* (Ducke) Fernández-Alonso: 38. Corte óptico em vista polar. 39. Vista polar (MEV). 40. Detalhe da superfície (MEV). 41. Detalhe da estrutura da exina, mostrando columelas bifurcadas (setas) (MEV).



Figuras 42-50. Grãos de pólen de espécies de *Pseudobombax* Dugand. **42-46.** *P. marginatum* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns: 42. Corte óptico em vista polar. 43. Análise de L.O. 44. Abertura e superfície em vista equatorial. 45. Detalhe da superfície (MEV). 46. Detalhe da abertura (MEV). **47-50.** *P. simplicifolium* A. Robyns: 47. Corte óptico em vista polar. 48. Corte óptico em vista equatorial, detalhe no canto superior direito da abertura (MEV). 49. Vista polar (MEV). 50. Detalhe da superfície (MEV).



Figuras 51-63. Grãos de pólen de espécies de *Pseudobombax* Dugand. **51-56.** *Pseudobombax* sp. nov. 1: 51. Corte óptico em vista polar. 52. Análise de L.O. 53. Corte óptico em vista equatorial. 54. Detalhe da abertura (MEV). 55. Detalhe da superfície (MEV). 56. Detalhe da estrutura da exina (MEV). **57-63.** *Pseudobombax* sp. nov. 2: 57. Corte óptico em vista polar. 58. Análise de L.O. 59. Corte óptico em vista equatorial, e detalhe superficial da abertura no centro. 60. Vista polar (MEV). 61. Detalhe da superfície (MEV). 62. Detalhe da estrutura da exina (MEV). 63. Detalhe da abertura (MEV).



Figuras 64-70. Grãos de pólen de *Rhodognaphalopsis faroensis* (Ducke) A. Robyns- 64. Corte óptico em vista polar. 65. Análise de L.O. 66. Detalhe da abertura. 67. Corte óptico na região da abertura. 68. Vista polar (MEV). 69. Detalhe da superfície (MEV). 70. Vista equatorial (MEV).

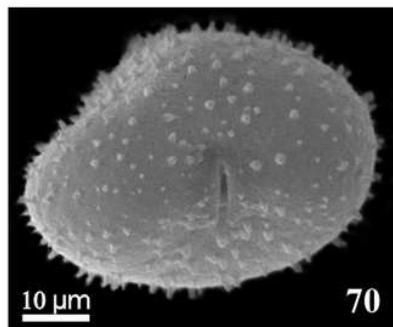
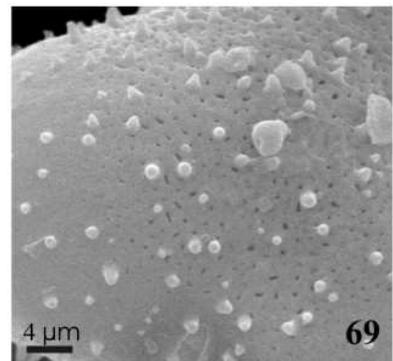
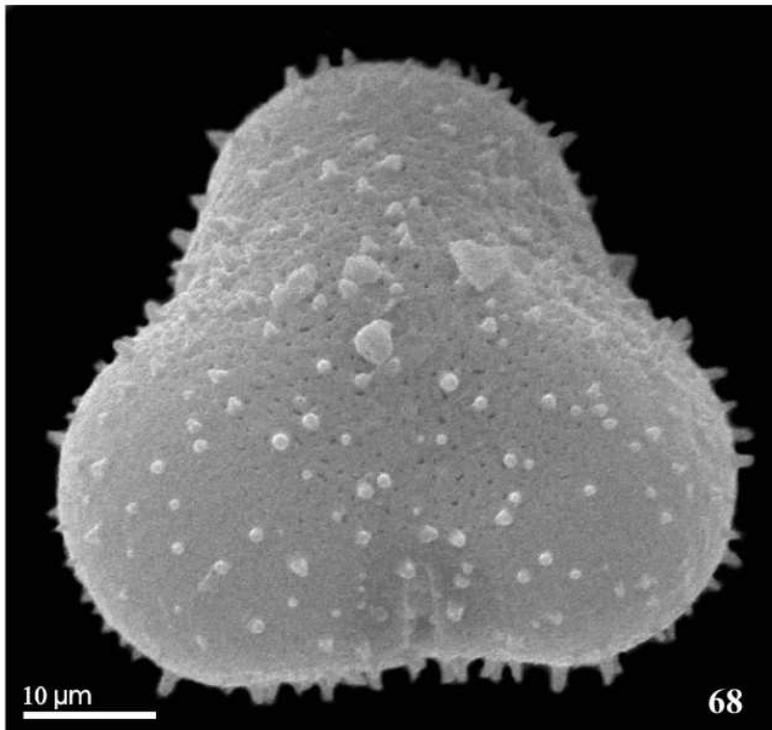
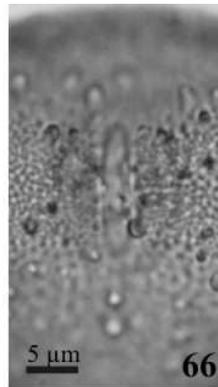
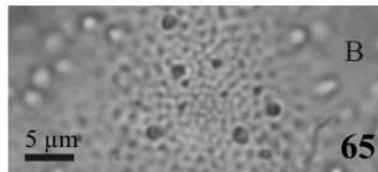
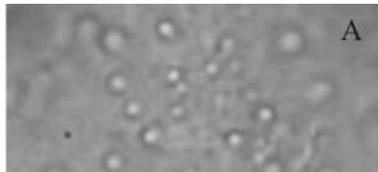
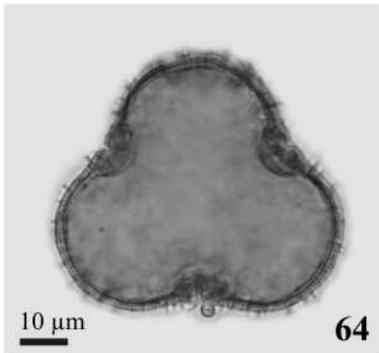


Tabela 1. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen das espécies estudadas de Bombacoideae (Malvaceae). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em μm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex	
	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv							$\bar{x} \pm S$
<i>Ceiba erianthos</i> K. Schum.													
Guedes & Eudes 4339 (ALCB)	46,1*		43,5-52,5	55,5*	46,5-63,0	57,6 \pm 1,1	46,5-67,5	0,83	0,44	23,6x1,0	—	2,1	1,7
Harley & Giulietti 54045 (HUEFS)	42,1*		39,0-45,0	60,5*	55,5-64,5	57,8*	52,5-64,5	0,70	0,46	21,9x4,1	7,8	2,0	1,2
Andrade-Lima 8145 (IPA)	38,6*		36,0-43,5	52,9*	51,0-54,0	64,4*	52,5-70,5	0,73	0,42	15,5x4,8	—	1,7	0,7
<i>C. glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.													
Queiroz <i>et al.</i> 997 (HUEFS)	47,8*		42,5-51,3	58,8*	53,8-63,8	56,0*	50,0-66,3	0,81	0,47	14,9x2,7	5,0	2,7	0,8
Lyra-Lemos <i>et al.</i> 7030 (HUEFS)	44,8*		42,0-49,5	57,8*	54,0-63,8	56,9*	52,5-61,5	0,77	0,53	16,9x4,2	5,3	2,5	0,9
Oliveira 258 (HUEFS)	46,5*		43,5-48,0	57,5*	55,5-60,0	58,6 \pm 0,5	52,5-63,0	0,81	0,47	16,7x3,6	7,1	3,2	1,0
<i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns													
Monteiro 23510 (PEUFR)	28,8 \pm 0,4		25,0-32,5	43,7 \pm 0,6	40,0-50,0	41,5 \pm 0,6	37,5-47,5	0,66	0,65	10,9x2,3	4,0	1,7	0,6
Pirani <i>et al.</i> 4356 (SPF)	24,0*		20,0-27,5	34,5*	32,5-36,2	33,1 \pm 0,5	32,1-34,0	0,69	0,59	7,2x1,0	2,5	1,7	0,7
<i>E. crenulicalyx</i> A. Robyns													
Lima 12632 (HST) (3-apert)	22,0 \pm 1,0		18,0-27,0	41,3 \pm 1,8	39,0-46,5	42,7 \pm 0,5	39,0-49,5	0,53	0,57	9,8x2,4	4,3	1,5	0,6
Lima 12632(HST) (4-apert)	—		—	—	—	42,1 \pm 0,4	39,0-45,0	—	0,55	—	—	1,4	0,6
Ducke & Lima 65 (IPA)	28,6*		25,0-33,8	41,5*	33,8-45,0	36,8 \pm 1,6	33,8-45,0	0,69	0,64	9,0x2,4	4,5	1,1	0,6
<i>E. gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns													
Andrade-Lima 5491 (IPA)	27,8 \pm 0,3		25,5-30,0	38,0 \pm 0,4	31,5-42,0	36,7 \pm 0,4	31,5-40,5	0,73	0,55	12,3x1,5	4,7	1,6	0,9
<i>E. obcordata</i> A. Robyns & A. Nilsson													
Silva <i>et al.</i> 107 (HUEFS)	30,1 \pm 0,5		27,0-33,0	44,2 \pm 0,6	40,5-52,5	42,7 \pm 0,6	37,5-48,0	0,68	0,60	11,9x2,0	5,4	1,4	0,7
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.													
Frões 26629 (SP)	56,3 \pm 0,4		52,5-60,0	69,1 \pm 0,5	63,0-73,5	66,0 \pm 0,8	57,0-70,5	0,81	0,62	17,9x3,5	7,9	1,8	1,2
Alunos Taxonomia da FUFPI s.n. (TEPB450)	—		—	—	—	61,2*	58,5-63,0	—	0,61	14,2x3,3	6,2	1,4	1,0
Miranda 72 (HUEFS)	49,0*		40,5-55,5	60,6*	52,5-67,5	59,1 \pm 0,7	52,5-67,5	0,81	0,65	20,9x5,4	10,5	1,2	1,1

Tabela 1. (Cont.)

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Pachira nervosa</i> (Uitt.) Fernández-Alonso												
Esteves <i>et al.</i> 02 (SP)	38,2*	33,0-43,5	62,2*	60,0-66,0	57,8±0,5	52,5-63,0	0,61	0,54	13,9x3,1	5,3	1,8	0,6
<i>P. retusa</i> (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso												
Freire-Fierro <i>et al.</i> s.n. (SPF106500)	46,6*	42,0-51,0	64,0*	60,0-70,5	58,2*	48,0-63,0	0,73	0,56	14,7x4,1	7,8	1,5	0,6
Junqueira <i>et al.</i> 142 (HUEFS)	48,3*	45,0-52,5	66,3*	60,0-72,0	61,4±1,0	49,5-75,0	0,73	0,56	13,2x3,4	—	1,1	0,6
Queiroz <i>et al.</i> 9634 (HUEFS)	46,0*	45,0-46,5	64,5*	63,0-67,5	60,2*	54,0-64,5	0,71	0,60	17,4x2,4	—	1,1	0,6
<i>P. tocantina</i> (Ducke) Fernández-Alonso												
Fróes 23378 (SP)	45,3*	39,0-52,5	64,6*	57,0-70,5	60,7±0,8	49,5-69,0	0,70	0,56	12,6x2,2	—	2,3	0,6
<i>Pseudobombax marginatum</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns												
Castro s.n. (EAC32129)	—	—	—	—	62,4*	58,5-66,0	—	0,57	17,8x2,0	7,0	1,7	0,8
Du Bocage 267 (IPA)	41,0*	37,5-45,0	64,0*	63,0-64,5	62,5*	55,5-70,5	0,64	0,54	24,0x6,0	15,6	1,6	0,9
Figueiredo <i>et al.</i> 175 (EAC)	39,0*	37,5-40,5	73,5*	67,5-79,5	63,4*	54,0-76,5	0,53	0,53	18,5x3,4	—	1,6	0,7
<i>P. simplicifolium</i> A. Robyns												
Queiroz & Nascimento 4628 (HUEFS)	38,8*	34,5-45,0	62,5*	58,5-67,5	61,2±1,1	48,0-69,0	0,62	0,42	20,6x5,4	—	1,9	0,6
Du Bocage 274 (IPA)	42,1*	30,0-50,0	65,4*	56,3-78,8	61,8±1,1	50,0-71,3	0,64	0,40	22,4x2,4	—	1,9	0,6
Queiroz <i>et al.</i> 7361 (HUEFS)	39,0±0,5	33,0-43,5	61,0±0,9	49,5-70,5	57,0±0,8	48,0-63,0	0,64	0,47	22,1x5,3	—	1,7	0,6
<i>Pseudodobombax</i> sp. nov. 1												
Forzza <i>et al.</i> 1591 (HUEFS)	42,4±0,8	32,5-50,0	61,3±0,5	57,5-67,5	57,2±0,7	52,5-67,5	0,69	0,53	20,1x3,1	—	1,5	0,7
<i>Pseudobombax</i> sp. nov. 2												
Carvalho-Sobrinho & Queiroz 573 (HUEFS)	52,9±0,9	45,0-65,0	90,8±0,7	82,5-100,0	79,9±0,8	70,0-87,5	0,58	0,51	23,3x4,7	—	1,7	1,2
<i>Rhodognaphalopsis faroensis</i> (Ducke) A. Robyns												
Ribeiro & Pereira 1704 (SP)	42,1±0,4	39,0-45,0	58,9±0,6	48,0-63,0	53,8±0,6	46,5-60,0	0,71	0,62	13,0x2,2	4,7	1,3	0,9
Esteves & Assunção 07 (SP)	—	—	—	—	38,6±0,8	33,0-48,0	—	0,60	—	—	1,4	0,6

BROWNLOWIOIDEAE

Esta subfamília foi representada neste trabalho, apenas pelo gênero *Berrya* DC.

***Berrya* DC.**

Espécies estudadas: *B. ammonilla* Roxb. (Fig. 71-75)

B. javanica (Turcz.) Burret (Fig. 76-78)

B. papuana Merr. & L.M. Perry (Fig. 79-82)

Grãos de pólen médios, oblatos a suboblatos, isopolares, amb subtriangular (planaperturados) a circular, 3-colporados, com costa. Ectoaberturas curtas com extremidades arredondadas; endoaberturas lolongadas a circulares. Exina microrreticulada, homobrocada (ML), tectado-perfurada a microrreticulada sob MEV; muros psilados, simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 2).

A morfologia polínica das espécies estudadas de *Berrya* é bastante homogênea, ocorrendo pequenas variações quanto ao tamanho: médio em *B. ammonilla* e *B. papuana* e grande em *B. javanica* (Tab. 2).

As ectoaberturas são curtas, com extremidades ligeiramente arredondadas, sem margens diferenciadas. As endoaberturas são lolongadas a circulares e de difícil visualização sob ML. No espécime analisado de *B. javanica*, não foi possível mensurar a ectoabertura e a endoabertura, devido à condição amassada dos grãos de pólen do espécime.

Quanto à exina, os grãos de pólen são finamente microrreticulados, com lumens homogêneos (Fig. 80 e 81). Sob MEV, é possível visualizar lumens com formas variadas e os muros psilados (Fig. 74, 75 e 78). A sexina é mais espessa que a nexina, sob ML, entretanto na região apertural, a nexina torna-se mais espessa formando a costa.

Na literatura há dados polínicos para espécies de *Berrya* apenas em Erdtman (1952), Sharma (1969) e Perveen *et al.* (2004).

Erdtman (1952) incluiu *Berrya* no tipo-*Tilia*, caracterizado pelos grãos de pólen 3-colporados, peroblatos a suboblatos. O autor descreveu os grãos de pólen de *Berrya* como tectados, contudo, observando-se as ilustrações de *B. ammonilla* apresentadas pelo próprio autor, nota-se que o grão de pólen é microrreticulado, portanto, semitectado.

Para Sharma (1969), *Berrya* compõe o tipo 3-zonobrevicolp(or)ado estabelecido por esse autor. A variação do tipo apertural colpado a colporado não foi observado em

nenhuma espécie aqui descrita.

Na descrição mais recente sobre a morfologia polínica do gênero, Perveen *et al.* (2004) observaram, sob ML, endoabertura lalongada, e sob MEV, a exina rugulada-reticulada com microespinhos sobre os muros. Esses dados são discordantes dos aqui apresentados.

Figuras 71-82. Grãos de pólen de espécies de *Berrya* DC. **71-75.** *B. ammonilla* Roxb.: 71. Corte óptico em vista polar. 72. Superfície em vista polar. 73. Corte óptico em vista equatorial. 74. Detalhe da superfície (MEV). 75. Detalhe da região apertural (MEV). **76-78.** *B. javanica* (Turcz.) Burret: 76. Corte óptico em vista polar. 77. Corte óptico na região da abertura. 78. Detalhe da superfície (MEV). **79-82.** *B. papuana* Merr. & L.M. Perry: 79. Corte óptico em vista polar. 80-81. Análise de L.O. 82. Corte óptico em vista equatorial.

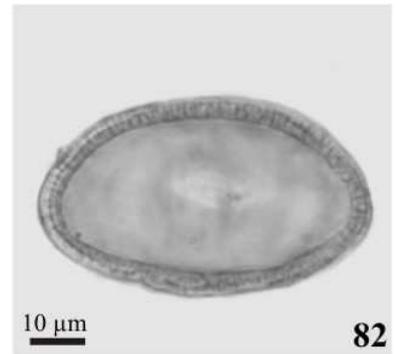
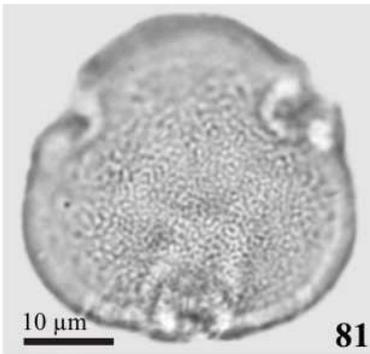
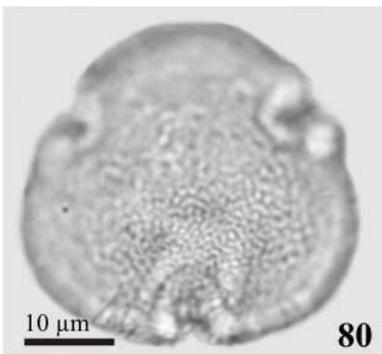
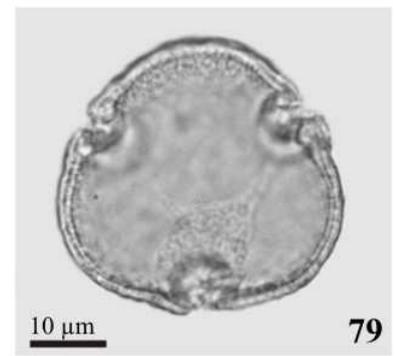
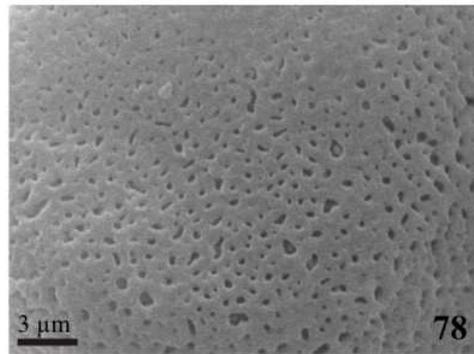
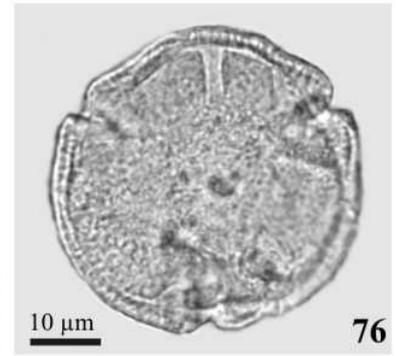
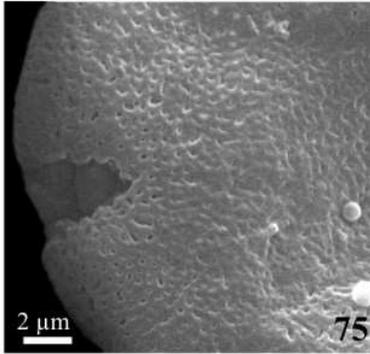
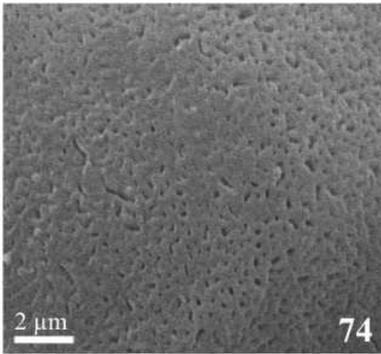
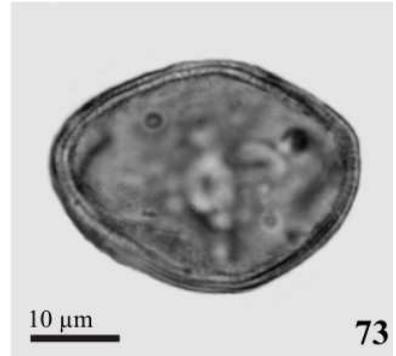
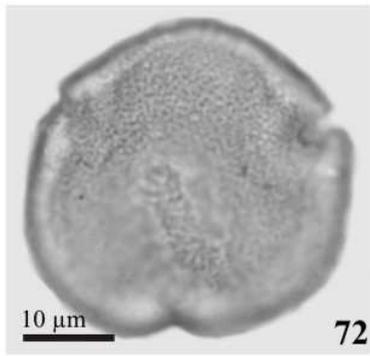
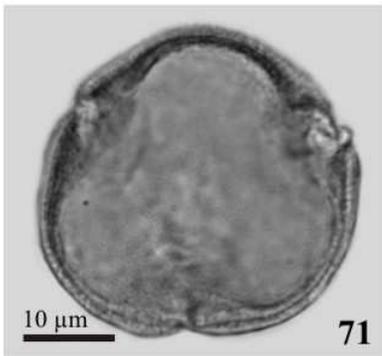


Tabela 2. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen de *Berrya* DC. (Brownlowioideae - Malvaceae). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Berrya ammonilla</i> Roxb.												
Matthew 30407 (K)	26,1±0,4	22,5-31,3	34,3±0,38	32,5-37,5	34,1±0,57	30,0-40,0	0,76	0,57	9,2x1,8	5,0	1,2	0,7
<i>B. javanica</i> (Turcz.) Burret												
Matthew 73284 (K)	26,2±0,5	22,5-30,0	38,0±0,5	32,5-42,5	38,3±0,9	30,0-52,5	0,69	0,60	–	–	1,4	0,6
<i>B. papuana</i> Merr. & L.M. Perry												
Pullen 6956 (K)	22,5±0,4	20,0-27,5	36,6±0,5	32,5-42,5	36,3±0,3	35,0-40,0	0,62	0,59	10,5x3,0	6,7	1,2	0,6

BYTTNERIOIDEAE

Grãos de pólen pequenos a grandes, suboblatos a subprolatos, isopolares, amb (sub)circular, (sub)triangular a poligonal, planaperturados ou angulaperturados; 3-7-zonoaperturados, colporados, porados; exina semitectada, reticulada, suprarreticulada, (micro)equinada. Sexina de espessura igual ou maior a da nexina.

***Byttneria* L.**

Espécies estudadas: *B. catalpaefolia* Jacq. (Fig. 83-85)

B. filipes Mart. ex K. Schum (Fig. 86-88)

Grãos de pólen pequenos a médios, suboblatos a oblato-esferoidais, isopolares, amb subtriangular (planaperturados), 3(-4)-porados, com áspide. Poros circulares a alongados em direção ao eixo polar. Exina reticulada, heterobrocada; muros contínuos ou interrompidos, psilados, simplescolumelados. Sexina com espessura maior ou igual a da nexina (Tab. 3).

O espécime analisado de *B. filipes* apresentou grãos de pólen pequenos, oblato-esferoidais; enquanto os espécimes de *B. catalpaefolia* têm grãos de pólen pequenos a médios, suboblatos (Tab. 3).

Quanto ao tipo apertural, as espécies estudadas são predominantemente 3-poradas, sendo raros (ca. 2%) os grãos de pólen 4-aperturados em *B. filipes*. As áspides são levemente granuladas e comparativamente maiores em *B. catalpaefolia* (Fig. 83).

No espécime Macedo 1004 de *B. catalpaefolia*, foram encontrados poucos grãos de pólen em vista equatorial, não sendo possível mensurar o diâmetro dos poros.

A sexina é reticulada, com lumens heterogêneos em forma e tamanho, muros sinuosos, contínuos ou interrompidos (Fig. 88). A distinção dos limites da sexina e nexina em corte óptico é muitas vezes difícil.

Os dados encontrados na literatura para as espécies aqui descritas são, em sua maioria, concordantes. Cristóbal (1968) agrupou espécies de *Byttneria* por ela estudadas, em quatro tipos polínicos com base, principalmente, no padrão de distribuição do retículo. As espécies aqui estudadas foram agrupadas em tipos polínicos distintos por essa autora: *B. catalpaefolia* foi incluída no tipo polínico caracterizado por grãos de pólen heterobrocados, com lumens maiores ao redor dos poros, enquanto *B. filipes* foi incluída no tipo com grãos de pólen com lumens de tamanho uniforme até os limites com as áspides. Entretanto a

uniformidade do retículo não foi verificada em nenhuma espécie, sendo estas descritas como reticuladas heterobrocadas. A autora ainda fez referência a grãos de pólen intectados para *Byttneria*, caráter não observado no presente estudo.

Outros estudos que tratam das espécies aqui estudadas foram os de Palácios-Chávez *et al.* (1991) e Saba *et al.* (2004), cujos resultados corroboram a maioria dos dados aqui apresentados. Grãos de pólen com amb circular e com vestíbulo foram descritos pelos primeiros autores para *B. catalpaefolia*. Enquanto os últimos autores, enquadraram as espécies de *Byttneria*, juntamente com espécies de *Ayenia* L., no tipo polínico caracterizado pelos grãos de (2)-3(-4)-porados, aspidados, planaperturados, (micror)reticulados; entretanto, a exina reticulada-rugulada, descrita por esses autores para *B. filipes*, não foi confirmada no espécime aqui analisado.

Outros estudos que tratam de espécies de *Byttneria* (Erdtman 1952; Chaudhuri 1969; Sharma 1970; Roubik & Moreno 1991; Saba & Santos 2000) registraram dados similares aos aqui apresentados, excetuando o tipo apertural colporoidado, descrito pelos dois primeiros autores. Esses autores interpretaram as proeminências aperturais da exina (áspides) como uma estrutura semelhante a um colpo.

Guazuma Plum.

Espécie estudada: *G. ulmifolia* Lam. (Fig. 89-91)

Grãos de pólen pequenos, prolato-esferoidais, amb (sub)triangular, com lados do mesocolpo levemente convexos, angulaperturados, 3-colporados, com costa. Ectoaberturas longas, com extremidades afiladas; endoaberturas lalongadas, com margens superior e inferior paralelas. Exina reticulada, heterobrocada; muros psilados, simplescolumelados. Sexina e nexina de igual espessura (Tab. 3).

Os espécimes analisados de *G. ulmifolia* apresentaram-se uniformes quanto aos principais caracteres polínicos.

As ectoaberturas são longas, chegando algumas vezes até os pólos. Sob o aumento do MEV (Fig. 91), é possível observar a membrana apertural psilada.

A superfície é reticulada, com lumens diferentes em forma e tamanho até a região apertural. Os muros são altos, sinuosos e psilados (Fig. 90 e 91). Em alguns grãos de pólen os limites entre sexina e nexina não são facilmente observáveis. Estas têm a mesma espessura, entretanto, na região apertural, a nexina torna-se mais espessa formando a costa (Fig. 89).

Dados sobre a morfologia polínica desse gênero foram apresentados por Erdtman (1952), Palacios-Chávez (1966), Chaudhuri (1969), Sharma (1970), Moncada & Salas (1983), Miranda & Andrade (1989), Palacios-Chávez *et al.* (1990; 1991), Roubik & Moreno (1991), Martinez-Hernández (1993) e Saba *et al.* (2004), os quais apresentam divergências, sobretudo, quanto ao amb (circular e subtriangular). Além disso, a exina é descrita como microrreticulada por Palacios-Chávez *et al.* (1991) e Martinez-Hernández (1993), enquanto Palacios-Chávez *et al.* (1990) observou, sob MEV, exina fossulada e perfurada, discordando dos dados aqui apresentados.

***Theobroma* L.**

Espécies estudadas: *T. cacao* L. (Fig. 92-96)

T. subincanum Mart. (Fig. 97-100)

Grãos de pólen pequenos, oblato-esferoidais a subprolatos, amb subcircular a subtriangular (angulaperturado); 3-colporados, com costa. Ectoaberturas longas com extremidades afiladas; endoaberturas lalongadas, de difícil visualização. Exina reticulada, heterobrocada; muros psilados, contínuos a interrompidos, simplescolumelados. Sexina e nexina de igual espessura (Tab. 3).

A morfologia polínica de *Theobroma* é bastante homogênea, não apresentando variações intraespecíficas significativas. A maior diferença é observada no espécime Romaniuc Neto *et al.* 489 de *T. subincanum*, que apresentou grãos de pólen subprolatos, enquanto os demais apresentaram forma oblato-esferoidal.

As aberturas são de difícil visualização em vista equatorial, por isso foram avaliadas apenas qualitativamente, uma vez que não foi possível mensurá-las. Observou-se que a nexina é mais espessa que a sexina na região das aberturas, formando a costa (Fig. 97).

O retículo é heterogêneo, com muros contínuos ou interrompidos (Fig. 94) e psilados (Fig. 96 e 100).

Roubik & Moreno (1991) descreveram os grãos de pólen de *T. cacao* como porados, diferindo dos resultados obtidos para os espécimes aqui estudados, bem como com outros dados encontrados na literatura (Erdtman 1952; Chaudhuri 1969; Moncada & Salas 1983).

***Waltheria* L.**

Espécies estudadas: *W. albicans* Turcz. (Fig. 101-109)

W. brachypetala Turcz. (Fig. 110-112)

W. cinerescens A. St.-Hil. (Fig. 113-116)

W. martiana Benth. ex J.G. Saunders (Fig. 117-118)

W. viscosissima A. St.-Hil. (Fig. 119-120)

Grãos de pólen médios a grandes, oblato-esferoidais a prolato-esferoidais, amb (sub)circular a poligonal (angulaperturado); 3(-4)-5(-6)(-7)-zonocolporados, costa e fastígio presentes. Ectoaberturas curtas (forma brevistila) a alongadas com extremidades afiladas (forma longistila); endoaberturas lalongadas a circular, com extremidades equatoriais de difícil visualização. Exina microrreticulada, homobrocada, suprarreticulada (forma longistila), (micro)equinada (forma brevistila). Sexina com espessura igual ou maior que a nexina. Sexina constituída por cinco camadas (sexina 1, 2, 3, 4, 5) (sob MET), sendo a sexina um a mais interna e a sexina cinco a mais externa.

Pelos dados da Tabela 3 é possível verificar que os diâmetros obtidos para os espécimes de forma brevistila são comparativamente maiores em relação aos espécimes de forma longistila, confirmando dados encontrados na literatura para espécies heterostíficas (Köhler 1973, 1976; Miranda & Andrade 1989; Saunders 1993; Saba *et al.* 2004).

O amb das espécies estudadas variou do subcircular ao poligonal, tendo neste último, as aberturas localizadas nos ângulos (Fig. 106 e 110).

O heteromorfismo apertural foi observado em todas as espécies estudadas, entretanto observou-se que essa variação é maior nos grãos de pólen das formas brevistilas, os quais apresentam, comparativamente, ectoaberturas mais curtas (brevicolpos) e número mais elevado de aberturas. Enquanto que nos espécimes da forma longistila (Fig. 104 e 117), as ectoaberturas são longas, com extremidades afiladas e endoaberturas lalongadas com margens superior e inferior paralelas. De um modo geral, predominaram os grãos de pólen com três e cinco aberturas. Nos grãos de pólen com mais de três aberturas, é possível perceber em vista equatorial, que elas estão dispostas numa linha sinuosa (Fig. 112).

Em alguns grãos de pólen observou-se a separação das camadas da exina na região apertural (Fig. 101), formando o fastígio. Miranda & Andrade (1989) referiram-se à presença de ânulo em *W. viscosissima* (forma brevistila). Certamente esses autores equivocaram-se, visto que ânulo é um caráter restrito a grãos de pólen porados (Punt *et al.* 2007). O espessamento observado pelos autores corresponde à costa, também evidenciada

nos espécimes aqui analisados (Fig. 108, 112 e 115)

Chaudhuri (1969) descreveu para *W. indica* L. (*W. americana*) grãos de pólen heterocolpados, enquanto Palácios-Chávez *et al.* (1990, 1991) e Salgado-Labouriau (1973) descreveram os grãos de pólen dessa espécie como pantocolporados. Esses tipos aperturais não foram observados em nenhuma das espécies aqui tratadas.

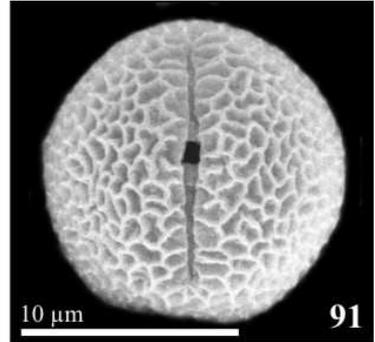
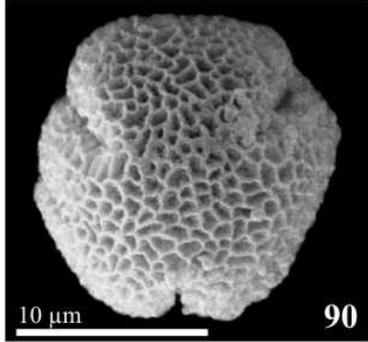
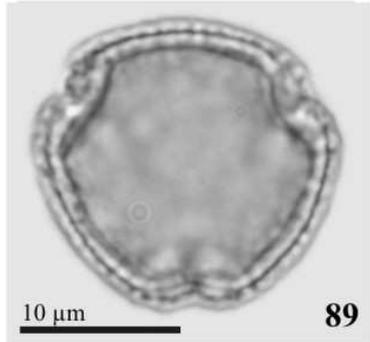
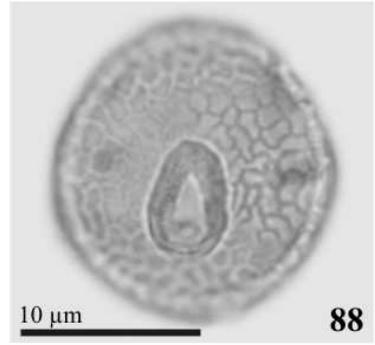
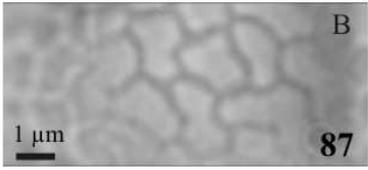
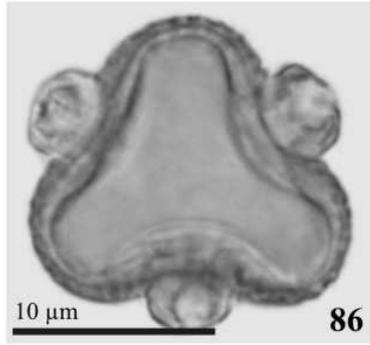
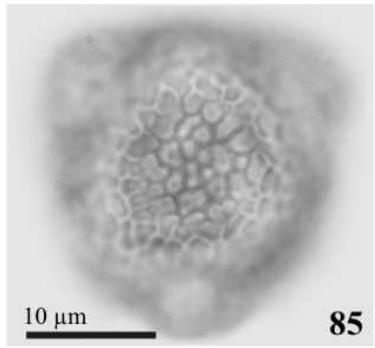
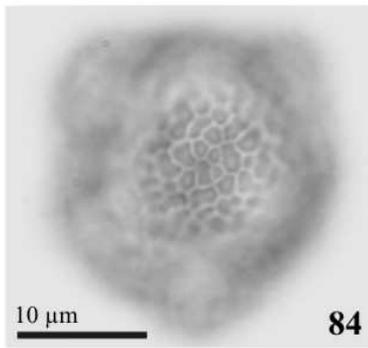
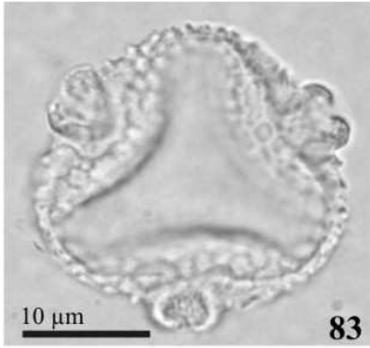
Quanto à exina, os grãos de pólen das espécies de *Waltheria* apresentaram-se suprarreticulados (forma longistila) e (micro)equinados (forma brevistila). Sob ML, observa-se que o suprarretículo diferencia-se nas espécies, com lumens menores e finos em *W. brachypetala* e *W. viscosissima* (Fig. 111), e com lumens maiores e mais grossos em *W. albicans*, *W. cinerescens* e *W. martiniana* (Fig. 102 e 105). Os espinhos são heterogêneos em tamanho, forma e diâmetro (Fig. 106-109).

A seção da parede de *W. cinerescens* (forma longistila), observada em MET, evidenciou a estratificação da sexina em cinco camadas, conforme Punt *et al.* 2007 (Fig. 116). É possível visualizar a sexina 1 formada por columelas curtas e finas sustentando o teto interno (sexina 2), compacto e contínuo; a sexina 3 formada por columelas mais grossas e mais afastadas umas das outras; sustentando o teto externo (sexina 4), mais fino e com poucas e esparsas perfurações; e a sexina 5, formada por um espessamento muriforme da sexina 4, que quando observada frontalmente forma uma imagem reticulada. A nexina é fina e contínua.

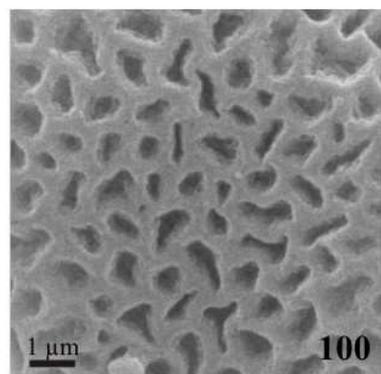
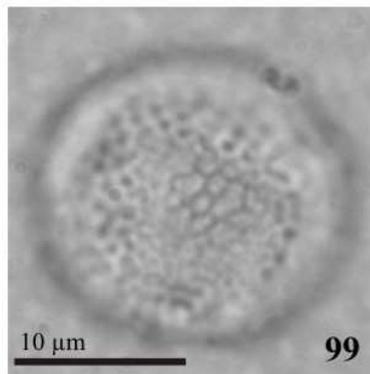
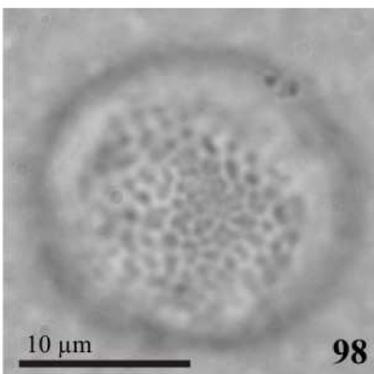
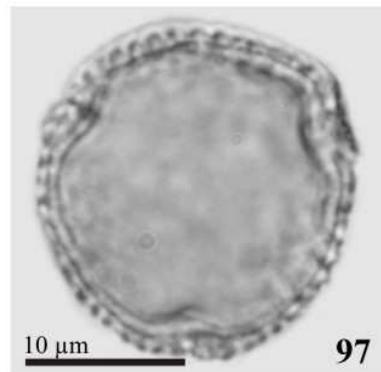
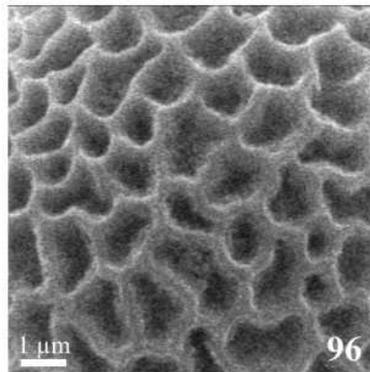
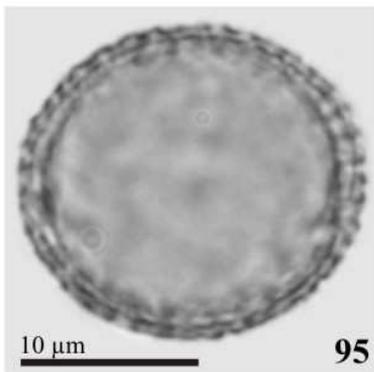
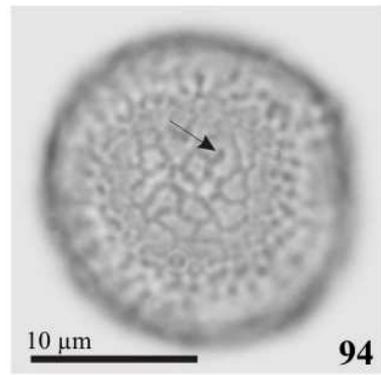
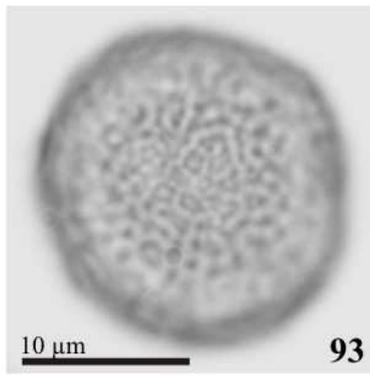
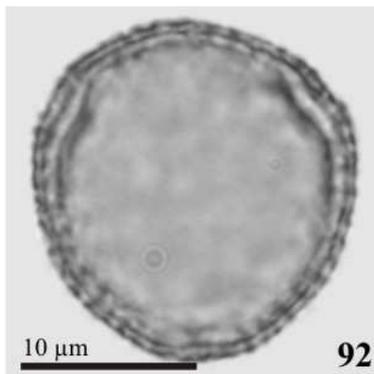
Miranda & Andrade (1989) e Saba & Santos (2003) observaram a presença de nexina 1 e 2 para espécies de *Waltheria*, o que pode ter sido interpretações erradas da estrutura sexínica aqui apresentada pela primeira vez para o gênero. A nexina, como observada em MET, é fina e não lamelada.

Descrições polínicas para outras espécies de *Waltheria*, além dos estudos supramencionados, confirmaram a maioria dos dados aqui apresentados (Erdtman 1952; Sharma 1970; Melhem *et al.* 1976; Moncada & Salas 1983; Roubik & Moreno 1991; El-Ghazali 1993; Saba & Santos 2000). Vale salientar que muitas das divergências entre esses trabalhos devem-se às interpretações equivocadas da ornamentação da exina.

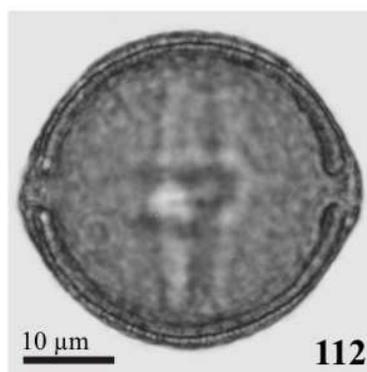
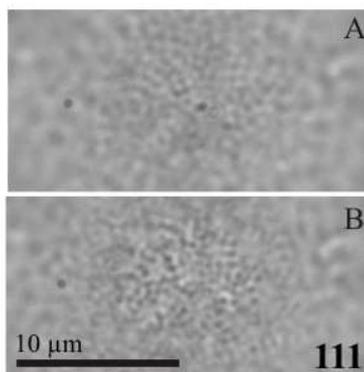
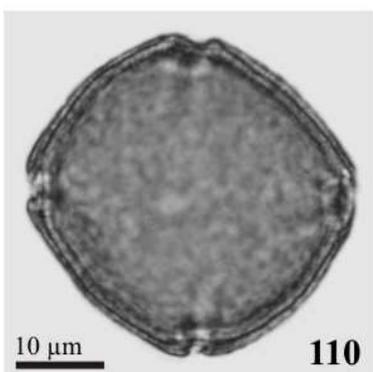
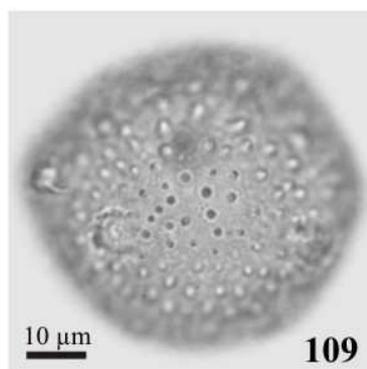
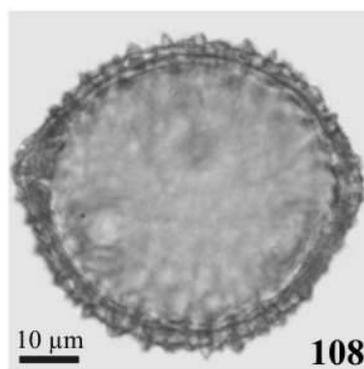
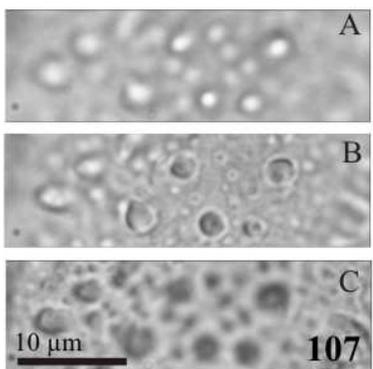
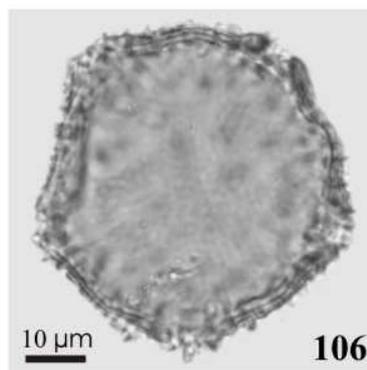
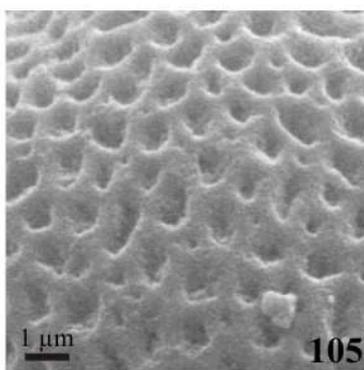
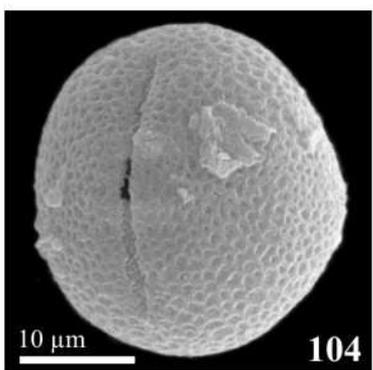
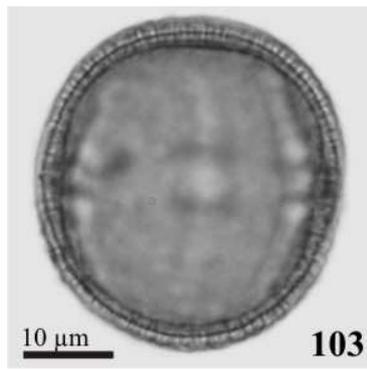
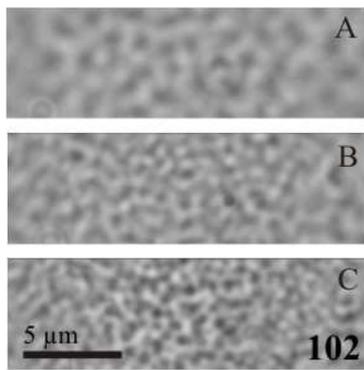
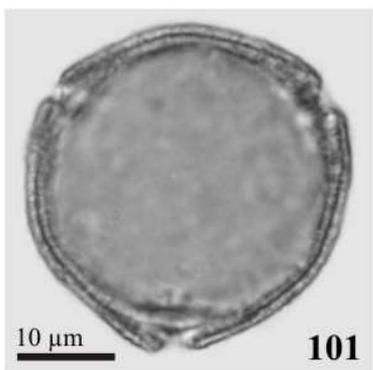
Figuras 83-91. Grãos de pólen de espécies de *Byttneria* L. e *Guazuma ulmifolia* Lam. **83-85.** *B. catalpaefolia* Jacq.: 83. Corte óptico em vista polar. 84-85. Análise de L.O. **86-88.** *B. filipes* Mart. ex K. Schum.: 86. Corte óptico em vista polar. 87. Análise de L.O. 88. Superfície e abertura em vista equatorial. **89-91.** *G. ulmifolia* Lam.: 89. Corte óptico em vista polar. 90. Vista geral (MEV). 91. Vista equatorial e abertura (MEV).



Figuras 92-100. Grãos de pólen de espécies de *Theobroma* L. **92-96.** *T. cacao* L.: 92. Corte óptico em vista polar. 93-94. Análise de L.O., detalhe do muro interrompido (seta). 95. Corte óptico em vista equatorial. 96. Detalhe da superfície (MEV). **97-100.** *T. subincanum* Mart.: 97. Corte óptico em vista polar. 98-99. Análise de L.O. 100. Detalhe da superfície (MEV).



Figuras 101-112. Grãos de pólen de espécies de *Waltheria* L. **101-105.** *W. albicans* Turcz. (forma longistila): 101. Corte óptico em vista polar. 102. Análise de L.O. 103. Corte óptico em vista equatorial. 104. Vista equatorial (MEV). 105. Detalhe da superfície (MEV). **106-109.** *W. albicans* Turcz. (forma brevistila): 106. Corte óptico em vista polar. 107. Análise de L.O. 108. Corte óptico em vista equatorial. 109. Superfície em vista equatorial. **110-112.** *W. brachypetala* Turcz. (forma longistila): 110. Corte óptico em vista polar. 111. Análise de L.O. 112. Corte óptico em vista equatorial.



Figuras 113-120. Grãos de pólen de espécies de *Waltheria* L. **113-116.** *W. cinerescens* A. St.-Hil. (forma longistila): 113. Corte óptico em vista polar. 114. Análise de L.O. 115. Corte óptico em vista equatorial. 116. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). **117-118.** *W. martiniana* Benth. ex J.G. Saunders: 117. Vista geral (MEV). 118. Detalhe da superfície (MEV). **119-120.** *W. viscosissima* A. St.-Hil.: 119. Corte óptico em vista polar. 120. Corte óptico em vista equatorial. (S1= sexina 1; S2= sexina 2; S3= sexina 3; S4= sexina 4; S5= sexina 5)

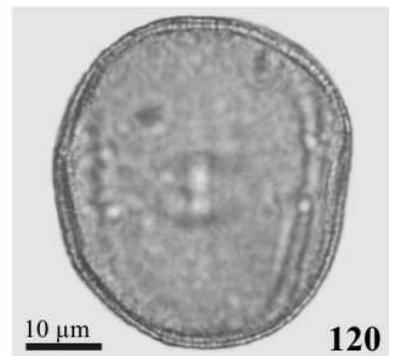
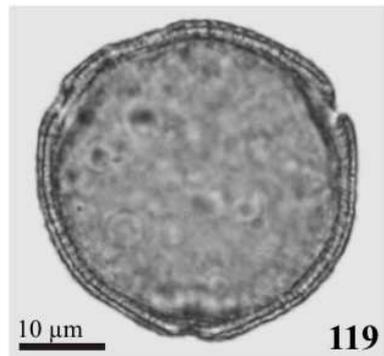
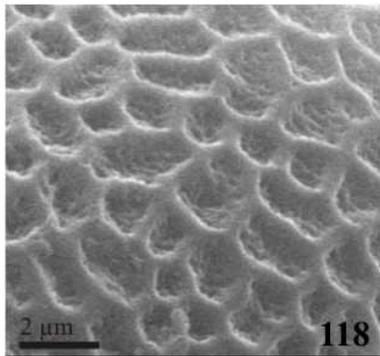
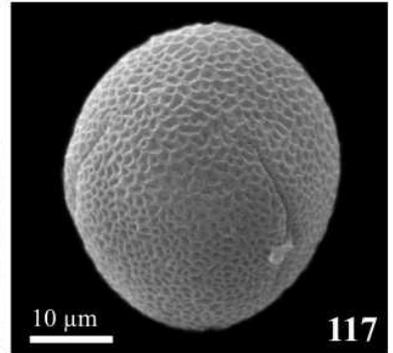
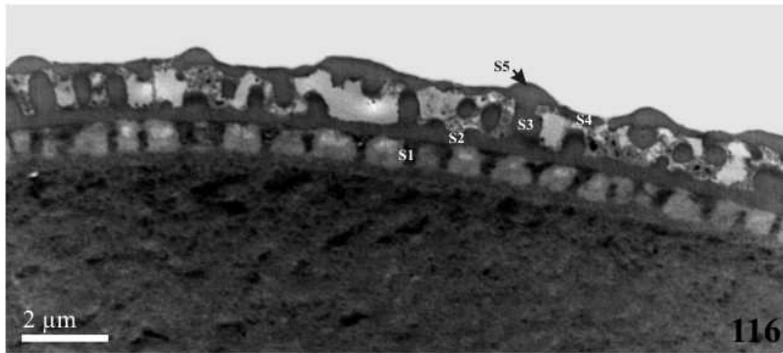
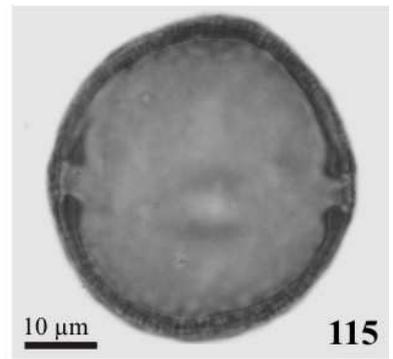
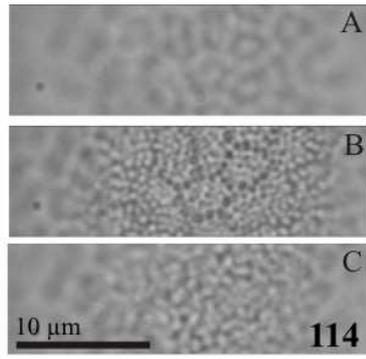
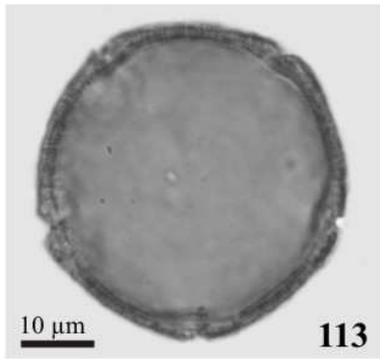


Tabela 3. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen das espécies estudadas de Byttnerioideae (Malvaceae). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; Ásp= áspide; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; L= forma longistila; B= forma brevistila; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	Ásp	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Byttneria catalpaefolia</i> Jacq.												
Hatschbach 15848 (SP)	21,1*	19,5-22,5	24,0*	22,5-26,0	22,8±0,2	21,0-24,0	0,88	4,0	2,8x3,7	–	1,0	1,0
Macedo 1004 (SP)	18,9*	16,5-21,0	22,5*	21,0-24,0	20,9±0,2	19,5-22,5	0,84	3,3	–	–	1,1	0,6
<i>B. filipes</i> Mart. ex K. Schum.												
Lima 4445 (IPA)	18,7*	16,5-21,0	19,8*	18,0-21,0	18,2±0,8	16,5-21,0	0,94	2,7	2,4x3,4	–	1,0	0,6
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.												
Agra <i>et al.</i> 669 (JPB)	16,5±0,2	15,0-18,0	15,9±0,6	15,0-19,0	16,1±0,5	15,0-18,0	1,04	–	11,0x1,0	1,0	0,6	0,6
Figueiredo s.n. (EAC 11783)	17,9±0,3	15,7-21,0	17,4±0,3	15,0-19,5	17,4±0,3	15,0-19,5	1,03	–	12,6x0,9	1,2	0,6	0,6
<i>T. cacao</i> L.												
Santos 3744 (CEPEC)	16,9*	13,5-19,5	18,4*	15,0-21,0	18,0±0,2	16,5-21,0	0,92	–	–	–	0,6	0,6
Santos 3743 (CEPEC)	16,0*	15,0-16,5	17,0*	16,5-18,0	18,3*	15,0-21,0	0,94	–	–	–	0,6	0,6
Saba 01 (HUEFS)	17,7±0,2	16,0-20,0	19,4±0,2	17,0-22,0	19,4±0,3	18,0-22,0	0,91	–	–	–	0,7	0,5
<i>Theobroma subincanum</i> Mart.												
Sant'ana <i>et al.</i> 261 (CEPEC)	15,7*	13,5-18,0	17,9*	16,5-19,5	16,8±0,2	15,0-18,0	0,88	–	–	–	0,6	0,6
Romaniuc Neto <i>et al.</i> 489 (SP)	21,7*	19,5-24,0	18,0*	17,0-20,5	18,7*	16,5-21,0	1,20	–	–	–	0,6	0,6
<i>Waltheria albicans</i> Turcz.												
Saunders & Carvalho 3120 (CEPEC) (L)	35,1±0,3	31,5-37,5	33,1±0,3	30,0-36,0	33,3±0,3	31,5-36,0	1,06	–	22,5x1,1	3,8	1,4	0,8
Saunders & Carvalho 3117 (CEPEC) (L)	33,9±0,4	30,0-34,5	32,3±0,4	28,5-34,5	34,3±0,4	31,5-37,5	1,05	–	22,3x1,6	4,1	1,4	0,8
Fernandes & Nunes s.n. (EAC 8517) (B)	43,6*	39,0-48,0	48,9*	43,5-52,5	48,5*	45,0-51,0	0,89	–	3,5x3,8	–	1,4	1,2
<i>W. brachypetala</i> Turcz.												
Saunders & Carvalho 3116 (CEPEC) (L)	35,3±0,3	31,5-39,0	35,2±0,4	31,5-37,5	35,3±0,3	31,5-37,5	1,00	–	21,2x2,5	4,2	1,2	0,6
Hatschbach & Kummrow 48064 (CEPEC) (L)	33,5±0,4	30,0-37,5	35,3±0,5	31,5-39,0	35,6*	30,0-39,0	0,95	–	18,8x2,4	2,8	1,2	0,6

Tabela 3. (Cont.)

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	Ásp	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Fv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Fv	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Fv						
<i>Waltheria cinerescens</i> A. St.-Hil.												
Harley <i>et al.</i> 20540 (SPF) (L)	41,8±0,3	39,0-45,0	42,1±0,3	39,0-45,0	42,6*	40,5-43,5	0,99	–	25,6x3,6	4,5	2,0	0,6
Harley <i>et al.</i> 18570 (CEPEC) (L)	37,7*	36,0-40,5	37,0*	34,5-40,5	36,8*	36,0-39,0	1,01	–	17,2x1,6	3,2	1,8	1,0
<i>W. martiana</i> Benth. ex J.G. Saunders												
Harley 16683 (CEPEC) (L)	49,5*	46,5-54,0	47,8*	45,0-54,0	46,0*	43,5-48,0	1,03	–	31,7x2,3	5,3	1,0	1,0
Queiroz & Nascimento 3480 (HUEFS) (B)	58,1*	54,0-63,0	59,8*	57,0-66,0	60,0*	55,5-64,5	0,97	–	–	–	1,0	1,0
<i>W. viscosissima</i> A. St.-Hil.												
Hatschbach & Kummrow 48065 (CEPEC) (L)	40,1±0,5	34,5-42,7	36,4±0,5	31,5-39,0	35,4*	32,3-40,5	1,10	–	15,2x2,5	5,6	1,0	0,6
Mattos-Silva <i>et al.</i> 2738 (HUEFS) (L)	36,7*	33,0-42,0	35,6*	33,0-39,0	34,0*	31,5-36,0	1,03	–	16,0x1,0	4,0	1,4	1,0

DOMBEYOIDEAE

Esta subfamília foi representada neste trabalho, apenas pelo gênero *Dombeya* Cav.

***Dombeya* Cav.**

Espécie estudada: *D. wallichii* Benth. & Hook (Fig. 121-125)

Grãos de pólen grandes, suboblato, isopolares, amb subcircular; 3(-4)-porados, com ânulo. Poros margeados por dois espinhos. Exina equinada, teto perfurado-microrreticulado, homobrocado; espinhos monomórficos, com extremidades agudas e base larga, distribuídos homoganeamente por todo grão de pólen, localizados sobre elevações da sexina. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 4).

Os valores obtidos para a dimensão dos diâmetros e forma dos grãos de pólen dos espécimes analisados não apresentaram variações significativas, conforme os dados apresentados na Tabela 4.

Em todos os espécimes, nas preparações, os grãos de pólen caíram preferencialmente em vista polar, além de muitos apresentarem-se amassados.

Os poros são circulares e, em corte óptico, apareceram margeados por dois espinhos (Fig. 122). Observou-se a ocorrência de raros grãos de pólen (ca. 2%) com quatro aberturas.

A exina é equinada, com espinhos distribuídos esparsamente sobre a superfície do grão de pólen. Os espinhos têm ápice agudo e base larga, e estão localizados sobre um espessamento da sexina, formado pelas columelas mais longas (Fig. 122 e 125). O teto é perfurado a microrreticulado, sob ML e MEV (Fig. 123-124) é possível observar a distribuição das perfurações e do microrretículo até a base do espinho. Na região interespinal, a nexina é mais espessa que a sexina, e na região apertural, torna-se mais espessa, formando o ânulo. Sob MET (Fig. 125), observa-se a nexina compacta e espessa, as columelas heterogêneas em forma, largura e altura, sustentando um semiteto fino.

Há dados na literatura para a espécie aqui estudada em Sharma (1970) e Melhem *et al.* (1976), cujos resultados foram semelhantes aos aqui apresentados, excetuando a exina com área interespinal pilada referida pelas últimas autoras. Erdtman (1952) descreveu as espécies de *Dombeya*, juntamente com espécies de outros gêneros da tribo Dombeyae (Sterculiaceae) como 3-porados (-colp(oid)orados), suboblato a esferoidais,

equinados, sexina e nexina de igual espessura. Enquanto Chaudhuri (1969) e El-Ghazali (1993) encontraram caracteres polínicos que corroboram os resultados do presente estudo.

Figuras 121-125. Grãos de pólen de *Dombeya wallichii* Benth. & Hook.: 121. Corte óptico em vista polar. 122. Corte óptico na região da abertura. 123. Vista geral (MEV). 124. Detalhe da superfície (MEV). 125. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). (t= teto; c= columela; n= nexina)

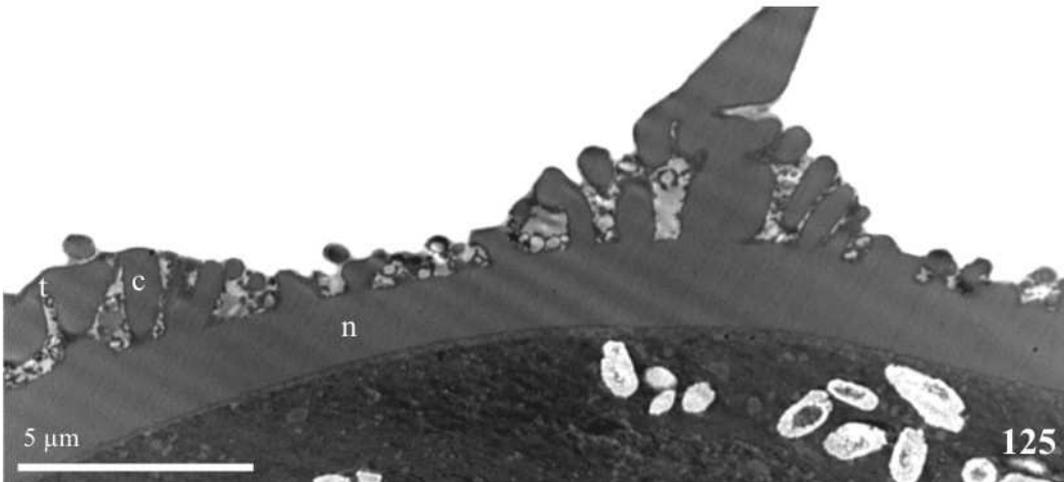
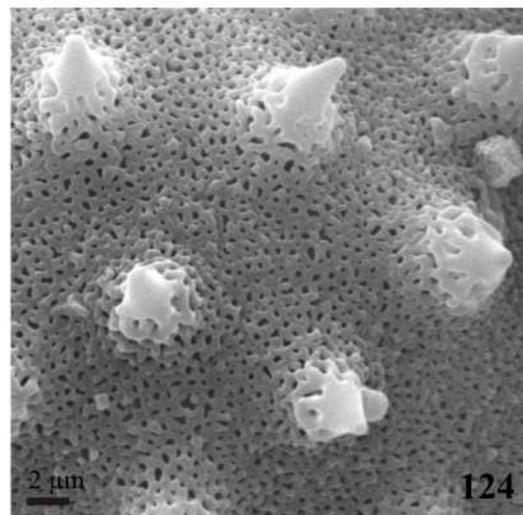
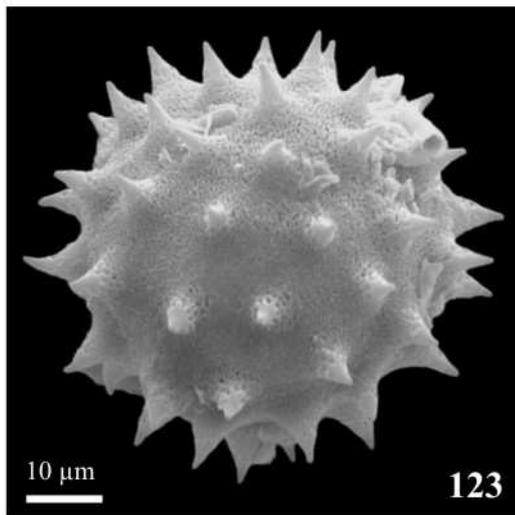
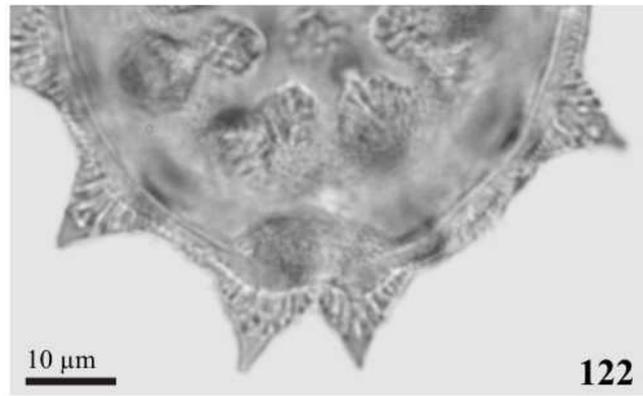
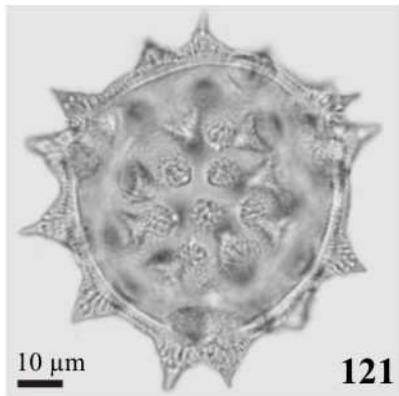


Tabela 4. Caracteres morfométricos de *Dombeya wallichii* Benth. & Hook (Dombeyoideae - Malvaceae s.l.). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; d= distância interespinal; b= diâmetro da base do espinho; h= altura do espinho; he= altura da elevação da sexina subespinal; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécime	DP		DE		DEp		P/E	Poro	Espinho				Sex	Nex	
	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv			$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	d	b			h
<i>Dombeya wallichii</i> Benth. & Hook															
Oliveira <i>et al.</i> s.n. (ALCB 2656)	58,0*		50,0-62,5	66,5*	60,0-77,5	63,7±0,5	60,0-67,5	0,87	5,0	7,0	3,8	6,3	6,3	1,9	1,0
Nunes & Castro s.n. (EAC 7118)	46,3*		42,5-50,0	52,5*	50,0-55,0	58,7*	50,0-62,5	0,88	5,0	16,2	3,5	5,7	5,7	2,0	1,0
Mori 10.400 (CEPEC)	55,8*		52,5-60,0	65,8*	62,5-70,0	63,2±0,9	55,0-75,0	0,85	5,8	6,9	3,8	6,1	6,1	2,0	1,0
Barreto <i>et al.</i> 697 (SP)	46,6*		40,0-52,5	52,5*	43,7-61,5	48,0±0,8	40,0-52,5	0,88	5,5	15,5	4,3	4,0	4,0	2,4	0,7

GREWIOIDEAE

Grãos de pólen médios a grandes, prolato-esferoidais a prolatos, isopolares, com amb (sub)circular, (sub)triangular; 3-colporados, angulaperturados, ptico-aperturados; exina (micror)reticulada, suprarreticulada, heterobrocada, ornamentação uniforme ou distinta nas regiões do apocolpo e mesocolpo; muros psilados, simplescolumelados. Sexina maior ou igual à nexina.

***Corchorus* L.**

Espécies estudadas: *C. argutus* H.B.K. (Fig. 126-129)

C. hirtus L. (Fig. 130-134)

Grãos de pólen médios, subprolotos a prolatos, isopolares, amb subcircular a subtriangular (angulaperturados a ptico-aperturados); 3-colporados, com costa e fastígio. Ectoabertura longa a muito longa, com extremidades afiladas; endoaberturas lalongadas com margens superior e inferior paralelas ou côncavas, extremidades equatoriais não visíveis; membrana apertural psilada. Exina reticulada, suprarreticulada, heterobrocada, com lumens menores (microrretículo) na região polar e apertural; muros estreitos, sinuosos, psilados e simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 5).

Quanto à forma, predominaram os grãos de pólen prolotos, sendo os espécimes Tschá & Tschá 1817 e Mendes s.n. (TEPB 11079) de *C. hirtus*, os únicos a estarem na classe de grãos de pólen subprolotos ($P/E = 1,28$ e $1,31$, respectivamente). O amb variou entre subtriangular a subcircular, lobados nos grãos de pólen ptico-aperturados (Fig. 126).

As aberturas são bem definidas, estando localizadas em invaginações do contorno do grão de pólen (ptico-aperturado) (Fig. 126) ou nos ângulos de grãos de pólen subtriangulares (angulaperturados) (Fig. 130). As ectoaberturas são estreitas e longas, com extremidades afiladas e margem diferenciada; as endoaberturas são lalongadas com margens superior e inferior paralelas ou côncavas (Fig. 127). Na região apertural dos grãos de pólen de *C. hirtus*, a sexina e nexina se separam formando uma cavidade, o fastígio (Fig. 130).

A exina é reticulada, com lumens estreitos e alongados (Fig. 129), suprarreticulada, heterobrocada (Fig. 133). Sob o aumento do MEV, principalmente, foi possível verificar que os lumens do retículo diminuem em direção a região polar e apertural, diferenciando-se da região equatorial (Fig. 132). A sexina é mais espessa que a

nexina na maioria dos espécimes analisados (Tab. 5); o teto é sustentado por columelas curtas e largas, e a nexina fina (Fig. 134).

Para Mambrín & Ferrucci (2006), as espécies de *Corchorus* aqui estudadas, juntamente com *Heliocarpus popayanensis*, compõem o subtipo polínico *Corchorus argutus* desses autores, caracterizado pelos grãos de pólen com margem bem definida. Os dados aqui observados são concordantes com os apresentados por esses autores para a maioria dos caracteres polínicos, com exceção da membrana apertural ornamentada.

Para outras espécies de *Corchorus*, os dados obtidos no presente estudo são concordantes com a maioria dos dados encontrados na literatura (Erdtman 1952; Patel & Datta 1958; Datta & Panda 1961; Sharma 1969; El-Ghazaly 1991; Palácios-Chávez *et al.* 1991; Roubik & Moreno 1991; Perveen *et al.* 2004).

Patel & Datta (1958) referiram-se a grãos de pólen colpados, enquanto Datta & Panda (1961) e El-Ghazali (1991) registraram a ocorrência de grãos de pólen 4-colporados. A membrana apertural granulada foi descrita por El-Ghazaly (1991) e Perveen *et al.* (2004), sob MEV. Em todos os espécimes aqui analisados, foi observado apenas o tipo polínico 3-colporado, com membrana apertural desprovida de grânulos.

***Heliocarpus* L.**

Espécie estudada: *H. popayanensis* H.B.K. (Fig. 135-137)

Grãos de pólen médios, subprolatos a prolatos, isopolares, amb (sub)circular; 3-colporados, com costa. Ectoaberturas longas, com extremidades afiladas; endoaberturas lalongadas, com margens superior e inferior paralelas, extremidades equatoriais não visíveis (Fig. 136). Exina reticulada, heterobrocada; muros psilados, simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 5).

Os grãos de pólen dos espécimes estudados apresentaram uniformidade, no que se refere ao tamanho (Tab. 5), no entanto, diferiram quanto à forma subprolata em Kuhn s.n. (SP 233910) e prolata em Joly s.n. (SPF 16212).

As endoaberturas são lalongadas, com as extremidades equatoriais não distintas, dando impressão de serem contínuas.

A sexina apresenta ornamentação reticulada, com lumens heterogêneos quanto à forma e ao tamanho, diminuindo de tamanho em direção à região apertural (Fig. 137).

Os dados aqui obtidos para *Heliocarpus popayanensis* corroboram os resultados dos espécimes analisados por Roubik & Moreno (1991), Perveen *et al.* (2004) e Mambrín & Ferrucci (2006), bem como os resultados encontrados para outras espécies desse gênero (Lozano-García & Hernández 1990; Palacios-Chávez *et al.* 1991), excetuando a presença de verrugas nos lumens do retículo, observadas pelos últimos autores sob ML.

***Luehea* Willd.**

Espécies estudadas: *L. candicans* Mart. & Zucc. (Fig. 138-145)

L. divaricata Mart. (Fig. 146-150)

L. grandiflora Mart. (Fig. 151-154)

Grãos de pólen médios a grandes, prolato-esferoidais a subprolotos, isopolares amb (sub)triangular, angulaperturado; 3-colporados, com costa. Ectoabertura longa a muito longa, com extremidades arredondadas e afiladas; endoabertura lalongada com margens superior e inferior paralelas; membrana apertural ornamentada. Exina reticulada, heterobrocada, com lumens menores (microrretículo) nas regiões polar e apertural; muros psilados, sinuosos, simplescolumelados. Sexina com espessura maior ou igual a da nexina (Tab. 5).

As espécies de *Luehea* têm grãos de pólen variando de médios a grandes (36,6-55,0 µm), sendo os maiores encontrados no espécime Hoehne s.n. (SPF 13947) analisado de *L. candicans* e os menores encontrados em *L. divaricata* (Matos-Silva 3128) (Tab. 5).

Quanto à forma, apenas o espécime Martins & Nunes s.n. (EAC 7473) apresentou grãos de pólen prolato-esferoidais, os demais são subprolotos. O amb, na maioria das espécies, variou entre o subtriangular e o triangular, entretanto, verificou-se a presença de raros grãos de pólen lobados, com o mesocolpo levemente convexo, caráter também observado por Perveen *et al.* (2004).

A análise de L.O. (Fig. 139 e 141) e o exame ao MEV (Fig. 142, 143, 152 e 153) revelaram a variação apresentada pelos grãos de pólen desse gênero, quanto ao tipo de ornamentação na região polar, microrreticulado, e na região equatorial, reticulado. Os lumens do retículo apresentam-se com forma e tamanhos variados, sendo menores na região apertural e polar.

A área polar dos espécimes analisados de *L. candicans* e *L. grandiflora* é pequena (IAP= 0,29-0,43), entretanto, *L. divaricata* diferenciou-se destas por apresentar área polar muito grande (IAP= 0,84) (Tab. 5). No espécime Matos-Silva 3128 dessa última espécie, não foi possível mensurar o lado do apocolpo, pois as extremidades das ectoaberturas em vista polar eram de difícil visualização.

A sexina apresentou espessura igual ou maior que a nexina (Tab. 5). Sob MEV, a seção transversal da exina dos grãos de pólen de *L. candicans* apresenta o teto sustentado por columelas largas e muito próximas sobre a nexina, que apresenta superfície interna lisa (Fig. 145). A análise sob MET (Fig. 150) mostrou que em *L. divaricata* as columelas são

largas, curtas e esparsas sob o teto, que é variavelmente espesso, a nexina é compacta, fina e contínua, e a intina - às vezes tão espessa quanto à exina.

Os grãos de pólen de *Luehea candicans* e *L. divaricata* foram incluídos por Mambrín & Ferrucci (2006) no subtipo polínico *Luehea candicans* desses autores, caracterizado pelos grãos de pólen sem margem definida. Essas autoras referem-se ainda a presença de perfurações e ao tipo apertural zonorado e sincolporado. Da mesma forma, há referência de grãos de pólen zonorados em Corrêa *et al.* (1992) para *L. grandiflora*. Tais caracteres não foram observados em nenhum dos espécimes aqui analisados.

As descrições palinológicas apresentadas para outras espécies de *Luehea* (Tsukada 1964; Sharma 1969; Palacios-Chávez *et al.* 1991; Roubik & Moreno 1991) estão em consonância com a descrição das espécies analisadas neste trabalho.

***Triumfetta* L.**

Espécies estudadas: *T. althaeoides* Lam. (Fig. 155-159)

T. bartramia L. (Fig. 160-162)

T. semitriloba L. (Fig. 163-168)

Grãos de pólen médios a grandes, prolatos, isopolares, amb subcircular; 3-colporados, com fastígio. Ectoabertura longa, estreita com extremidades afiladas; endoabertura lalongada com margens superior e inferior paralelas na maioria das espécies. Exina reticulada, heterobrocada, com lumens do retículo menores na região apertural; muros psilados, simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 5).

Apesar da variação de tamanho mostrada na Tabela 5, os grãos de pólen das espécies analisadas de *Triumfetta* são predominantemente médios.

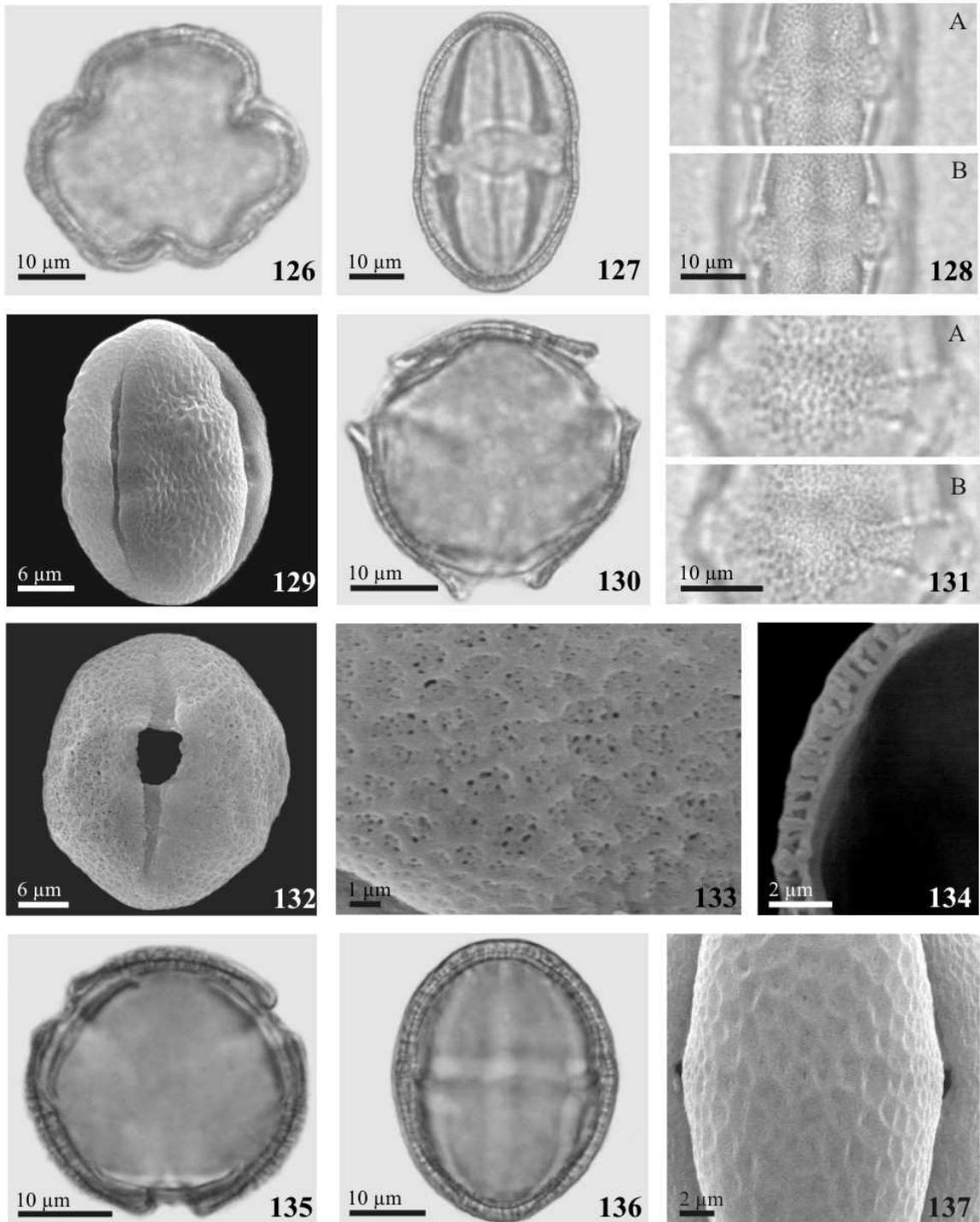
As ectoaberturas são largas e longas. As endoaberturas são lalongadas, de fácil definição sob ML, com margens superior e inferior paralelas ou, menos freqüentemente, côncavas; extremidades equatoriais distintas em *T. althaeoides* e *T. semitriloba* (Fig. 156 e 165).

Em corte óptico, a exina das espécies estudadas, apresenta columelas longas e distintas (Fig. 156, 161, 163 e 165); sob MEV, é possível observar as columelas longas e muito próximas sustentando um teto fino em *T. semitriloba* (Fig. 168). A superfície da exina sob ML (Fig. 157, 162 e 164) apresentou-se reticulada, com lumens heterogêneos, e sob MEV, reticulada-perfurada (Fig. 154, 159 e 167). Os muros são estreitos e desprovidos de elementos esculturais.

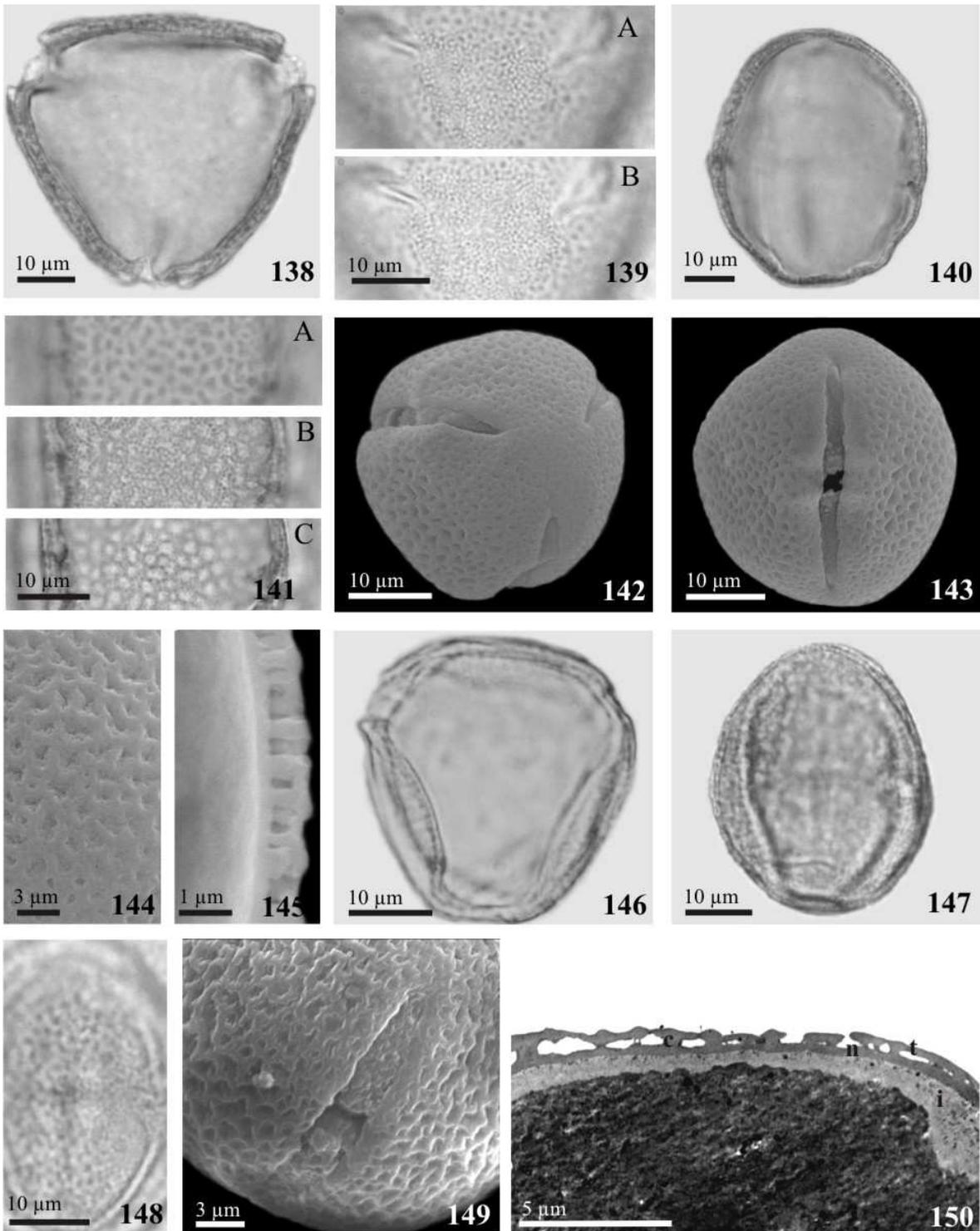
Das espécies de *Triumfetta* aqui estudadas, há dados palinológicos na literatura apenas para *T. semitriloba* em Sharma (1969), Palacios-Chávez *et al.* (1991), Corrêa *et al.* (1992) e Mambrín & Ferrucci (2006), cujos resultados estão, em sua maioria, em concordância com os aqui apresentados. Palacios-Chávez *et al.* (1991) e Corrêa *et al.* (1992) referiram-se ao tipo apertural zonorado, não observado em nenhum espécime aqui analisado.

Erdtman (1952), Roubik & Moreno (1991) e Perveen *et al.* (2004) estudaram palinologicamente outras espécies de *Triumfetta*, encontrando caracteres polínicos similares aos aqui apresentados, excetuando a membrana apertural granulada observada por Perveen *et al.* (2004).

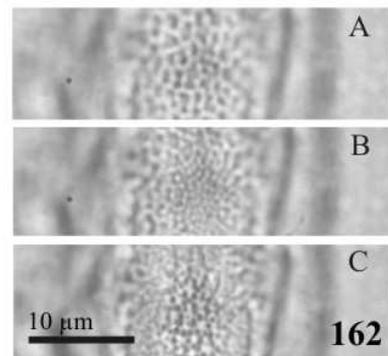
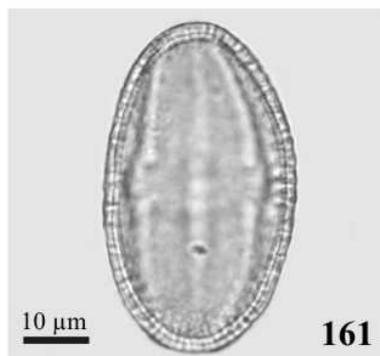
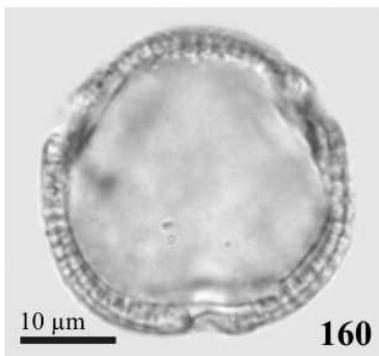
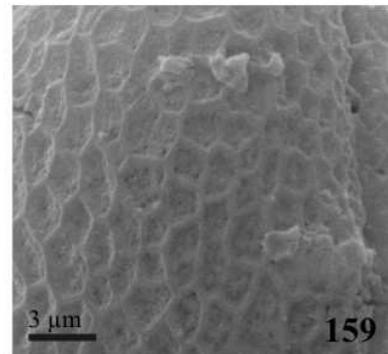
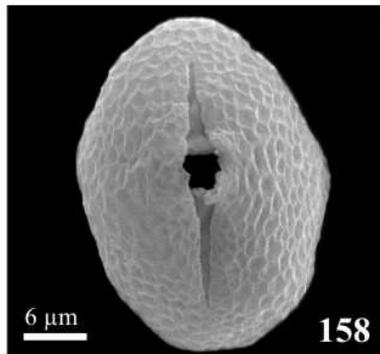
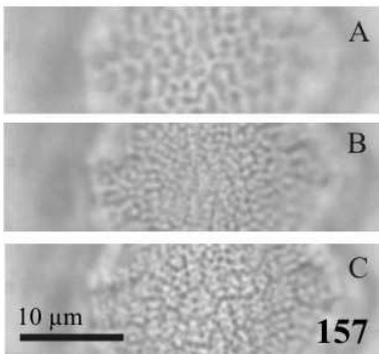
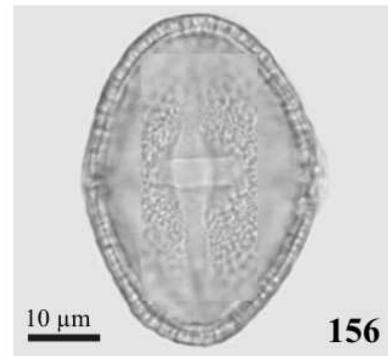
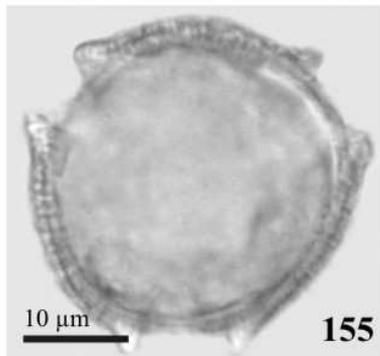
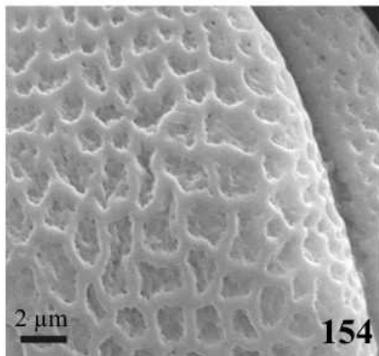
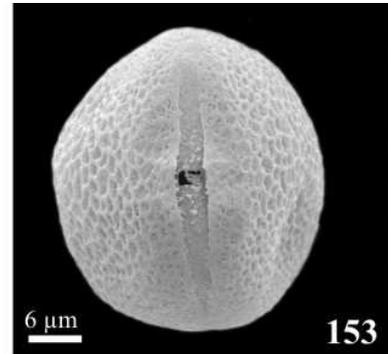
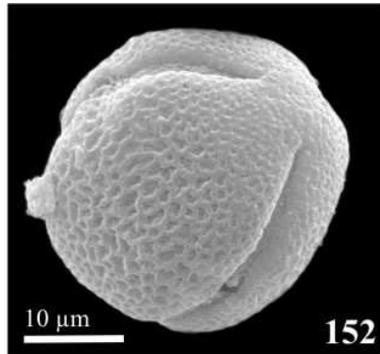
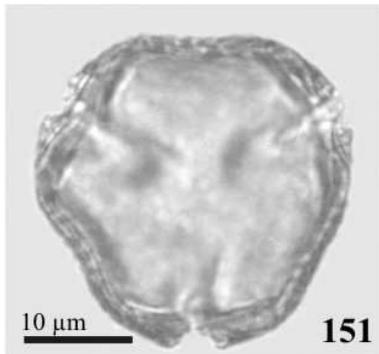
Figuras 126-137. Grãos de pólen de espécies de *Corchorus* L. e *Heliocarpus popayanensis* H.B.K. **126-129.** *C. argutus* H.B.K.: 126. Corte óptico em vista polar. 127. Corte óptico em vista equatorial. 128. Análise de L.O. 129. Vista equatorial (MEV). **130-134.** *C. hirtus* L.: 130. Corte óptico em vista polar. 131. Análise de L.O. 132. Abertura em vista equatorial (MEV). 133. Detalhe da superfície (MEV). 134. Detalhe da estrutura da exina (MEV). **135-137.** *H. popayanensis*: 135. Corte óptico em vista polar. 136. Corte óptico em vista equatorial. 137. Detalhe da superfície (MEV).



Figuras 138-150. Grãos de pólen de espécies de *Luehea* Willd. **138-145.** *L. candicans* Mart. & Zucc.: 138. Corte óptico em vista polar. 139. Análise de L.O. na região do apocolpo. 140. Corte óptico em vista equatorial. 141. Análise de L.O. na região do mesocolpo. 142. Grão de pólen inclinado (MEV). 143. Abertura em vista equatorial. (MEV). 144. Detalhe da superfície (MEV). 145. Detalhe da estrutura da exina (MEV). **146-150.** *L. divaricata* Mart.: 146. Corte óptico em vista polar. 147. Corte óptico em vista equatorial. 148. Superfície na região do mesocolpo. 149. Detalhe da abertura (MEV). 150. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). (t= teto; c= columela; n= nexina; i= intina)



Figuras 151-162. Grãos de pólen de *Luehea grandiflora* Mart. e espécies de *Triumfetta* L. **151-154.** *L. grandiflora*: 151. Corte óptico em vista polar. 152. Grão de pólen inclinados (MEV). 153. Abertura em vista equatorial (MEV). 154. Detalhe da superfície (MEV). **155-159.** *T. althaeoides* Lam.: 155. Corte óptico em vista polar. 156. Corte óptico em vista equatorial e detalhe superficial da abertura no centro. 157. Análise de L.O. 158. Vista equatorial (MEV). 159. Detalhe da superfície (MEV). **160-162.** *T. bartramia* L.: 160. Corte óptico em vista polar. 161. Corte óptico em vista equatorial. 162. Análise de L.O.



Figuras 163-168. Grãos de pólen de *Triumfetta semitriloba* L.: 163. Corte óptico em vista polar. 164. Análise de L.O. 165. Corte óptico em vista equatorial e detalhe superficial da abertura no centro. 166. Vista equatorial (MEV). 167. Detalhe da superfície (MEV). 168. Detalhe da estrutura da exina (MEV).

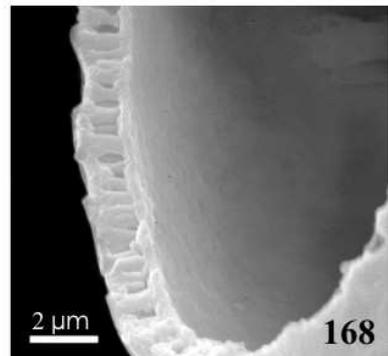
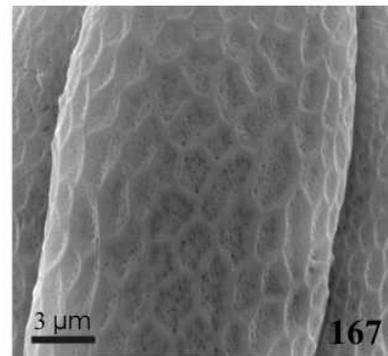
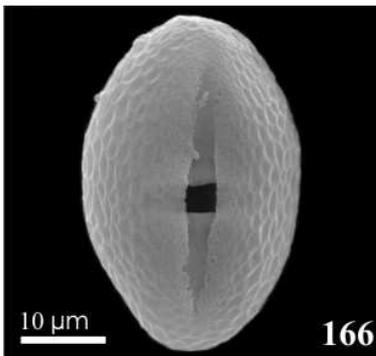
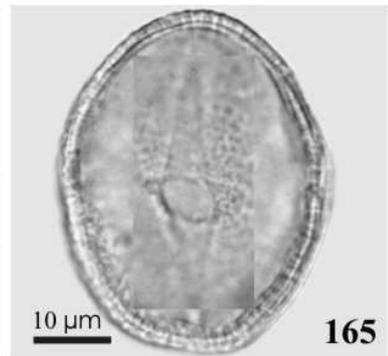
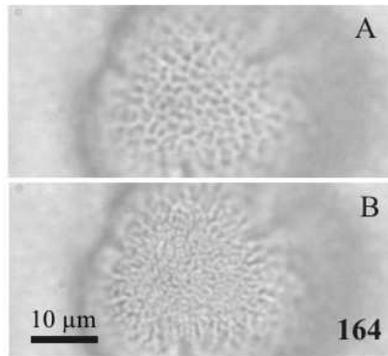
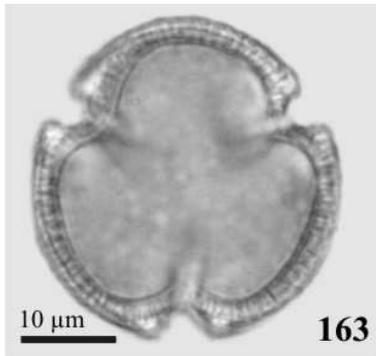


Tabela 5. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen das espécies estudadas de Grewioideae (Malvaceae *s.l.*). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em μm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Corchorus argutus</i> H. B. K.												
Queiroz 4.771 (HUEFS)	49,0 \pm 0,9	43,7-60,0	31,0 \pm 0,6	25,0-35,0	31,6*	30,0-35,0	1,58	0,14	39,0x1,2	5,0	1,2	0,8
Arbo <i>et al.</i> 7214 (CEPEC)	47,3 \pm 0,6	40,0-51,2	29,1 \pm 0,3	27,5-32,5	28,3 \pm 0,3	25,0-30,0	1,62	0,31	37,0x1,6	7,4	1,3	1,0
<i>C. hirtus</i> L.												
Gpo. Pedra do Cavalo 34 (CEPEC)	41,9 \pm 0,5	36,2-46,2	30,6 \pm 0,3	27,5-32,5	31,7*	27,5-35,0	1,37	0,15	30,9x2,8	6,9	1,1	0,9
França <i>et al.</i> 1979 (HUEFS)	44,3 \pm 0,7	37,5-50,0	30,3 \pm 0,5	27,5-35,0	31,1*	25,0-37,5	1,46	0,21	33,5x3,2	5,3	1,1	0,8
Tschá & Tschá 1817 (PEUFR)	40,8 \pm 0,6	37,5-47,5	31,9 \pm 0,4	27,5-35,0	32,9*	30,0-35,0	1,28	0,21	30,1x9,0	7,5	1,0	1,0
Mendes s.n. (TEPB11079)	32,2 \pm 0,4	30,0-36,2	24,6 \pm 0,3	22,5-27,5	24,2 \pm 0,3	22,5-27,5	1,31	0,29	22,1x2,8	2,8	1,0	0,9
<i>Heliocarpus popayanensis</i> H.B.K.												
Joly s.n. (SPF16212)	38,8 \pm 0,4	35,0-42,5	25,7 \pm 0,2	23,8-27,0	25,4 \pm 0,2	25,0-27,5	1,51	0,39	28,3x1,3	2,6	1,8	1,0
Kuhn s.n. (SP232910)	39,1 \pm 0,5	35,0-42,5	30,0 \pm 0,4	27,5-35,0	28,9 \pm 0,3	27,5-32,5	1,30	0,31	26,3x3,5	2,7	1,9	1,0
<i>Luehea candicans</i> Mart. & Zucc.												
Martins & Nunes s.n. (EAC7473)	47,0 \pm 0,5	42,5-52,5	43,5 \pm 0,5	40,0-50,0	41,6 \pm 0,5	35,0-45,0	1,08	0,31	37,3x4,9	3,7	0,8	0,8
Hoehne s.n. (SPF13947)	55,0 \pm 0,6	50,0-62,5	45,9 \pm 0,6	40,0-50,0	46,9 \pm 0,5	42,5-52,5	1,20	0,43	36,2x2,1	4,8	1,0	1,1
<i>L. divaricata</i> Mart.												
Matos-Silva 3128 (CEPEC)	36,6 \pm 1,5	32,5-43,7	30,9 \pm 0,5	27,5-35,0	32,2*	28,7-37,5	1,18	–	26,2x1,7	3,3	1,0	0,9
Hoehne s.n. (SPF12637)	45,7 \pm 0,5	42,5-50,0	38,0 \pm 0,4	35,0-43,8	38,7*	35,0-42,5	1,20	0,84	27,8x2,4	3,5	0,9	0,6
<i>L. grandiflora</i> Mart.												
Ferreira <i>et al.</i> 398 (CEPEC)	46,7*	42,5-51,2	38,8*	32,5-45,0	39,6*	32,5-45,0	1,20	0,31	33,1x5,3	4,2	2,0	1,0
Nunes & Castro s.n. (EAC6382)	45,2 \pm 0,5	40,0-50,0	37,6 \pm 0,4	35,0-41,0	36,2 \pm 0,4	32,5-40,0	1,20	0,29	32,5x3,6	2,6	1,0	1,0

Tabela 5. (Cont.)

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Triumfetta althaeoides</i> Lam.												
Tschá & Tschá 1216 (PEUFR)	43,7±0,3	40,0-47,5	30,7±0,2	30,0-32,5	30,6*	30,0-32,5	1,42	0,31	31,2x4,5	3,7	1,5	1,0
Mori & Santos 10166 (CEPEC)	51,0±0,7	45,0-60,0	33,2±0,6	25,5-39,0	34,9*	28,5-39,0	1,54	0,38	41,8x2,5	7,2	2,0	1,0
Pickel s.n. (IPA4306)	48,6±0,6	42,5-55,0	28,0±0,3	25,0-30,0	28,9*	25,0-32,5	1,74	0,33	34,6x3,4	3,5	1,4	1,0
<i>T. bartramia</i> L.												
<i>Tschá & Tschá 1897 (PEUFR)</i>	43,8±0,8	37,5-50,0	26,5±0,6	22,5-35,0	28,8*	22,5-32,5	1,65	0,33	33,7x1,4	4,3	1,3	0,6
Tschá 1134 (PEUFR)	49,3±0,6	43,8-55,0	27,4±0,3	25,0-30,0	28,4±0,3	25,0-30,0	1,80	0,36	37,0x1,0	5,6	1,3	0,6
<i>T. semitriloba</i> L.												
Tschá & Melo 1624 (PEUFR)	45,9±0,5	42,5-50,0	32,7±0,3	28,7-35,0	32,3±0,3	30,0-35,0	1,40	0,29	35,0x4,7	4,4	1,4	1,0
Lima <i>et al.</i> 70 (IPA)	52,2±0,5	46,3-55,0	30,5±0,4	27,5-35,0	29,7*	27,5-32,5	1,71	0,28	37,5x5,0	4,0	1,3	1,0
Hage & Santos 2091 (CEPEC)	60,3±0,9	47,5-67,0	37,9±0,4	33,7-41,2	38,2*	35,0-42,5	1,59	0,32	42,5x2,3	7,2	2,4	1,0

HELICTEROIDEAE

Esta subfamília foi representada neste estudo, apenas pelo gênero *Helicteres* L.

***Helicteres* L.**

Espécies estudadas: *H. baruensis* Jacq. (Fig. 169-172)

H. brevispira A. St.-Hil. (Fig. 173-177)

H. eichleri K. Schum. (Fig. 178-180)

H. lhotzkyana K. Schum. (Fig. 181-185)

H. muscosa Mart. (Fig. 186-188)

H. sacarolha A. Juss. (Fig. 189-191)

Grãos de pólen médios, oblatos a suboblatos, isopolares, amb triangular, com mesoporos retos a levemente convexos, angulaperturados; (2)-3(-4)-po(ro)rados. Poros circulares, com átrio presente em algumas espécies. Exina tectada, verrucada, verrucado-fossulada, microequinada; elementos supratactais distribuídos uniformemente ou diferenciados nas regiões do apoporo e mesoporo. Sexina de espessura maior ou igual à nexina (Tab. 6).

Quanto à forma, predominaram os grãos de pólen oblatos, entretanto foram encontrados grãos de pólen suboblatos nos espécimes Tamashiro *et al.* 131 e Lima 390 analisados de *H. lhotzkyana* e *H. muscosa*, respectivamente. Enquanto, os grãos de pólen 2-aperturados apresentaram forma esferoidal (Tab. 6).

O amb das espécies com grãos de pólen 3-aperturados é triangular, com os lados do mesoporo variando de retos (Fig. 173, 178, 181 e 189) a levemente convexos (Fig. 169 e 186), enquanto aquelas com grãos de pólen 2-aperturados têm amb elíptico e os 4-aperturados, quadrangular.

Os poros são circulares (Fig. 171 e 180) a levemente alongados em direção aos pólos. Observou-se a predominância dos grãos de pólen 3-aperturados em todas as espécies, entretanto foram registrados grãos de pólen 2-aperturados (*H. brevispira*, *H. lhotzkyana* e *H. muscosa*) e 4-aperturados (*H. baruensis* e *H. sacarolha*) em baixas proporções (2-6%), com exceção do espécime Melo 14 de *H. brevispira*, que apresentou cerca de 20% de grãos de pólen 2-aperturados. Átrio foi observado, sob ML, nos espécimes analisados de *H. baruensis* (Fig. 169), *H. eichleri* (Fig. 178), *H. lhotzkyana* (Fig. 181) e *H. sacarolha* (Fig. 189), e confirmado na análise em MET dos grãos de pólen de *H.*

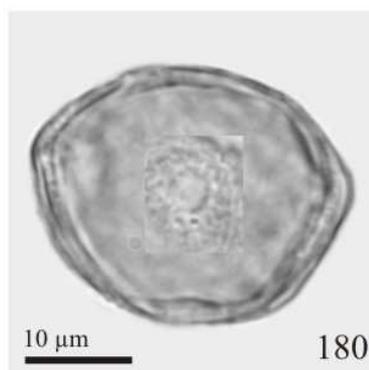
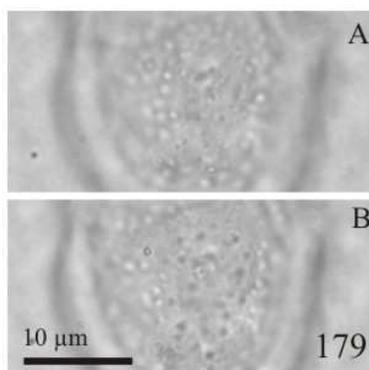
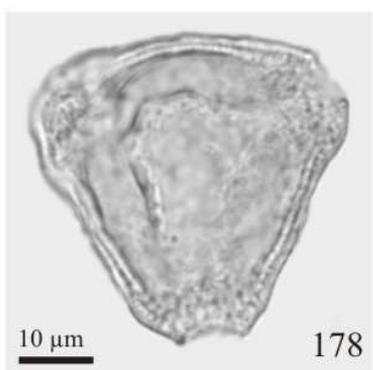
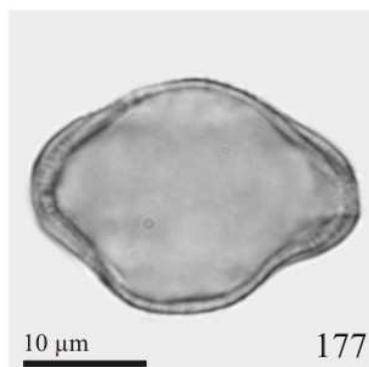
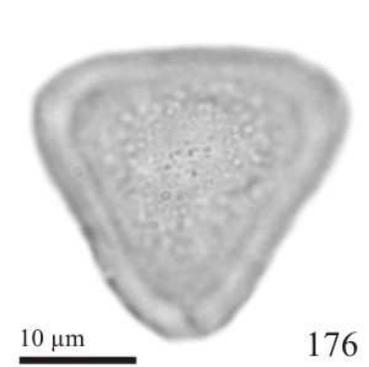
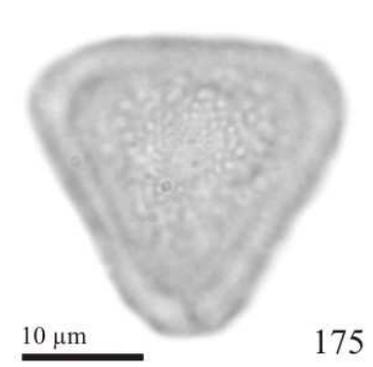
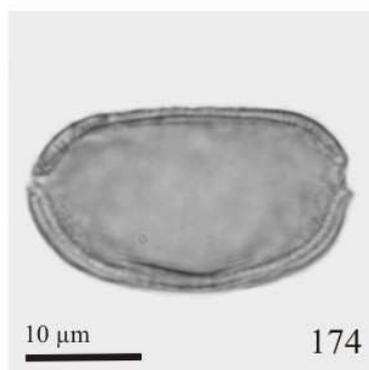
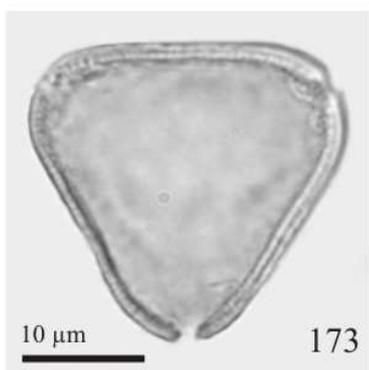
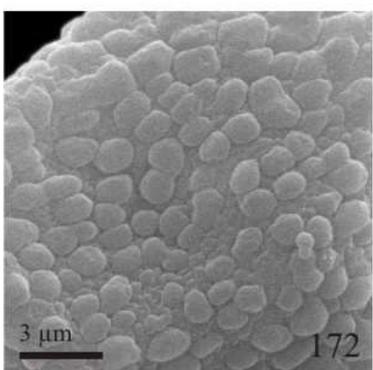
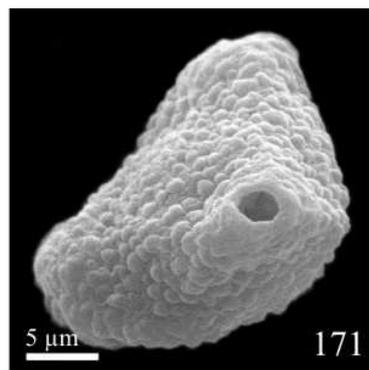
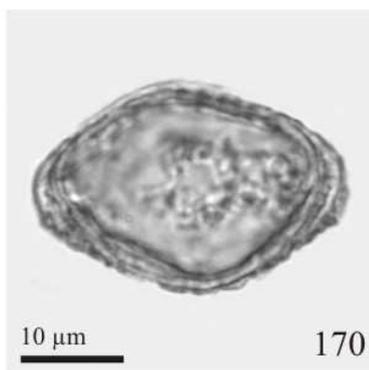
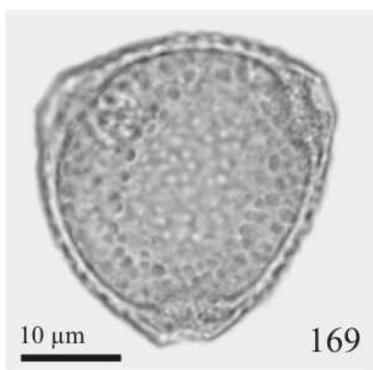
lhotzkyana (Fig. 185).

Embora os dados aqui obtidos e os da literatura (Melhem *et al.* 1976; Miranda & Andrade 1989; Palacios-Chávez *et al.* 1990, 1991; Saba & Santos 2000; Pire & Cristóbal 2001; Saba *et al.* 2004) mostrarem que *Helicteres* possui grãos de pólen porados, Erdtman (1952), Chaudhuri (1969) e Sharma (1970) registraram a ocorrência de grãos de pólen colpor(oid)ados. Palacios-Chávez *et al.* (1991) referiram-se à presença de áspides para os grãos de pólen de *H. baruensis*, enquanto Miranda & Andrade (1989), Pire & Cristóbal (2001) e Saba *et al.* (2004) observaram a presença de ânulo. Tais caracteres não foram evidenciados nos espécimes aqui estudados.

Os grãos de pólen das espécies aqui estudadas apresentaram variação quanto ao padrão de ornamentação da sexina, podendo-se distinguir grãos de pólen verrucados (*H. baruensis*) (Fig. 171 e 172), verrucado-fossulados (*H. lhotzkyana*) (Fig. 183), e microequinados (*H. brevispira*, *H. eichleri*, *H. muscosa* e *H. sacarolha*) (Fig. 175, 176, 179, 186, 187, 190 e 191). Os elementos esculturais, verrugas e microespinhos são heterogêneos quanto ao diâmetro, podem estar distribuídos heterogeneamente, concentrados no apoporo, ou uniformemente por toda superfície do grão de pólen. A presença de fósulas só pode ser observada em grandes aumentos do MEV. Em MET (Fig. 184 e 185), distingue-se um teto sustentado por columelas muito curtas, sobre uma nexina espessa e compacta nos grãos de pólen de *H. lhotzkyana*. Além disso, observou-se na região apertural, um espaço interno, formado pelo endoporo mais largo que o ectoporo (a nexina interrompe-se antes da camada formada pelas columelas e pelo teto), constituindo o átrio.

Comparando-se os dados obtidos com os da literatura, verifica-se o caráter euripolínico do gênero *Helicteres* quanto ao tipo escultural da exina. Pire & Cristóbal (2001) analisaram, sob MEV, grãos de pólen de 41 espécies desse gênero, distinguindo nove tipos polínicos com base em caracteres da exina. Essas autoras incluíram as espécies aqui estudadas em três tipos polínicos distintos, observando caracteres que são, em sua maioria, corroborados pelo presente estudo: *H. baruensis* e *H. lhotzkyana* compõem o tipo polínico caracterizado pelos grãos de pólen tectado-perfurados, fossulados, com verrugas distribuídas por toda superfície; *H. brevispira* compõe o tipo cujos grãos de pólen são tectado-perfurados, fossulados, parcialmente microequinado-verrucados; e as demais espécies compõem o tipo polínico com grãos de pólen tectado-perfurados, fossulados, microequinados por toda a superfície.

Figuras 169-180. Grãos de pólen de espécies de *Helicteres* L. **169-172.** *H. baruensis* Jacq.: 169. Corte óptico em vista polar. 170. Corte óptico em vista equatorial. 171. Grão de pólen inclinado e abertura (MEV). 172. Detalhe da superfície (MEV). **173-177.** *H. brevispira* A. St.-Hil.: 173. Corte óptico em vista polar de grão de pólen 3-aperturado. 174. Corte óptico em vista polar de grão 2-aperturado. 175-176. Análise de L.O. 177. Corte óptico em vista equatorial. **178-180.** *H. eichleri* K. Schum.: 178. Corte óptico em vista polar. 179. Análise de L.O. 180. Corte óptico em vista equatorial e detalhe superficial da abertura no centro.



Figuras 181-191. Grãos de pólen de espécies de *Helicteres* L. **181-185.** *H. lhotzkyana* K. Schum.: 181. Corte óptico em vista polar. 182. Corte óptico em vista equatorial. 183. Vista geral (MEV). 184. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). 185. Detalhe da estrutura da parede e abertura em seção transversal, indicando extremidades da nexina (setas) (MET). **186-188.** *H. muscosa* Mart.: 186. Corte óptico em vista polar. 187. Superfície. 188. Corte óptico em vista equatorial. **189-191.** *H. sacarolha* A. Juss.: 189. Corte óptico em vista polar. 190-191. Análise de L.O. (t= teto; c= columela; n= nexina)

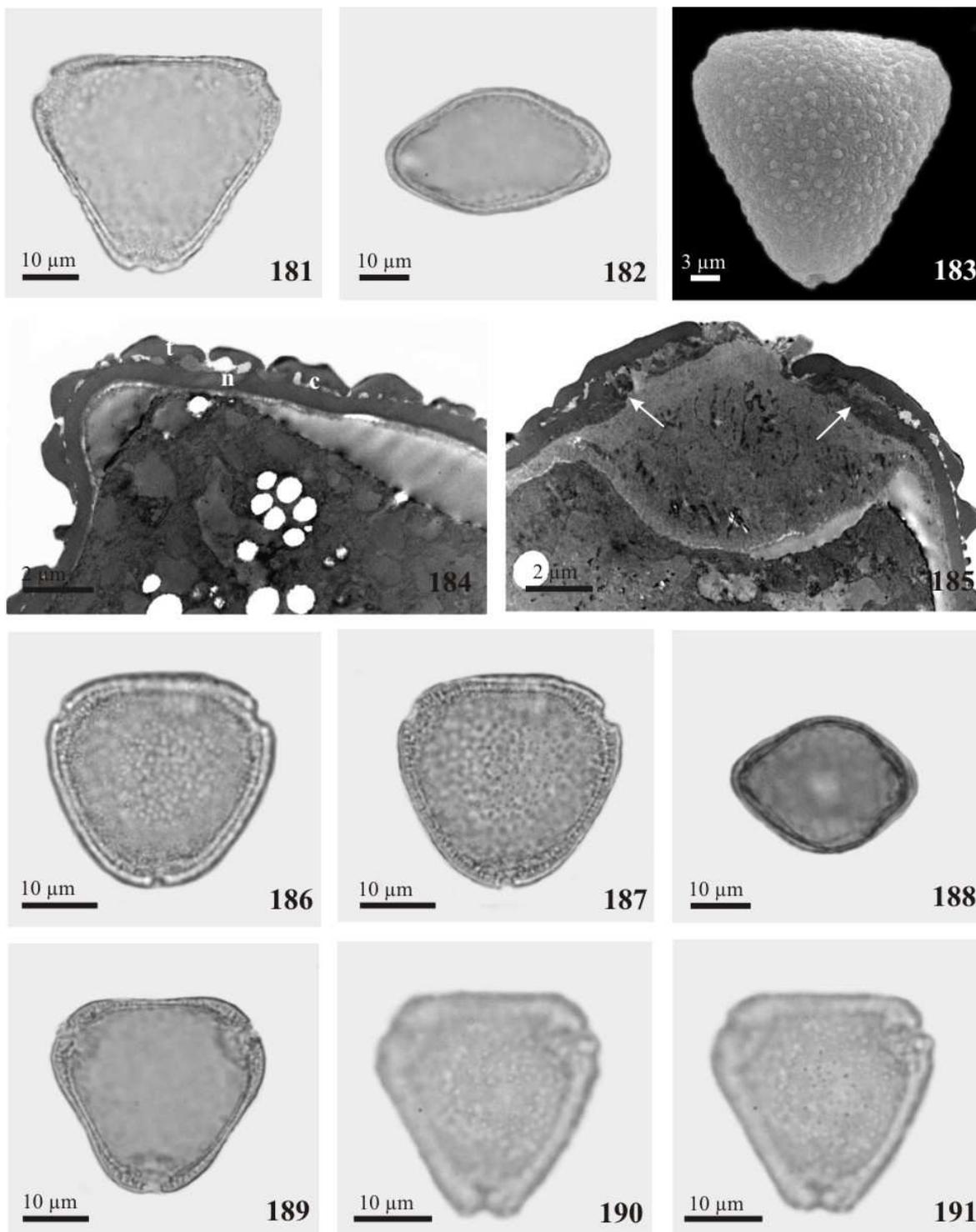


Tabela 6. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen das espécies estudadas de Helicteroideae (Malvaceae *s.l.*). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	Poro	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv				
<i>Helicteres baruensis</i> Jacq.										
Bautista & Salgado 877 (ALCB)	20,6*	17,5-22,5	32,1*	25,0-40,0	28,8±0,6	25,0-35,0	0,64	3,6x3,6	1,1	0,7
Del' Arco s.n. (TEPB488)	20,1±0,3	18,0-21,0	30,2±0,4	27,0-33,0	31,3±0,3	28,5-34,5	0,66	–	0,7	0,7
Fernandes <i>et al.</i> s.n. (EAC5153)	22,1±0,3	19,0-23,8	33,0±0,5	28,6-38,1	31,5±0,4	28,6-35,7	0,67	–	0,9	0,9
<i>H. brevispira</i> A. St.-Hil.										
Camargo & Marinis 41 (SP)	16,4±0,3	13,5-21,0	26,8±0,4	24,8-30,0	24,7±0,3	23,2-28,5	0,61	2,3x2,7	0,9	0,6
Melo 14 (SP) (3-aperturados)	19,5±0,3	18,0-21,8	26,6±0,4	24,0-31,5	25,1±0,2	24,0-28,5	0,73	1,9x1,9	1,0	0,9
Melo 14 (SP) (2-aperturados)	19,5*	–	19,5*	–	28,1±0,3	24,8-31,5	1,0	–	0,9	0,9
Harley 21186 (CEPEC)	20,2±0,4	18,0-22,5	30,1±0,4	25,5-33,0	28,1±0,3	24,0-31,5	0,67	2,3x2,3	1,0	1,0
<i>H. eichleri</i> K. Schum.										
Félix & Santana 2554 (JPB)	24,4±0,5	20,0-27,5	29,0±0,4	25,0-32,5	27,3±0,4	22,5-30,0	0,84	2,8x2,9	1,0	0,6
<i>H. lhotzkyana</i> K. Schum.										
Cruz 12 (SP)	26,3±0,4	21,3-30,0	43,0±0,8	31,3-50,0	38,5±0,5	32,5-43,8	0,61	3,2x3,4	1,0	0,6
Tamashiro <i>et al.</i> 131 (SP)	36,9*	35,0-37,5	48,1*	43,8-51,3	32,5±1,2	32,5-51,3	0,77	3,8x3,8	1,1	0,8
Lizidatti & Lizidatti 07 (SP)	–	–	–	–	43,4±0,8	37,5-52,5	–	–	1,6	0,9
<i>H. muscosa</i> Mart.										
Thomas <i>et al.</i> 9616 (CEPEC)	20,9±0,2	18,0-22,5	30,5±0,4	27,0-33,0	28,7±0,4	25,5-31,5	0,68	3,1x3,3	1,2	0,6
Lima 390 (IPA)	22,8±0,2	21,0-24,0	30,1±0,3	27,0-33,0	28,7±0,2	27,0-31,5	0,76	2,6x2,9	1,2	0,6
<i>H. sacarolha</i> A. Juss.										
Kuhlmann 3523 (SP)	19,2±0,2	18,0-21,0	29,2±0,3	27,8-33,0	27,6±0,3	24,0-31,5	0,66	3,0x3,0	0,9	0,6
Caruzo <i>et al.</i> 38 (SP)	21,5±0,3	19,5-24,0	30,9±0,4	27,0-33,0	29,8±0,3	27,0-32,3	0,70	3,1x3,2	1,2	0,6
Souza <i>et al.</i> 10169 (SPF)	22,6±0,3	19,5-25,5	30,5±0,4	28,5-34,5	28,6±0,2	27,0-31,5	0,74	2,9x3,1	1,1	0,8

MALVOIDEAE

Grãos de pólen grandes a muito grandes, oblatos a esferoidais, isopolares ou apolares, com amb (sub)circular; 3-5-zonoaperturados a pantoaperturados, colporados, porados; exina tectada a semitectada, microrreticulada, reticulado-foveolada, equinada, granulada.

***Abutilon* Mill.**

Espécies estudadas: *A. pauciflorum* A. St.-Hil. (Fig. 192-196)

A. scabridum K. Schum. (Fig. 197-200)

Grãos de pólen grandes, oblatos a suboblatos, isopolares, amb (sub)circular; 3-4 (-5)-zonocolporados, com costa. Ectoaberturas estreitas, muito curtas, margeadas por espinhos; endoaberturas circulares. Exina equinada, com superfície tectada, granulada. Espinhos coniformes com ápices pontiagudos, ou bulbosos com ápices arredondados, localizados sobre uma região da sexina mais espessa do que a região adjacente.

Nas lâminas, os grãos de pólen caem preferencialmente em vista polar, o que dificultou a análise morfométrica em vista equatorial (Tab. 7), principalmente no espécime Santos 3026 de *A. pauciflorum*, no qual só foram encontrados grãos de pólen em vista polar.

Quanto ao tipo apertural, observou-se variação no número de aberturas (três a cinco) nos grãos de pólen de *A. scabridum*, enquanto em *A. pauciflorum* só foi observado o tipo 3-aperturado. As ectoaberturas são curtas, estreitas e de difícil visualização, margeadas por espinhos (Fig. 195); da mesma forma, as endoaberturas não são facilmente visualizadas.

A exina é tectada, com grânulos e espinhos suprategmiais, localizados sobre elevação da sexina. Os grânulos são comparativamente maiores e mais densos (Fig. 195 e 196) em *A. scabridum*, que apresenta espinhos bulbosos com ápices arredondados, côncavos na porção mediana e base larga, levemente constricta (Fig. 199). Em *A. pauciflorum*, os espinhos são coniformes com ápices agudos, côncavos na porção mediana e base larga (Fig. 193). Na região interespinal, a sexina tem espessura maior ou igual a da nexina em *A. pauciflorum*, enquanto em *A. scabridum* a nexina é mais espessa. Sob MEV, é possível observar que as duas espécies apresentam teto fino, entretanto em *A. scabridum* (Fig. 200) as columelas são menores e a nexina mais espessa que em *A. pauciflorum* (Fig.

196).

Para as espécies aqui tratadas, há dados na literatura apenas para *A. scabridum* em Oliveira & Santos (2002), cujos resultados são corroborados no presente estudo para a maioria dos caracteres descritos. O espessamento da nexina, interpretada por esses autores como ânulo, corresponde no presente estudo, à costa, uma vez que os grãos de pólen são colporados.

A morfologia polínica de outras espécies de *Abutilon* foi estudada por Saad (1960), Tsukada (1964), Barth (1975), Martínez (1982), Christensen (1986a), Palacios-Chávez *et al.* (1991), El-Ghazali (1991, 1993), Jiménez-Reyes (2002), Melhem *et al.* (2003), El Naggar (2004). Cuadrado (2006) e Milla (2007), que apresentaram resultados semelhantes aos obtidos para as espécies aqui estudadas, principalmente quanto aos tipos de espinhos.

Quanto às aberturas, além de cólporos, El Naggar (2004) registrou a ocorrência de poros, com uma variação de 8-15 aberturas por grão de pólen; nos demais trabalhos, os grãos de pólen foram descritos como colporados, predominantemente 3-aperturados. Há ainda, referência à ocorrência de ânulo (Barth 1975; Martínez 1982; Christensen 1986a, Jiménez-Reyes 2002 e Cuadrado 2006), sendo interpretado como margem por El-Ghazali (1991), e como costa por Palacios-Chávez *et al.* (1991), El-Ghazali (1993), Milla (2007) e no presente trabalho.

Cuadrado (2006) observou, sob MEV, a presença de perfurações, microespinhos e nanoverrugos, além de grânulos. Da mesma forma, Milla (2007) referiu-se, também, à presença de microespinhos sobre a superfície da exina ou na base do espinho. Nas espécies aqui tratadas, foram observados apenas grânulos.

Gaya Gaudin

Espécies estudadas: *G. aurea* A. St.-Hil. (Fig. 201-203)

G. dominguensis Urib. (Fig. 204-206)

G. macrantha Barb. Rodr. (Fig. 207-209)

Grãos de pólen grandes, esferoidais, apolares; oligopantocolporados (16-30). Ectoaberturas muito curtas, com extremidades arredondadas; endoaberturas circulares. Aberturas distribuídas em forma espiralada, configurando uma espiral aberta e distinta. Exina equinada, com superfície tectada, granulada. Espinhos coniformes, com base larga, localizados sobre elevações da sexina, uniformemente distribuídos pelo grão de pólen. Nexina mais espessa que a sexina.

As espécies de *Gaya* não apresentaram variações intraespecíficas significativas.

A disposição das aberturas é distinta, formando uma espiral mais aberta, conforme pode ser visto nas figuras 201 e 207. As ectoaberturas são muito curtas, com extremidades arredondadas, difíceis de serem visualizadas na maioria dos espécimes, o que impediu sua mensuração.

O teto é granuloso, com espinhos suprategmiais densamente distribuídos sobre a superfície dos grãos de pólen. Os espinhos são monomórficos, coniformes, com ápices agudos, lados levemente côncavos e base larga, localizados sobre elevação da sexina (Fig. 206 e 209). Os limites entre a sexina e nexina são muitas vezes indistintos, devido à densidade dos espinhos sobre a superfície, entretanto pode-se constatar que a nexina é mais espessa que a sexina na maioria dos espécimes analisados, podendo ser de igual espessura no espécime Agra *et al.* 2720 de *G. dominguensis* (Tab. 8).

Os grãos de pólen de *G. dominguensis* foram tratados por Milla (2007), que apresentou resultados semelhantes aos aqui observados, excetuando-se quanto à ocorrência de perfurações e microespinhos sobre a superfície da exina, observados por esse autor sob MEV. Esse autor apresentou esquemas da organização das aberturas em arranjo espiralado, o qual corresponde à organização aqui observada.

Hanks & Fryxell (1979) analisaram a morfologia polínica de espécies de *Gaya*, sob ML e MEV, comparando e discutindo o relacionamento taxonômico com espécies de *Herissantia* Medicus, a partir de um fenograma construído baseado em coeficiente de similaridade. Os dados apresentados por estes autores, sobretudo quanto ao diâmetro e ornamentação da exina, são concordantes com os aqui observados; entretanto difere quanto ao tipo apertural porado descrito por estes autores.

As descrições apresentadas por Martínez (1982), Christensen (1986a) e Cuadrado (2006) para outras espécies desse gênero são semelhantes às do presente estudo, diferindo quanto à ocorrência de ânulo observada por Martínez (1982) em *Gaya calyptrata* (Cav.) H.B.K., e por Cuadrado (2006) em *G. gracilipes* K. Schum. e *G. pilosa* K. Schum., além do tipo apertural colporoidado e a presença de teto perfurado, observado por este último autor, os quais não foram registrados em nenhum dos espécimes aqui analisados.

***Gossypium* L.**

Espécies estudadas: *G. barbadense* L. (Fig. 210-212)

G. hirsutum Hutch. (Fig. 213-215)

Grãos de pólen muito grandes, esferoidais, apolares; oligopantoporados (12-18). Poros circulares a levemente alongados, distribuídos numa espiral aberta e distinta. Exina equinada, com teto perfurado a microrreticulado, granuloso. Espinhos densamente distribuídos pelo grão de pólen; coniformes, com base larga, localizados sobre elevação da sexina. Sexina de espessura igual ou maior que a nexina (Tab. 8).

Na maioria das preparações, os grãos de pólen de *Gossypium* apresentaram-se amassados e em pouca quantidade, dificultando a análise morfométrica do diâmetro (Tab. 8).

O padrão de distribuição das aberturas, assim como nas espécies de *Gaya*, apresentou-se configurando uma espiral aberta e distinta. Os poros são circulares a alongados, operculados (Fig. 210).

Quanto à exina, os grãos de pólen são equinados, com o teto perfurado a microrreticulado, com microgrânulos esparsamente distribuídos (Fig. 214), fino, sustentado por columelas curtas e bastante próximas uma das outras (Fig. 212 e 215). A sexina tem espessura igual a da nexina apenas no espécime Pickersgill *et al.* 203 de *G. hirsutum*, nos demais é ligeiramente mais espessa. Os espinhos são coniformes, retos a ligeiramente curvos; localizam-se sobre elevação da sexina e são densamente distribuídos pela superfície do grão de pólen.

Os grãos de pólen das espécies aqui tratadas foram descritos por Saad (1960), Bronckers & Horvat (1963), Moncada & Salas (1983), Christensen (1986a) e El Nagggar (2004). Para estes dois últimos autores, os grãos de pólen de *Gossypium* são colporados, divergindo da descrição aqui apresentada, e daquelas apresentadas pelos demais autores, onde foram descritos como porados.

No que se refere à exina, as descrições são concordantes com a maioria daquelas encontradas na literatura (Saad 1960; Bronckers & Horvat 1963; Moncada & Salas 1983; El Nagggar 2004), diferindo apenas o teto foveolado a rugulado, com espinhos do tipo bulboso descrito por Christensen (1986a).

***Hibiscus* L.**

Espécies estudadas: *H. bifurcatus* Cav. (Fig. 216-218)

H. furcellatus Desr. (Fig. 219-221)

Grãos de pólen muito grandes, esferoidais, apolares; polipantoporados (>30). Poros circulares, anulados; distribuídos esparsamente em forma espiralada pelo grão de pólen. Exina equinada, com superfície tectada, granulada. Espinhos longos, com ápices pontiagudos, distribuídos uniformemente pelo grão de pólen; localizados sobre uma região da sexina de espessura igual a da região adjacente ou ligeiramente mais espessa. Nexina mais espessa que a sexina (Tab. 8).

A distribuição das aberturas pela superfície do grão de pólen é espiralada, sendo comparativamente mais fechada que aquela apresentada pelos grãos de pólen de *Gaya*, os quais têm menor número de aberturas. Os poros são recobertos por uma camada fina de sexina e apresentam ânulo diferenciado, conforme evidenciado a partir da análise de L.O. (Fig. 216).

A superfície é densamente recoberta por espinhos muito longos (28-37 μm) (Tab. 8), coniformes, retos e curvos, estando localizados sobre uma sexina ligeiramente mais espessa (elevada) em *H. furcellatus* (Fig. 220), onde também são observados espinhos bifurcados (Fig. 221). A camada columelar é muitas vezes indistinta em corte óptico, excetuando na região subespinal formada por columelas mais longas e conspícuas (Fig. 220); ao MEV, nota-se as columelas curtas e largas, muito próximas entre si (Fig. 218). A sexina é sempre menos espessa que a nexina na região interespinal.

Os grãos de pólen de *H. bifurcatus* foram estudados por Martínez (1982) e por Roubik & Moreno (1991), os quais encontraram resultados similares aos aqui mostrados, quanto ao tipo apertural, diâmetro e padrão de ornamentação da exina; do mesmo modo que descrições apresentadas na literatura para outras espécies desse gênero (Saad 1960; Barth 1975; Martínez 1982; Roubik & Moreno 1991; El-Ghazali 1993). Todavia, Cuadrado (2006) observou grãos de pólen colporoidados em *H. furcellatus* e outras espécies de *Hibiscus*, enquanto Christensen (1986a) e El Naggari (2004) observaram que além de poros, cólpores também podem estar presentes como tipo apertural dos grãos de pólen de espécies de *Hibiscus*.

Quanto à exina, além do tipo de ornamentação aqui encontrado, Barth (1975) observou nos grãos de pólen de *H. diversifolius* Jacq., microespinhos sobre o teto perfurado e espinhos longos com um ou dois espinhos laterais menores; enquanto

Christensen (1986a) descreveu o teto foveolado a escrobiculado (= punctado) para espécies de *Hibiscus*.

***Pavonia* Cav.**

Espécies estudadas: *P. blanchetiana* Miq. (Fig. 222-228)

P. cancellata (L.) Cav. (Fig. 229-233)

P. glazioviana Gürcke (Fig. 234-237)

P. malacophylla (Link & Otto) Gürcke (Fig. 238-241)

P. sidifolia H.B.K. (Fig. 242-246)

Grãos de pólen muito grandes, esferoidais, apolares; polipantoporados (>30). Poros circulares, anulados, operculados; distribuídos em espiral fechada pela superfície do grão de pólen. Exina tectada, granulada-equinada. Espinhos longos, heteromórficos (com ápices arredondados ou pontiagudos), distribuídos uniformemente pelo grão de pólen. Elevação da sexina na base dos espinhos ausente na maioria das espécies. Nexina mais espessa que a sexina (Tab. 8).

A quantidade mais elevada de poros nas espécies desse gênero, confere a estes um padrão de distribuição apertural numa espiral fechada, com as aberturas mais próximas entre si (Fig. 222, 230, 231 e 243). Os diâmetros dos poros são menores (3,0-5,5 μm), quando comparados com os outros gêneros aqui estudados de Malvoideae (Tab. 8). Os poros estão cobertos por uma camada de sexina, o que dificulta sua visualização, inclusive sob MEV (Fig. 236 e 241); em *P. blanchetiana* e *P. sidifolia*, foi observado um opérculo persistente (Fig. 226 e 245). Ao redor dos poros, a exina é levemente menos espessa em *P. blanchetiana* e *P. glazioviana*, formando o ânulo (Fig. 223 e 234), observado apenas a partir da análise L.O., e confirmado em MET (Fig. 228).

A exina é tectada, com grânulos heterogêneos quanto ao tamanho, geralmente muito pequenos (Fig. 224, 232, 237, 241 e 245). O teto é irregular, com espinhos supratectais de tamanho (Tab. 8) e formas variadas, com ápices agudos ou arredondados, retos ou curvos, base constricta em *P. blanchetiana* (Fig. 223) e *P. glazioviana* (Fig. 235 e 237) ou não constricta em *P. cancellata* (Fig. 232), *P. malacophylla* (Fig. 239-241) e *P. sidifolia* (Fig. 246); raros espinhos deformados foram observados; e localizados sobre sexina mais elevada apenas em *P. malacophylla*. A sexina é formada por columelas curtas e um teto fino, sendo bem menos espessa que a nexina (Fig. 233, 235, 239 e 246) (Tab. 8). Sob MET (Fig. 227), é possível verificar a nexina compacta, bastante espessa; a camada columelar irregular, com columelas que se prendem ao teto e não atingem a nexina, assim como columelas que se prendem à nexina e não atingem o teto, apresentando nas duas situações uma extremidade livre; sob o espinho, as columelas aparecem quase que

totalmente fundidas. O teto é fino com algumas perfurações.

Esteves (1996), no tratamento taxonômico do gênero *Pavonia*, analisou a morfologia polínica, quanto ao número de poros e variação morfológica dos espinhos suprategmiais, de 17 espécies, incluindo *P. glazioviana* e *P. malacophylla*. Entretanto, na literatura palinológica analisada, foram encontradas descrições apenas para outras espécies desse gênero, sendo concordantes para a maioria dos caracteres aqui apresentados.

O tipo apertural pantoporado foi observado nas espécies de *Pavonia* estudadas por Saad (1960), Salgado-Labouriau & Gusman (1967), Salgado-Labouriau (1973), Barth (1975), Christensen (1986a), Roubik & Moreno (1991), El-Ghazali (1993), Melhem *et al.* (2003); entretanto, Cuadrado (2006) refere-se a presença de grãos de pólen colpoidados. A distribuição das aberturas em espiral foi reconhecida apenas por Christensen (1986a) e Cuadrado (2006). A presença de ânulo foi descrita por El-Ghazali (1993) em *P. patens* (Andrews) Chiovenda; e Salgado-Labouriau & Gusman (1967) registraram a ocorrência de margem para *P. sagittata* Juss., entretanto, sendo a margem uma área diferenciada da exina que rodeia o ectocolpo (Punt *et al.* 2007), a descrição para grãos de pólen porados foi equivocada. Poros operculados foram observados em espécies investigadas por Barth (1975), Christensen (1986a), Melhem *et al.* (2003) e Cuadrado (2006). A primeira autora ilustrou e descreveu a estrutura da exina, demonstrando a região do poro recoberto pela sexina.

Quanto à exina, os resultados aqui obtidos são concordantes com os da literatura consultada (Saad 1960; Salgado-Labouriau & Gusman 1967; Salgado-Labouriau 1973; Barth 1975; Christensen 1986a; Roubik & Moreno 1991; El-Ghazali 1993; Melhem *et al.* 2003). Cuadrado (2006) registraram, sob MEV, além de grânulos, a presença de perfurações. No presente trabalho foram observados apenas grânulos.

***Quararibea* Aubl.**

Espécie estudada: *Q. turbinata* Poir. (Fig. 247-250)

Grãos de pólen grandes, suboblato a oblato-esferoidais, isopolares; amb (sub)circular; 3-porados, anulados. Poros circulares e largos, com ânulos ornamentados (sob MEV). Exina reticulada-foveolada, heterobrocada, com lumens circulares; muros largos, psilados, dupli a pluricolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 7).

Os espécimes examinados apresentaram grãos de pólen amassados na maior parte das preparações, dificultando a análise morfométrica.

A ectoabertura e a endoabertura são circulares, mas não congruentes, formando um poro composto (pororado). O endoporo apresenta um espessamento, o ânulo, o qual ao MEV mostrou-se fortemente granuloso (Fig. 248).

Sob ML e MEV, a ornamentação da sexina é reticulada a foveolada, com lumens heterogêneos, circulares a ovais, não ornamentados; os muros são psilados, suportados por duas ou mais fileiras de columelas (Fig. 247). A seção transversal da exina ao MET evidenciou a presença de orifícios com forma circular a alongada na nexina (Fig. 250), aqui denominados “foramens internos”; além de columelas largas a muito curtas, sustentando um teto espesso e irregular.

O termo “foramen interno”, segundo Punt *et al.* 2007, corresponde a orifícios na sexina. Assim, por analogia, optou-se usar esse termo, no presente estudo, para denominar a estrutura aqui observada na nexina.

Nilson & Robyns (1974) estudaram os grãos de pólen 61 espécies de *Quararibea*, sob ML, MEV e MET, reconhecendo seis tipos polínicos com base no padrão escultural da sexina. Para este autor *Q. turbinata* compõe o tipo-*Q. asterolepis*, caracterizado pelos grãos de pólen 3-porados, sexina mais espessa que a nexina, foveolada a reticulada, com muros lisos, simples a pluricolumelados, com columelas curtas. Ainda esses autores em trabalho posterior (Nilson & Robyns 1986), confirmaram os dados obtidos para essa espécie e para o tipo polínico. Esses resultados são corroborados no presente estudo, no entanto, esses autores não evidenciaram o “foramen interno” na nexina, que foram aqui descritos sob MET.

Outras espécies desse gênero foram estudadas por Lozano-García & Hernández (1990) e Carreira *et al.* (1995), cujos resultados são semelhantes para a espécie aqui analisada, exceto quanto à rara ocorrência de colpo reduzido, citada pelos primeiros autores, e de áspides, observada pelos últimos autores.

***Talipariti* Fryxell**

Espécie estudada: *T. tiliaceum* (L.) Fryxell (Fig. 251-253)

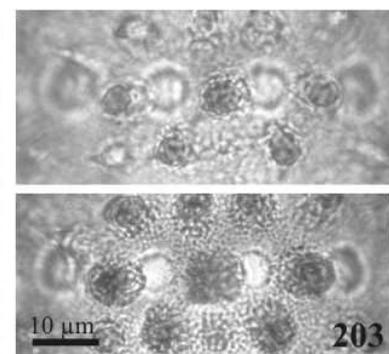
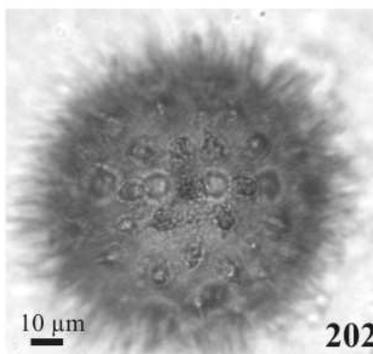
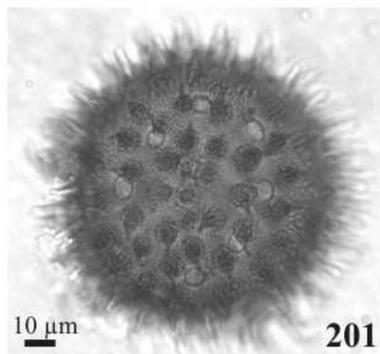
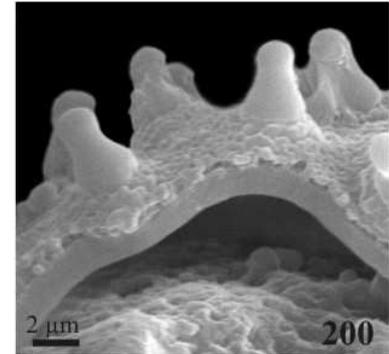
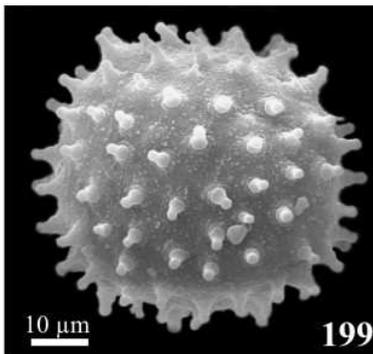
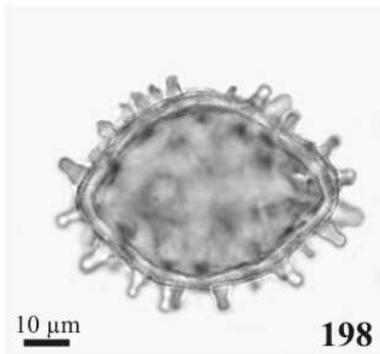
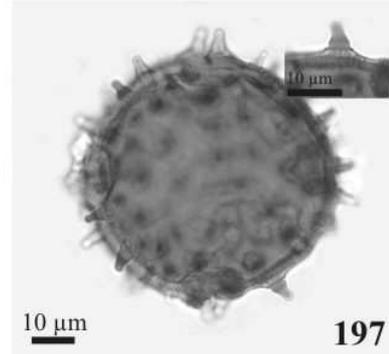
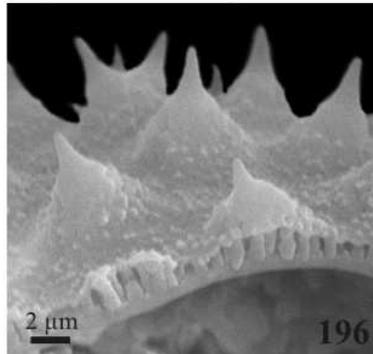
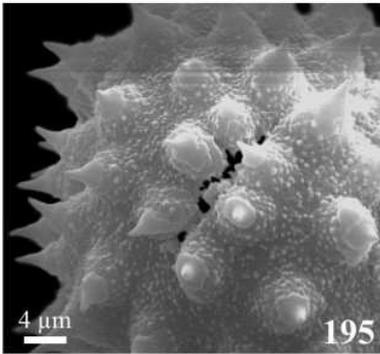
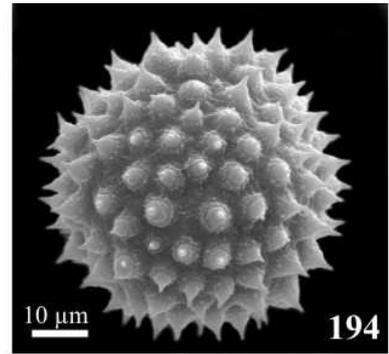
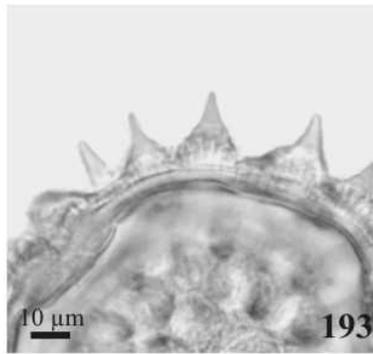
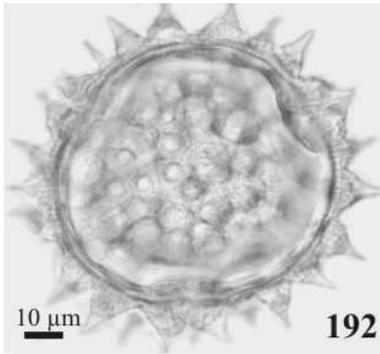
Grãos de pólen muito grandes, esferoidais, apolares; polipantoporados (>30). Poros circulares, anulados, operculados; distribuídos em espiral. Exina tectada, granulada, equinada. Espinhos longos, com ápices arredondados (bulbosos), distribuídos uniformemente pelo grão de pólen. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 8).

Os poros são largos (Tab. 8), circundados por uma área da exina diferenciada, caracterizando um ânulo e coberto por um opérculo persistente (Fig. 253). A distribuição das aberturas sobre a superfície do grão de pólen em espiral é reconhecida.

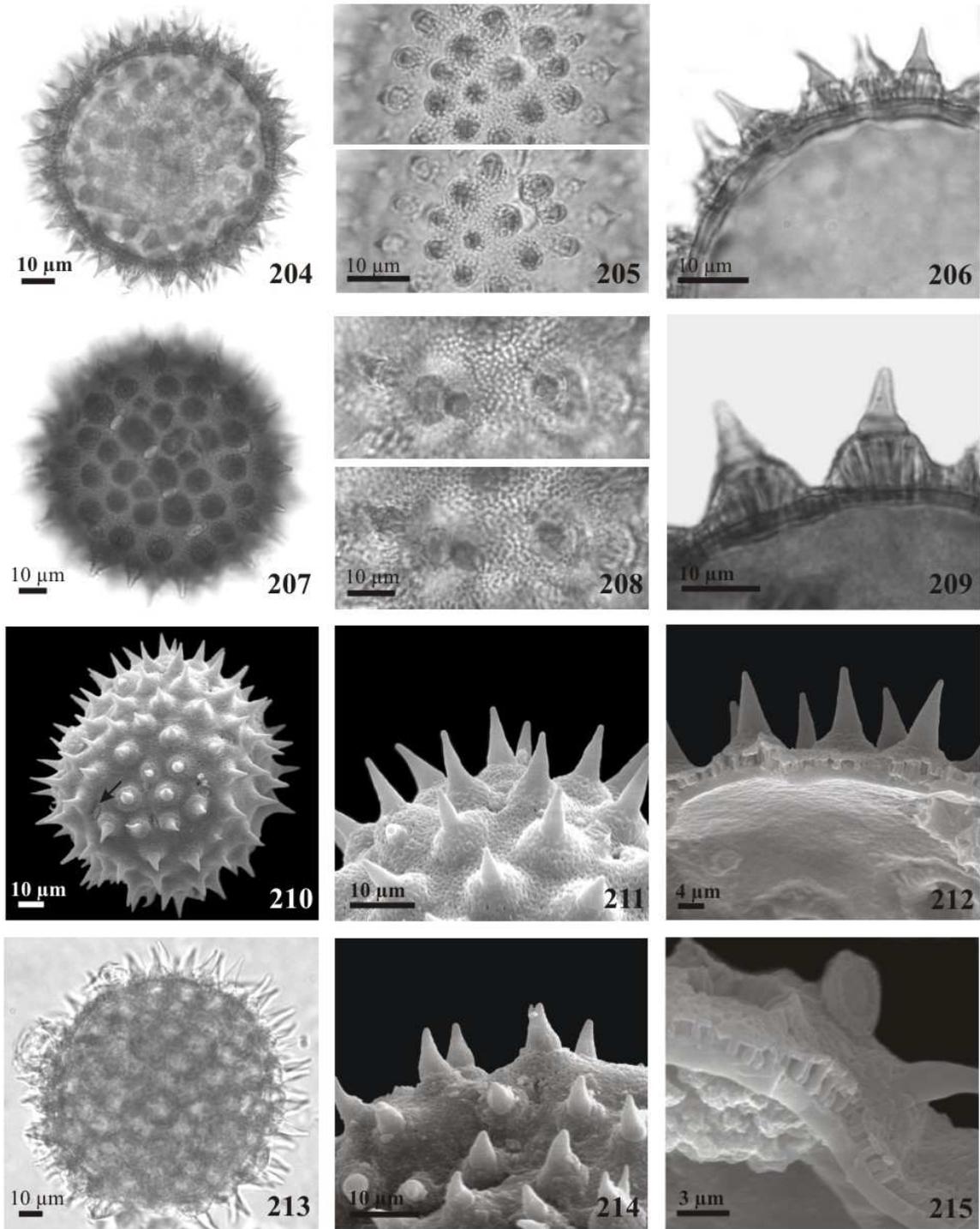
O teto é irregularmente ondulado, com microgrânulos distribuídos heterogeneamente sobre a superfície (Fig. 253); as columelas com difícil visualização, são curtas e bem próximas na região subespinal. Os espinhos são longos e bulbosos, com base larga e sem constrição (Fig. 251 e 253).

Os dados encontrados na literatura (Sowunmi 1973; Barth 1975; Christensen 1986a; Silva *et al.* 2004; Cruz-Barros *et al.* 2006) para essa espécie (anteriormente, tratada como *Hibiscus tiliaceus* L. e *H. pernambucensis* Arruda) são corroborados nesta pesquisa, para a maioria dos caracteres polínicos. Sowunmi (1973) descreveu para os grãos de pólen dessa espécie, poros com ânulo granulado e, além de espinhos, pilos e báculos suprategmiais. Para Christensen (1986a), cólpores também podem ser observados nos grãos de pólen dessa espécie. Silva *et al.* (2004) estudaram a morfologia polínica das duas variedades dessa espécie [*T. tiliaceum* var. *tiliaceum* (L.) Fryxell e *T. tiliaceum* var. *pernambucense* (Arruda) Fryxell], e encontraram diferenças quanto ao diâmetro do grão de pólen e ao tipo de espinho, sob MEV.

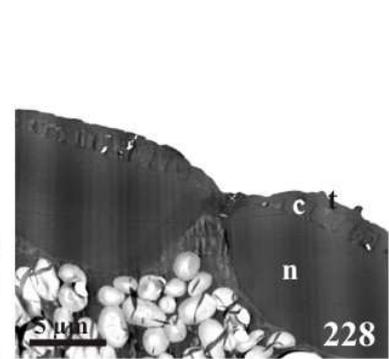
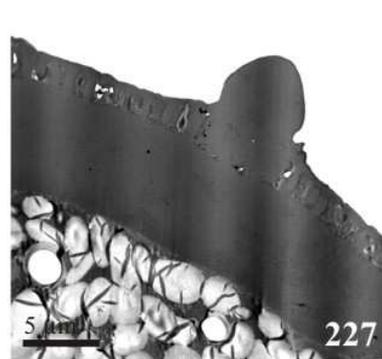
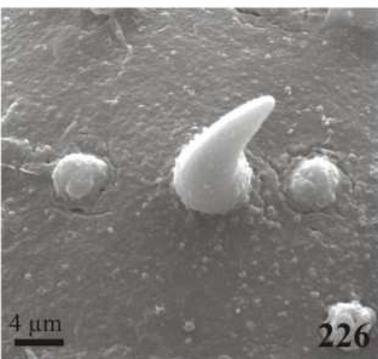
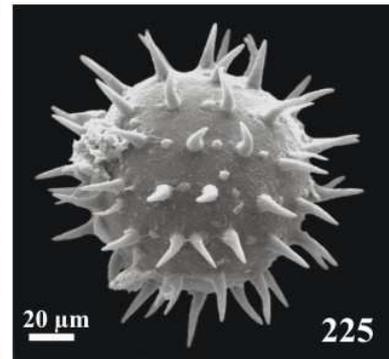
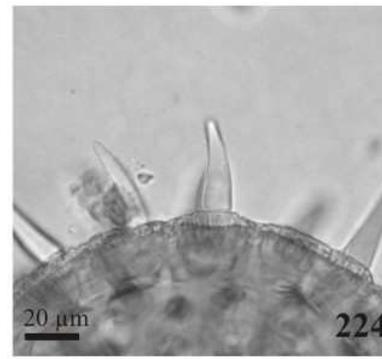
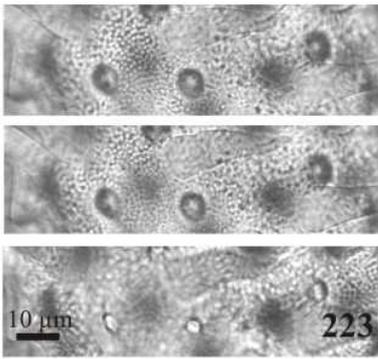
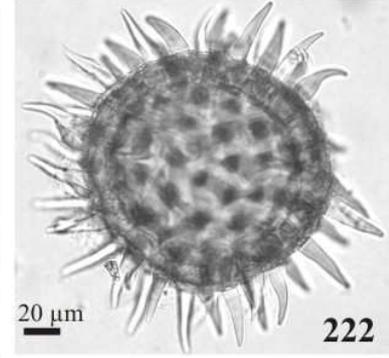
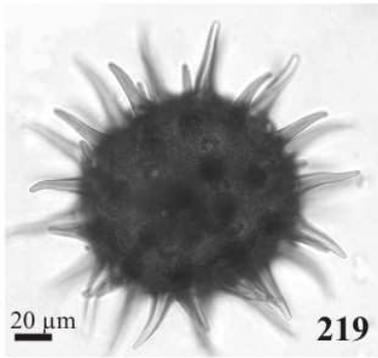
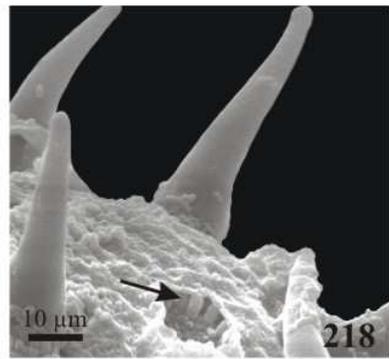
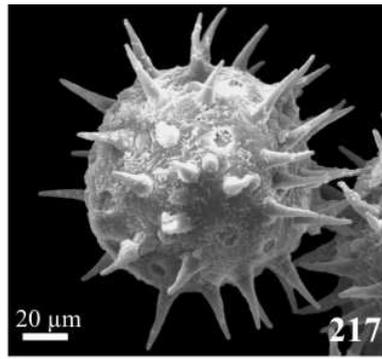
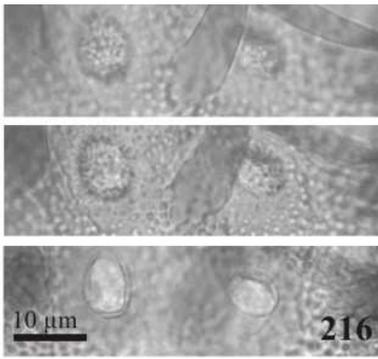
Figuras 192-203. Grãos de pólen de espécies de *Abutilon* Mill. e *Gaya aurea* A. St.-Hil. **192-196.** *A. pauciflorum* A. St.-Hil.: 192. Corte óptico em vista polar. 193. Detalhe da exina e espinho. 194. Vista geral (MEV). 195. Detalhe da região apertural (MEV). 196. Detalhe da estrutura da exina e superfície (MEV). **197-200.** *A. scabridum* K. Schum.: 197. Corte óptico em vista polar, detalhe do espinho no canto superior direito. 198. Corte óptico em vista equatorial. 199. Vista geral (MEV). 200. Detalhe da estrutura da exina e superfície (MEV). **201-203.** *G. aurea*: 201-202. Vista superficial. 203. Análise de L.O.



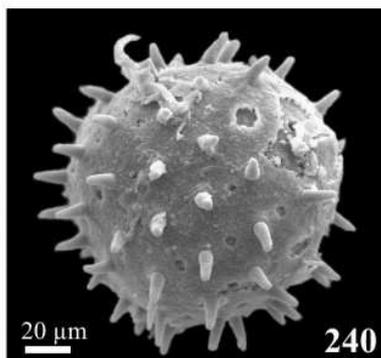
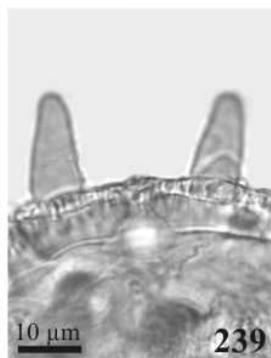
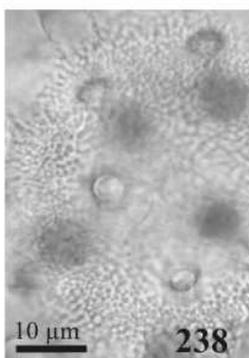
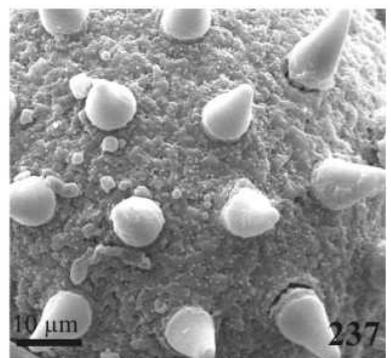
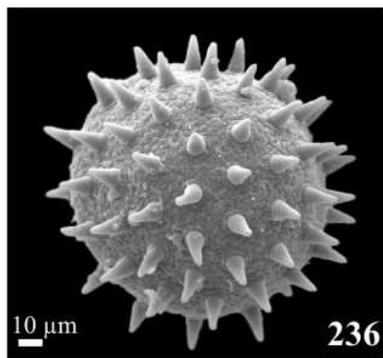
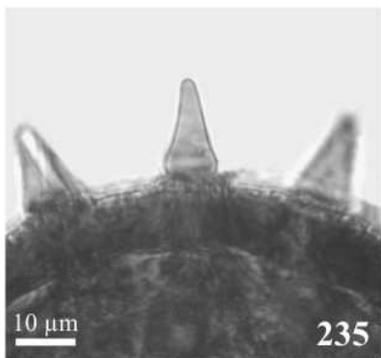
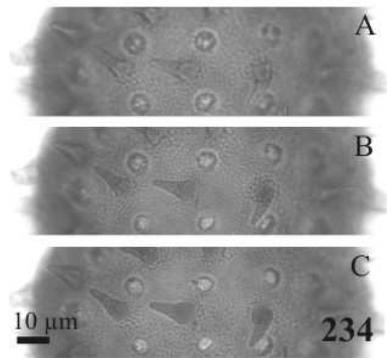
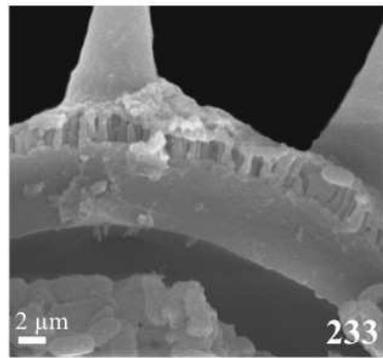
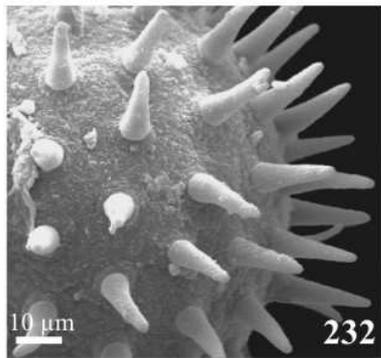
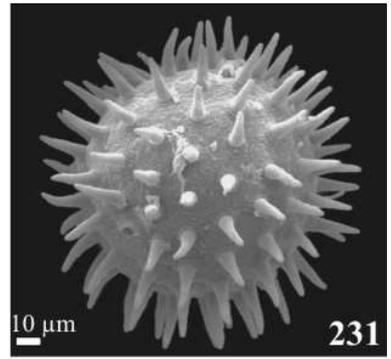
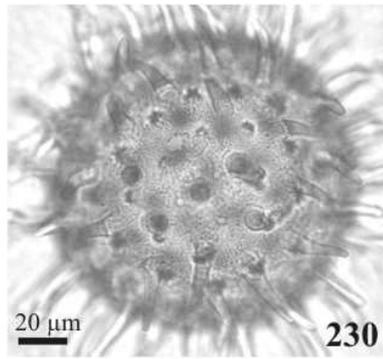
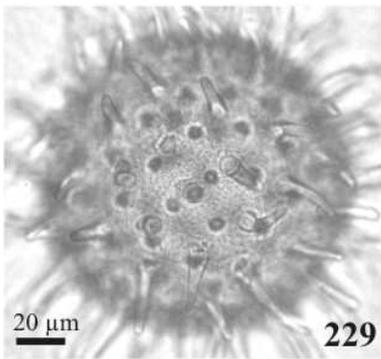
Figuras 204-215. Grãos de pólen de espécies de *Gaya* Gaudin e *Gossypium* L. **204-206.** *Gaya dominguensis* Urb.: 204. Corte óptico. 205. Análise de L.O. 206. Detalhe da exina e espinho. **207-209.** *Gaya macrantha* Barb. Rodr.- 207. Vista superficial. 208. Análise de L.O. 209. Detalhe da exina e do espinho. **210-212.** *Gossypium barbadense* L.: 210. Vista geral, abertura indicada (seta) (MEV). 211. Detalhe da superfície (MEV). 212. Detalhe da estrutura da exina (MEV). **213-215.** *Gossypium hirsutum* Hutch.: 213. Vista geral. 214. Detalhe da superfície (MEV). 215. Detalhe da estrutura da exina (MEV).



Figuras 216-228. Grãos de pólen de espécies de *Hibiscus* L. e *Pavonia blanchetiana* Miq. **216-218.** *H. bifurcatus* Cav.: 216. Análise de L.O. 217. Vista geral (MEV). 218. Detalhe da superfície e columelas (seta) (MEV). **219-221.** *H. furcellatus* Desr.: 219. Vista geral. 220-221. Detalhe do espinho. **222-228.** *P. blanchetiana*: 222. Corte óptico, vista geral. 223. Análise de L.O. 224. Detalhe do espinho. 225. Vista geral (MEV). 226. Detalhe da superfície (MEV). 227. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). 228. Detalhe da estrutura da parede na região da abertura em seção transversal (MET). (t= teto; c= columela; n= nexina)



Figuras 229-241. Grãos de pólen de espécies de *Pavonia* Cav. **229-233.** *P. cancellata* (L.) Cav.: 229-230. Análise de L.O. 231. Vista geral (MEV). 232. Detalhe da superfície (MEV). 233. Detalhe da estrutura da exina (MEV). **234-237.** *P. glazioviana* Gürcke: 234. Análise de L.O. 235. Detalhe da exina e espinho. 236. Vista geral (MEV). 237. Detalhe da superfície (MEV). **238-241.** *P. malacophyla* (Link & Otto) Gürcke: 238. Superfície. 239. Detalhe da exina. 240. Vista geral (MEV). 241. Detalhe da superfície (MEV).



Figuras 242-253. Grãos de pólen de *Pavonia sidifolia* H.B.K., *Quararibea turbinata* Poir. e *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell. **242-246.** *P. sidifolia*: 242. Corte óptico. 243. Análise de L.O. 244. Vista geral (MEV). 245. Detalhe da superfície (MEV). 246. Detalhe da exina (MEV). **247-250.** *Q. turbinata*: 247. Análise de L.O. 248. Vista geral (MEV). 249. Detalhe da superfície (MEV). 250. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET), indicando forâmen interno (seta). **251-253.** *T. tiliaceum*: 251. Corte óptico. 252. Vista geral (MEV). 253. Detalhe da superfície (MEV).

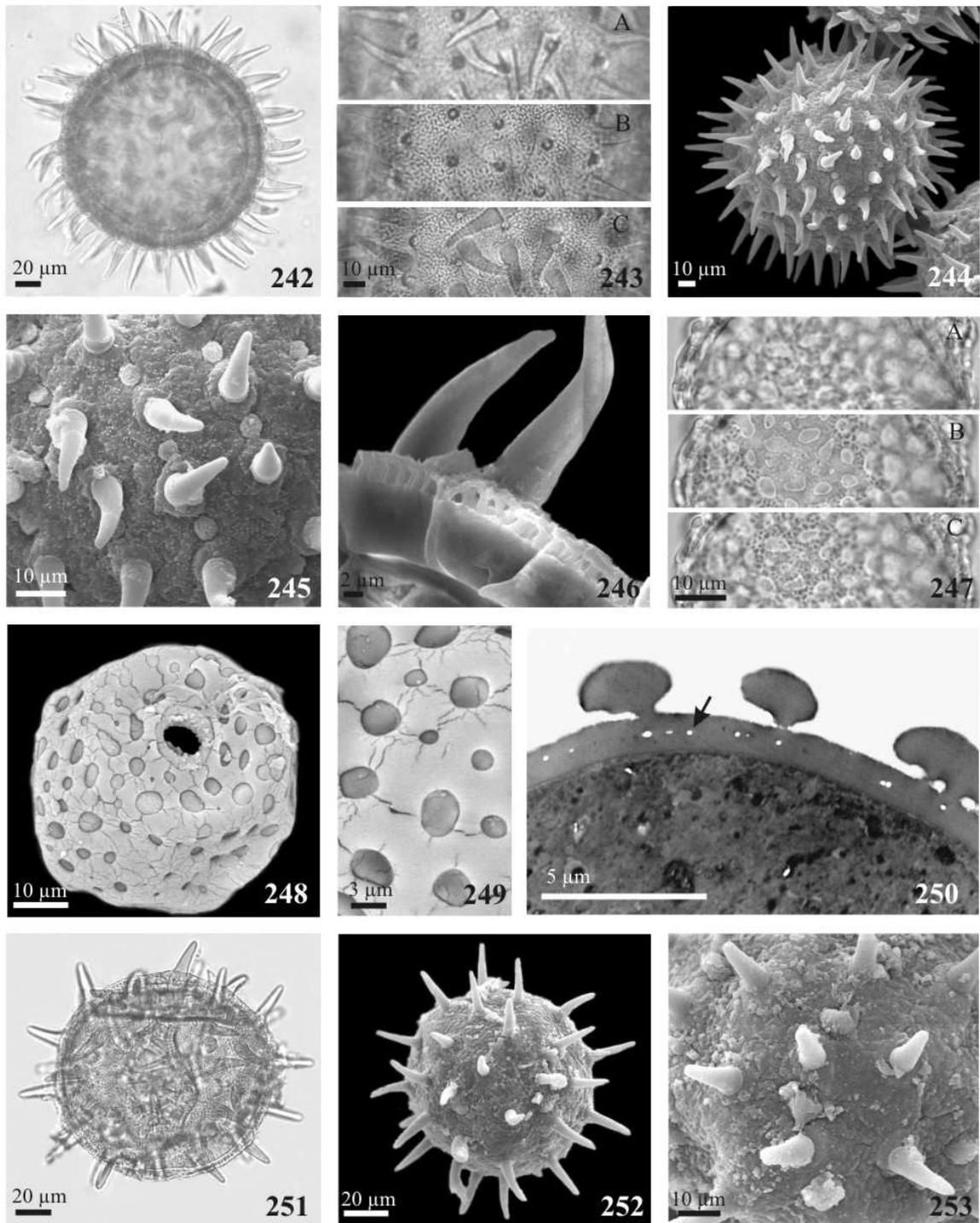


Tabela 7. Caracteres morfométricos das espécies estudadas de Malvoideae (Malvaceae *s.l.*), com grãos de pólen isopolares. DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; d= distância interespinal; b= diâmetro da base do espinho; h= altura do espinho; de= diâmetro da elevação da sexina; he= altura da elevação da sexina; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	Espinho			Elevação da sexina subespinal		Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv		d	b	h	de	he		
<i>Abutilon pauciflorum</i> A St.-Hil.														
Guedes <i>et al.</i> 2534 (ALCB)	46,7*	45,0-49,5	55,2*	51,0-60,0	54,4±0,7	46,5-60,0	0,85	9,7	3,0	4,3	5,9	2,7	1,7	1,2
Santos 3026 (CEPEC)	–	–	–	–	65,6±0,9	52,5-75,0	–	11,7	3,0	4,4	7,9	4,7	1,6	1,6
<i>A. scabridum</i> K. Schum.														
Santos 1744 (CEPEC)	45,5*	39,0-54,0	61,0*	57,0-67,5	61,0±0,9	57,0-67,5	0,75	12,1	3,8	4,8	6,2	2,0	0,9	2,3
Pinto 379 (TEPB)	44,1*	40,5-45,0	57,3*	55,5-60,0	56,3*	54,0-63,0	0,77	16,3	3,9	5,5	6,1	2,1	1,1	2,3
<i>Quararibea turbinata</i> Poir.														
Edna s.n. (SPF 67689)	57,6*	50,0-65,0	61,78*	55,0-70,0	60,6*	52,5-67,5	0,94	–	–	–	–	–	1,9	1,4
Santos 3860 (CEPEC)	63,5*	61,5-66,0	73,5*	69,0-79,5	71,42*	64,5-82,5	0,86	–	–	–	–	–	3,6	1,2

Tabela 8. Caracteres morfométricos das espécies estudadas de Malvoideae (Malvaceae *s.l.*), com grãos de pólen apolares. d= distância interespinal; b= diâmetro da base do espinho; h= altura do espinho; n= número estimado de espinhos; de= diâmetro da elevação da sexina; he= altura da elevação da sexina; diâm= diâmetro do poro e/ou endoabertura; dist= distância interapertural; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm.

Espécie/ Espécime	Diâmetro (excluindo espinho)		Espinho				Elevação da sexina subspinal		Abertura		Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S$	Fv	d	b	h	n	de	he	diâm	dist		
<i>Gaya aurea</i> A. St.-Hil.												
Hatschbach 44160 (CEPEC)	88,5±0,8	82,5-95,0	14,9	5,0	9,0	110	9,2	3,7	6,1x6,1	17,0	2,0	2,8
Stannard <i>et al.</i> H52719 (HUEFS)	75,6±0,7	72,5-80,0	14,7	5,5	7,6	83	9,0	4,6	5,3x5,3	20,0	1,5	2,8
<i>G. dominguensis</i> Urb.												
Fernandes <i>et al.</i> s.n. (EAC 12505)	70,9±0,5	67,5-75,0	10,9	3,9	6,1	132	6,7	3,3	4,7x4,7	15,6	1,3	1,5
Esteves & Barros 2369 (SP)	73,2±0,6	67,5-80,0	12,3	3,9	7,3	110	7,5	4,5	4,5x4,5	13,8	1,3	1,7
Agra <i>et al.</i> 2720 (SP)	69,4±0,6	62,5-75,0	11,2	4,0	6,5	120	6,9	4,1	4,2x4,1	15,3	1,4	1,4
<i>G. macrantha</i> Barb. Rodr.												
Harley <i>et al.</i> 21441 (CEPEC)	92,2±0,9	85,0-100,0	16,7	5,8	8,1	95	10,4	5,4	5,8x5,8	18,5	1,7	2,2
Carvalho <i>et al.</i> 1678 (CEPEC)	83,4±0,8	75,0-90,0	13,4	4,8	6,7	121	8,6	3,9	5,3x5,3	20,9	1,7	2,0
<i>Gossypium barbadense</i> L.												
Silva s.n. (UFP 27294)	103,0*	97,5-120,0	21,1	5,7	10,3	75	13,7	6,7	6,4x6,4	29,3	1,7	1,1
Fernandes s.n. (EAC 16123)	109,0*	76,5-120,0	22,0	5,2	10,5	76	14,0	4,8	7,0x7,0	24,5	2,2	2,0
<i>G. hirsutum</i> Hutch.												
Cavalcante & Buno s.n. (EAC 10858)	103,7*	94,5-117,0	22,8	5,3	10,5	64	13,0	9,9	6,5x6,3	26,6	2,1	1,8
Pickersgill <i>et al.</i> 203 (IPA)	96,6*	82,5-100,5	24,4	5,6	12,3	48	12,5	6,0	5,0x5,0	18,0	2,2	2,2
<i>Hibiscus bifurcatus</i> Cav.												
Santos 2073 (CEPEC)	131,9±1,1	122,5-142,5	45,4	10,7	33,0	26	–	–	5,2x3,8	16,6	4,4	5,5
Castro & Nunes s.n. (EAC 6398)	124,9±1,2	110,0-137,5	39,6	10,7	34,2	31	–	–	5,7x4,0	17,7	3,7	4,3
Lima 310 (IPA)	125,2*	110,0-150,0	36,8	8,1	31,8	36	–	–	7,2x7,2	23,1	3,1	4,5

Tabela 8. (Cont.)

Espécie/ Espécime	Diâmetro (excluindo espinho)		Espinho				Elevação da sexina subespinal		Abertura		Sex	Nex	
	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv	d	b	h	n	de	he	diâm			dist
<i>Hibiscus furcellatus</i> Desr.													
Lima <i>et al.</i> 15 (SPF)	118,9±1,2		107,5-130,0	45,2	10,0	37,6	21	15,8	5,7	5,9x5,9	25,1	3,0	5,4
Alunos de Taxonomia da FUFPI s.n. (TEPB 511)	112,7±1,1		102,5-122,5	36,5	9,4	28,0	30	14,1	3,4	6,5x6,5	22,9	2,6	5,0
<i>Pavonia blanchetiana</i> Miq.													
Pinto 22 (CEPEC)	135,9±1,6		117,5-147,5	31,7	8,2	33,8	58	–	–	3,5x4,2	19,5	3,3	11,7
Hamburgo s.n. (UFP 32293)	159,8±2,5		142,5-180,0	38,0	6,1	35,4	55	–	–	5,1x5,5	27,8	3,0	9,7
Fernandes & Matos s.n. (EAC 11135)	127,5*		102,5-150,0	34,3	6,7	31,7	43	–	–	4,8x5,4	21,0	2,5	8,3
<i>P. cancellata</i> (L.) Cav.													
José Luiz s.n. (IPA 60357)	115,4±5,1		87,5-142,5	33,0	8,0	25,2	38	–	–	3,4x3,4	20,7	2,7	7,9
Del'Arco s.n. (TEPB 430)	115,8±1,3		107,5-135,0	31,1	7,3	25,9	43	–	–	3,2x3,2	20,5	2,8	6,0
Ferrucci <i>et al.</i> 1.030 (CEPEC)	127,8±1,5		115,0-142,5	27,4	8,8	25,9	69	–	–	3,3x3,3	20,0	3,2	8,0
<i>P. glazioviana</i> Gürcke													
Andrade-Lima 2.754 (IPA)	138,4±1,5		125,0-155,0	33,5	8,2	16,6	53	–	–	4,9x4,9	25,4	2,0	5,3
Del'Arco & Castro s.n. (TEPB 1113)	114,4±1,7		102,5-137,5	26,4	7,8	15,6	58	–	–	3,4x3,4	19,2	2,0	6,9
Martins s.n. (EAC 10191)	139,4±1,5		130,0-167,5	33,0	10,4	19,6	56	–	–	3,1x3,1	21,5	3,4	9,0
<i>P. malacophylla</i> (Link & Otto) Gürcke													
Mattos-Silva <i>et al.</i> 2.523 (CEPEC)	127,7±1,8		112,5-145,0	30,0	7,5	17,3	56	13,7	4,0	5,2x5,2	17,0	2,8	6,1
Xavier s.n. (JPB 304)	113,7±1,8		102,5-132,5	25,9	7,1	16,6	61	11,3	4,4	3,0x3,0	14,8	3,4	6,7
Pontual 224 (PEUFR)	126,7±2,9		100,0-147,5	27,7	8,3	18,4	66	12,8	4,1	5,0x5,0	14,9	2,9	6,1
<i>P. sidifolia</i> H.B.K.													
Hatschbach <i>et al.</i> 62.015 (CEPEC)	158,3±1,2		142,5-175,0	31,8	9,2	31,6	78	–	–	3,6x3,6	22,2	4,1	11,0
<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell													
Tavares s.n. (EAC 16705)	123,2±2,0		105,0-142,5	42,1	9,3	22,7	27	–	–	7,3x7,3	26,3	3,0	2,0

STERCULIOIDEAE

Grãos de pólen médios, prolato-esferoidais a subprolatos, isopolares, amb (sub)circular; 3-colporados; exina (suprar)reticulada, com ornamentação distinta nas regiões do apocolpo e mesocolpo; muros psilados a perfurados, simplescolumelados.

***Cola* L.**

Espécies estudadas: *C. acuminata* Schott & Endl. (Fig. 254-259)

C. nitida Vent. (Fig. 260-264)

Grãos de pólen médios, subprolatos, isopolares, amb subcircular (ptico-aperturados); 3-colporados, com costa. Ectoaberturas longas, com extremidades afiladas a arredondadas; endoaberturas lalongadas, de difícil visualização. Exina (suprar)reticulada, heterobrocada no mesocolpo e microrreticulada no apocolpo; muros psilados, simplescolumelados. Sexina de espessura igual ou maior a da nexina (Tab. 9).

A Tabela 9 apresenta os caracteres morfométricos dos espécimes analisados de *Cola*, sendo possível verificar certa uniformidade entre os diâmetros.

As aberturas estão localizadas na região equatorial, entretanto, muitas vezes estão em invaginações da exina em vista polar, caracterizando os grãos de pólen ptico-aperturados (Fig. 254 e 260). As ectoaberturas são longas, sem margem diferenciada; as endoaberturas são lalongadas, de difícil visualização em ML, com membrana apertural esculpura (Fig. 264).

Em vista superficial e sob ML, a exina apresenta-se reticulada com lumens heterogêneos em forma e tamanho no mesocolpo (Fig. 256) e microrreticulada no apocolpo. Sob MEV, a exina apresenta-se (suprar)reticulada² (Fig. 258 e 263), com muros psilados. A seção da parede dos grãos de pólen de *C. acuminata*, analisada sob MET (Fig. 259), mostrou uma nexina contínua, com columelas organizadas irregularmente sob um teto descontínuo, com algumas perfurações; a intina é fina. A sexina é mais espessa que a nexina em *C. nitida*, apresentando-se de igual espessura em *C. acuminata* (Tab. 9), entretanto, na região apertural dos grãos de pólen de ambas as espécies, a nexina é mais espessa, formando a costa.

Os grãos de pólen de *C. acuminata* foram estudados por Chaudhuri (1969) e

² O suprarretículo é referido neste gênero como um retículo cujos lumens são irregulares e pelos quais se observam as columelas igualmente irregulares e entrelaçadas, sem, contudo, formar um infrarretículo.

Sowunmi (1973), cujos dados são concordantes para a maioria dos aqui encontrados. Para o último autor os grãos de pólen dessa espécie são angulaperturados, o que pode ser visualizado quando o amb dos grãos de pólen é (sub)triangular.

***Sterculia* L.**

Espécies estudadas: *S. curiosa* (Vell.) Taroda (Fig. 265-268)

S. frondosa Rich. (Fig. 269-271)

S. striata A. St.-Hil. & Naud. (Fig. 272-276)

Grãos de pólen médios, prolato-esferoidais a subprolatos, isopolares, amb (sub)circular; 3-colporados, com costa. Ectoaberturas longas, com extremidades afiladas; endoaberturas lalongadas, com margens superior e inferior paralelas, extremidades equatoriais não visíveis. Exina reticulada, heterobrocada no mesocolpo e microrreticulada no apocolpo; muros largos, sinuosos, psilado-perfurados (sob MEV), simplescolumelados. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 9).

A forma das espécies estudadas variou entre prolata-esferoidal a subprolata (*S. curiosa*). Enquanto as ectoaberturas são longas, sem margens diferenciadas, de difícil visualização em *S. curiosa*.

A exina apresenta-se reticulada nos mesocolpos, com muros altos, psilados, perfurados. Os lumens diminuem de tamanho em direção aos apocolpos, os quais se apresentam microrreticulados a tectado-perfurados (*S. curiosa*) (Fig. 267 e 268).

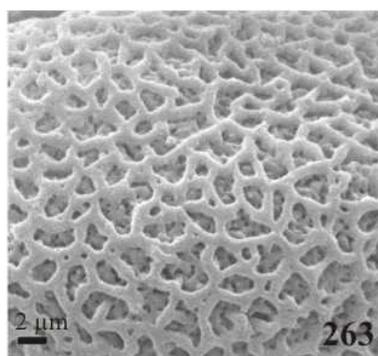
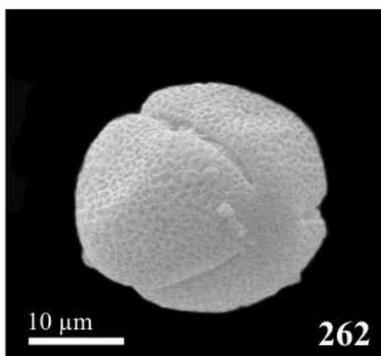
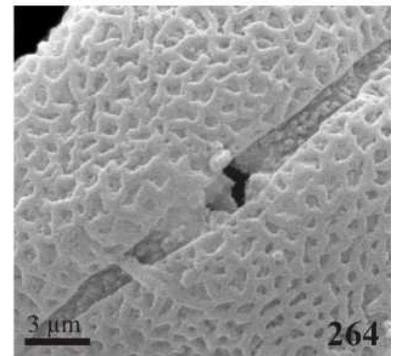
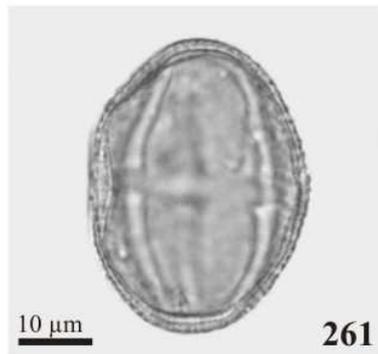
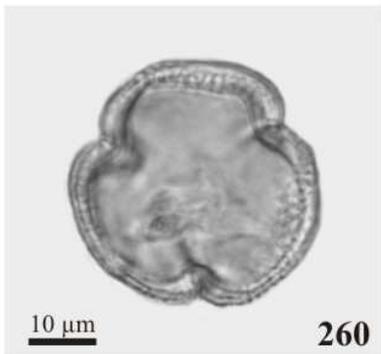
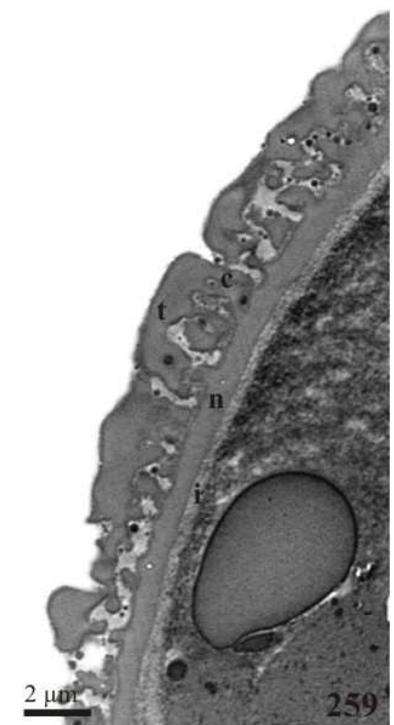
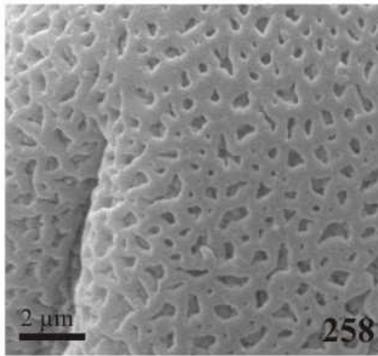
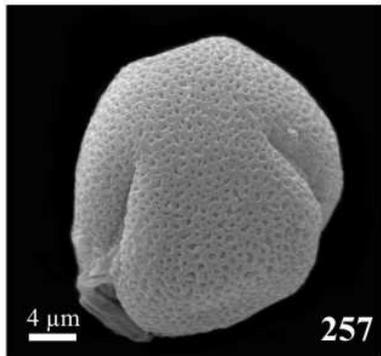
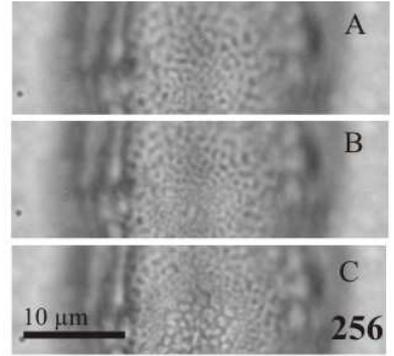
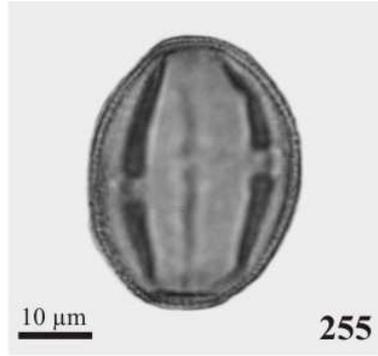
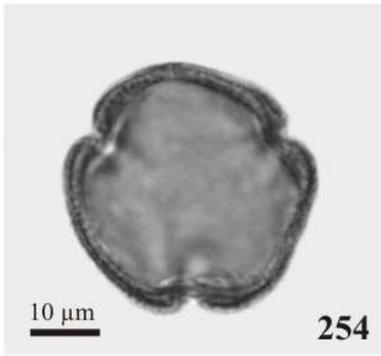
Miranda & Andrade (1989) descreveram para os grãos de pólen de *S. striata* a presença de processos suprategmiais em forma de pilas ou báculos. O exame mais detalhado dessa espécie mostrou um retículo bem definido formado por muros altos, psilados e lumens com grânulos (Fig. 275-276), não evidenciando quaisquer processos mencionados por estes autores.

A sexina é sempre mais espessa que a nexina, exceto na região apertural, onde a nexina torna-se mais espessa formando a costa (Fig. 270 e 273).

No estudo palinotaxonômico de espécies brasileiras de *Sterculia* realizado por Secco & Barth (1984), sob ML, MEV e MET, *S. frondosa* e *S. striata* foram enquadradas no subtipo polínico 3 desses autores, caracterizado pelos grãos de pólen com retículo suprategmial completo. Os resultados desses autores são corroborados pelo presente estudo.

Outras espécies foram analisadas palinologicamente por vários autores (Erdtman 1952; Litchfield 1966; Chaudhuri 1969; Sharma 1970; Sowunmi 1973; Melhem *et al.* 1976; El-Ghazali 1993) apresentando, no geral, caracteres semelhantes aos aqui descritos.

Figuras 254-264. Grãos de pólen de espécies de *Cola* L. **254-259.** *C. acuminata* Schott & Endl.: 254. Corte óptico em vista polar. 255. Corte óptico em vista equatorial. 256. Análise de L.O. 257. Vista polar (MEV). 258. Detalhe da superfície (MEV). 259. Detalhe da estrutura da parede em seção tansversal. **260-264.** *C. nitida* Vent.: 260. Corte óptico em vista polar. 261. Corte óptico em vista equatorial. 262. Grão de pólen inclinado (MEV). 263. Detalhe da superfície (MEV). 264. Detalhe da abertura (MEV). (t= teto; c= columela; n= nexina; i= intina)



Figuras 265-276. Grãos de pólen de espécies de *Sterculia* L. **265-268.** *S. curiosa* (Vell.) Taroda: 265. Corte óptico em vista polar. 266. Corte óptico em vista equatorial. 267. Vista equatorial (MEV). 268. Detalhe da superfície (MEV). **269-271.** *S. frondosa* Rich.: 269. Corte óptico em vista polar. 270. Corte óptico em vista equatorial. 271. Análise de L.O. **272-276.** *S. striata* A. St.-Hil. & Naud.: 272. Corte óptico em vista polar. 273. Corte óptico em vista equatorial. 274. Análise de L.O. 275. Vista equatorial (MEV). 276. Detalhe da superfície e abertura (MEV).

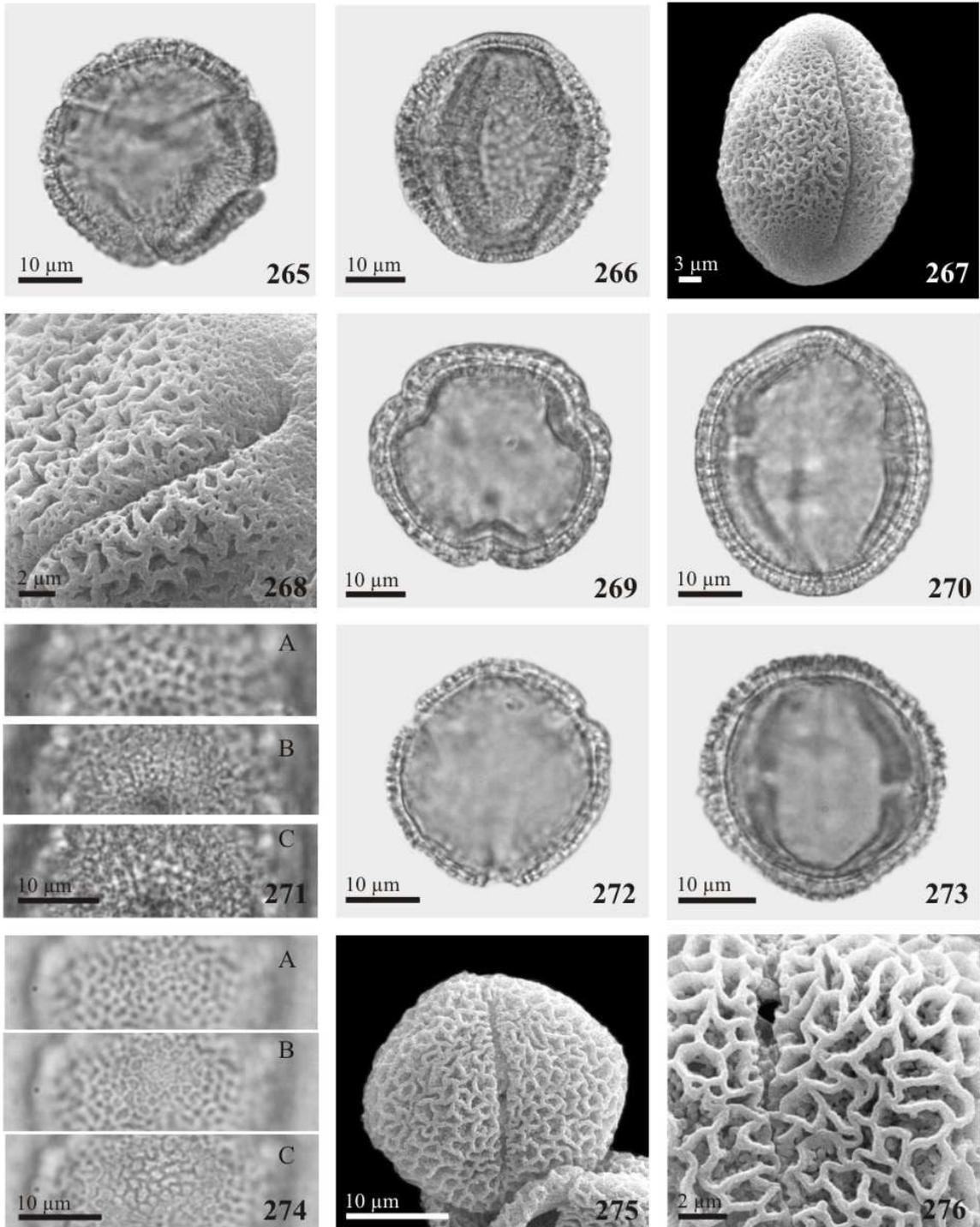


Tabela 9. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen das espécies estudadas de Sterculioideae (Malvaceae *s.l.*). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Cola acuminata</i> Schott & Endl.												
Queiroz & Farias s.n. (ALCB 23229)	36,4±0,8	25,5-42,0	28,9±0,5	27,0-33,0	29,9±0,3	27,0-34,5	1,26	0,26	28,8x2,3	3,8	0,7	0,7
Mattos-Silva & Santos 1382 (CEPEC)	39,3±0,5	35,0-42,5	33,8±0,5	30,0-38,8	34,1±0,6	30,0-41,3	1,16	0,33	28,8x1,3	2,8	1,0	1,0
Pinheiro & Santos 343 (CEPEC)	41,2±0,5	37,5-45,0	34,6±0,6	30,0-40,0	35,0*	32,0-40,0	1,19	0,26	30,0x1,5	4,1	1,0	1,0
<i>C. nitida</i> Vent.												
Gama s.n. (ALCB 2655)	37,4±0,3	34,5-40,5	30,4±0,6	25,5-37,5	28,5*	25,5-31,5	1,23	0,29	28,2x1,2	4,0	1,2	0,6
<i>S. curiosa</i> (Vell.) Taroda												
Hage & Santos 1300 (CEPEC)	40,9±0,5	35,0-46,3	34,6±0,6	30,0-40,0	36,0*	32,5-42,5	1,18	0,28	27,6x1,5	1,6	2,0	0,9
<i>S. frondosa</i> Rich.												
Oliveira & Assunção 2806 (SP)	41,6±0,4	37,5-45,0	36,7±0,5	30,0-40,0	36,2*	30,0-41,3	1,13	0,26	29,2x1,4	3,1	2,2	1,1
<i>S. striata</i> A St.-Hil. & Naud.												
Pirani <i>et al.</i> 4763 (SPF)	30,7±0,5	27,5-37,5	29,3±0,4	25,0-32,5	28,8±0,3	25,0-32,5	1,05	0,38	18,4x2,0	2,8	2,2	1,1
Hatschbach <i>et al.</i> 65183 (CEPEC)	31,1±0,3	30,0-32,5	27,5±0,3	22,5-30,0	28,2±0,3	25,0-30,0	1,13	0,41	21,1x1,3	2,4	2,2	1,3
Heringer 7374 (SP)	33,0±0,3	30,0-36,0	32,5±0,5	27,0-36,0	31,4±0,3	28,5-34,5	1,01	0,38	21,4x3,6	3,2	2,3	0,9

TILIOIDEAE

Esta subfamília foi representada neste estudo, apenas pelo gênero *Tilia* L.

***Tilia* L.**

Espécies estudadas: *T. americana* L. (Fig. 277-281)

T. cordata Mill. (Fig. 282-285)

T. mexicana Schltldl. (Fig. 286-287)

T. mongolica Maxim. (Fig. 288-291)

Grãos de pólen médios, oblatos, isopolares, amb subtriangular (planaperturados) a circular; 3-colporados, com costa. Ectoaberturas curtas, com extremidades afiladas; endoaberturas circulares. Exina microrreticulada, homobrocada; muros psilados, simplescolumelados; sob MEV, tectada-perfurada a microrreticulada. Sexina mais espessa que a nexina (Tab. 10), com concavidades tectais em forma de funil.

A morfologia polínica de *Tilia* é muito homogênea quanto à forma, tamanho, tipo apertural e padrão de ornamentação da exina.

As ectoaberturas são curtas (brevicolpados) e estreitas, com extremidades afiladas (Fig. 281, 283 e 289). As endoaberturas, circulares (Fig. 283 e 289), apresentam nexina mais espessa, formando a costa.

Sob ML, a sexina apresentou-se finamente microrreticulada, com lumens homogêneos (Fig. 278 e 287); sob o aumento do MEV, observou-se que o teto é perfurado a microrreticulado, tendo em *T. cordata* lumens comparativamente menores e os muros mais largos (Fig. 284). A análise ao MET revelou em *T. cordata* um teto interrompido por concavidades em forma de funil, as quais terminam sobre uma columela compacta (Fig. 285), formando a chamada “estrutura *Tilia*” (Punt *et al.* 2007); a nexina é mais espessa que o teto, compacta e contínua até a região apertural, onde torna-se ainda mais espessa e descontínua. A camada da intina é fina. As concavidades tectais são visualizadas sobre a superfície como um fino retículo ou perfurações.

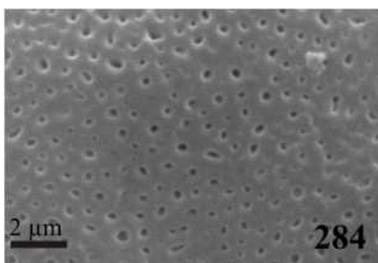
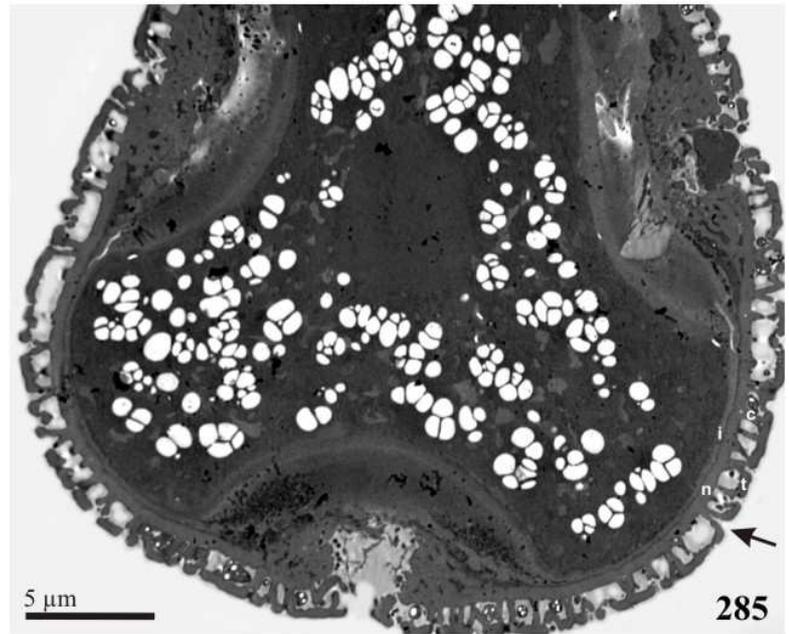
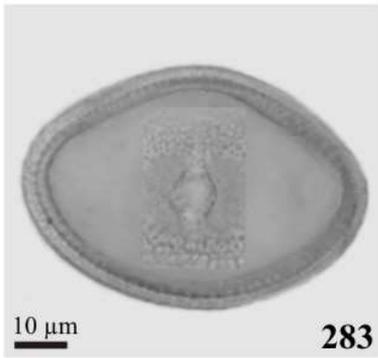
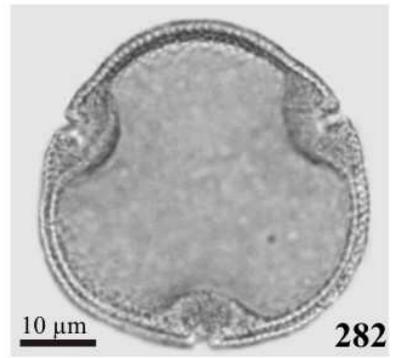
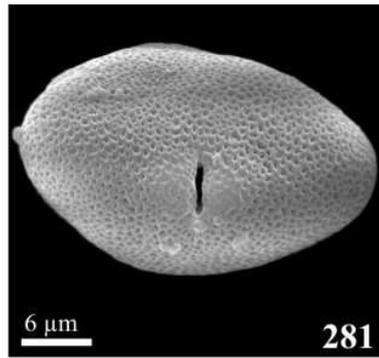
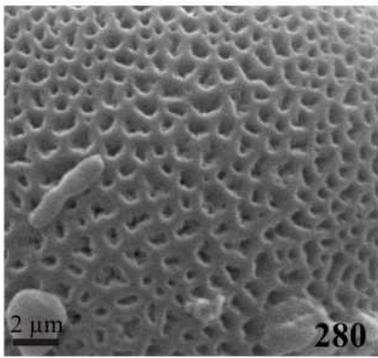
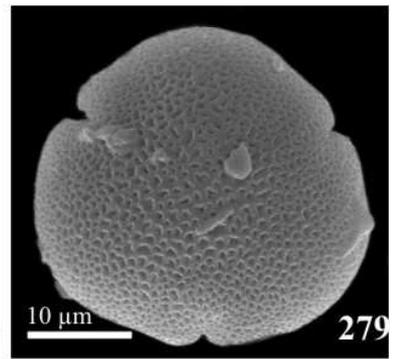
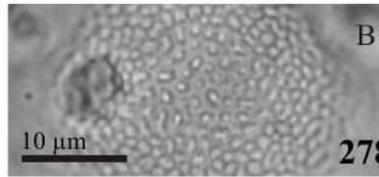
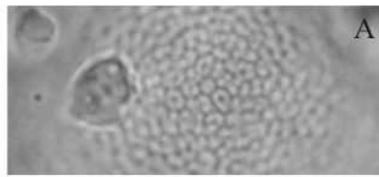
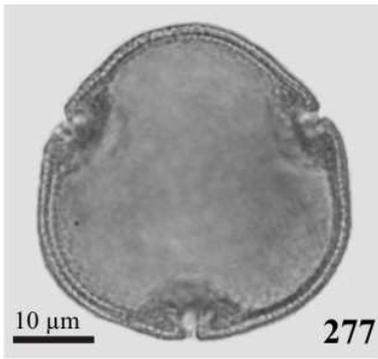
A dificuldade na definição do tipo de ornamentação dos grãos de pólen de *Tilia* pode ser observada em Erdtman (1952), que descreveu a sexina dos grãos de pólen desse gênero como tectada, com a superfície ondulada e densamente pilada em *T. americana* e *T. cordata*, e finamente escrobiculada (=punctado), com pontos escuros rodeados por um anel claro, o qual supostamente seria suportado por uma columela. Chambers & Godwin

(1961), sob MET, descreveram detalhadamente a estrutura da parede dos grãos de pólen de *Tilia platyphyllos* Scop., contribuindo para sua correta interpretação, sob ML e microscopia eletrônica.

Melhem *et al.* (2003) descreveram os grãos de pólen de *Tilia cordata*, sob ML, como microrreticulados, não se referindo às concavidades tectais. As autoras ainda descreveram a endoabertura com ânulo, a qual está em desacordo com a definição dessa estrutura (= área da exina ao redor de um poro, que difere do aspecto geral da exina, ou em ornamentação ou em espessamento, conforme Punt *et al.* 2007). O espessamento da nexina observado pelas autoras refere-se à costa, evidenciada também no presente estudo.

Em seu estudo, Perveen *et al.* (2004) analisaram a morfologia polínica de *Tilia platyphyllos*, encontrando caracteres semelhantes aos aqui apresentados para forma e padrão de ornamentação da sexina. Contudo, sob a análise ML de grãos de pólen acetolisados, esses autores referiram-se à presença de oncus, o que pode ser uma observação equivocada, uma vez que essa estrutura, segundo Punt *et al.* (2007), não é resistente ao processo acetolítico e, portanto, não pode ser visualizada em grãos de pólen acetolisados.

Figuras 277-285. Grãos de pólen de espécies de *Tilia* L. **277-281.** *T. americana* L.: 277. Corte óptico em vista polar. 278. Análise de L.O. 279. Vista polar (MEV). 280. Detalhe da superfície (MEV). 281. Vista equatorial (MEV). **282-285.** *T. cordata* Mill.: 282. Corte óptico em vista polar. 283. Corte óptico em vista equatorial e detalhe superficial da abertura no centro. 284. Detalhe da superfície (MEV). 285. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal, indicando a “estrutura Tilia” (seta). (t= teto; c= columela; n= nexina; i= intina).



Figuras 286-291. Grãos de pólen de espécies de *Tilia* L. **286-287.** *T. mexicana* Schltldl.: 286. Corte óptico em vista polar. 287. Análise de L.O. **288-291.** *T. mongolica* Maxim.: 288. Corte óptico em vista polar. 289. Corte óptico em vista equatorial e detalhe superficial da abertura no centro. 290. Detalhe da superfície (MEV). 291. Detalhe da estrutura da exina (MEV).

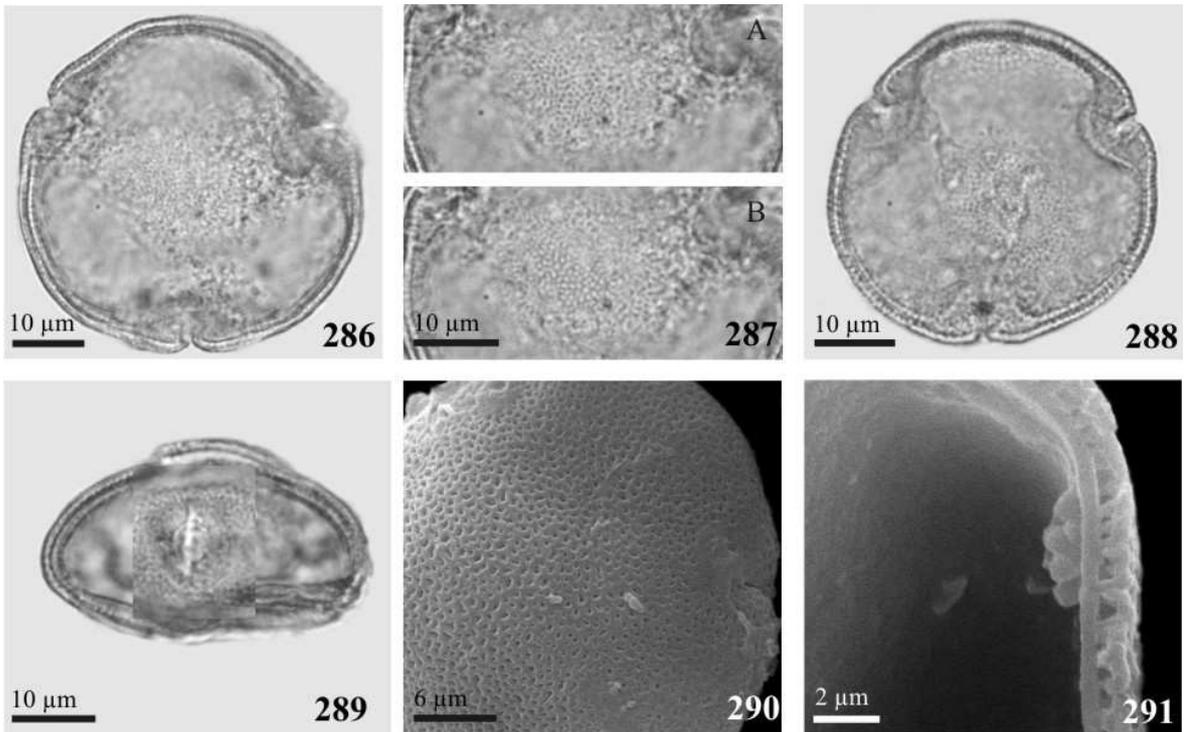


Tabela 10. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen de *Tilia* L. (Tilioideae). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; Sex= sexina; Nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex
	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv	$\bar{x} \pm S_x$	Fv						
<i>Tilia americana</i> L.												
Nel 15164 (SP)	25,3±0,3	22,5-27,5	39,9±0,3	37,5-42,5	39,5±0,3	37,5-42,5	0,63	0,57	8,9x1,2	4,4	1,5	1,0
Ahles 87019 (SP)	24,8*	22,5-27,5	42,0*	32,5-47,5	41,9±0,4	37,5-45,0	0,59	0,60	8,9x1,1	3,8	1,2	0,6
<i>T. cordata</i> Mill.												
Jardim 4.146 (HUEFS)	23,5±0,3	22,5-27,5	38,4±0,5	32,5-40,0	38,5±0,4	33,8-40,0	0,61	0,57	9,4x1,1	6,0	1,7	1,0
Gross s.n. (SP 25731)	22,8±0,3	20,0-25,0	37,0±0,3	32,5-40,0	35,9±0,3	32,5-40,0	0,62	0,63	9,2x1,3	3,3	1,2	0,8
Ekman s.n. (SP 67836)	25,0±0,4	22,5-27,5	40,4±0,3	37,5-45,0	39,5±0,4	37,5-42,5	0,62	0,69	10,7x1,0	4,4	1,4	0,6
<i>T. mexicana</i> Schtdl.												
Hinton <i>et al.</i> 8277 (K)	28,5±0,5	25,0-32,5	40,0±0,5	35,0-45,0	39,7±0,5	37,5-45,0	0,71	0,73	7,5x1,0	4,0	1,2	1,0
<i>T. mongoliga</i> Maxim.												
Hsia 2700 (K)	25,1±0,4	22,5-27,5	41,1±0,5	37,5-45,0	40,5±0,5	37,5-42,5	0,61	0,70	8,0x1,1	3,8	1,2	0,6

3.2. Sinopse dos caracteres polínicos de Malvaceae

A tabela 11 apresenta a sinopse dos principais caracteres encontrados nos gêneros estudados de Malvaceae, em relação ao tamanho, forma, âmbito, abertura e exina.

TAMANHO DOS GRÃOS DE PÓLEN

O tamanho dos grãos de pólen acetolisados de Malvaceae (Fig. 292) variou entre os diferentes gêneros, bem como entre espécies do mesmo gênero (Tabelas 1-10). Considerando a média, os menores grãos de pólen foram encontrados em *Guazuma ulmifolia* (16,5 μm) e os maiores em *Pavonia blanchetiana* (160 μm). A maioria das espécies apresentou grãos de pólen variando entre 30-61 μm em média.

FORMA DOS GRÃOS DE PÓLEN

A forma dos grãos de pólen em vista equatorial (P/E) apresentou-se oblata (Fig. 293), esférica (Fig. 294) e, menos freqüentemente, prolata (Fig. 295). O contorno do grão de pólen em vista polar (amb) variou de triangular a circular (Fig. 308, 312, 313, 314 e 315), lobados nos grãos de pólen ptico-aperturados (Fig. 310). Grãos de pólen com amb poligonal (quadr-, pent-, hex- e heptangular) foram observados em espécies de *Helicteres*, *Pachira* e *Waltheria*.

POLARIDADE

Os grãos de pólen das espécies analisadas de Malvaceae, em sua maioria, são isopolares (Fig. 296, 299 e 300), entretanto grãos de pólen apolares (Fig. 294, 314 e 315) são predominantes nos representantes das Malvoideae (*Gaya*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia* e *Talipariti*).

ABERTURAS

a. Tipo

Foram observadas aberturas simples (Fig. 296, 305) e compostas (Fig. 297-304).

Grãos de pólen colpados foram observados apenas nos gêneros *Pachira* e *Pseudobombax* (Bombacoideae), os quais também apresentaram grãos de pólen colporados, predominantes em Malvaceae (Tab. 11). A definição do tipo apertural em *Pachira* e *Pseudobombax* foi muitas vezes dificultada pelo tipo lolongado da endoabertura, que também se apresentou circular ou lalongada em grãos de pólen colporados de outros gêneros de Malvaceae. A ectoabertura apresentou extremidades afiladas ou arredondadas, de comprimento curto a longo, sendo o maior comprimento encontrado nos grãos de pólen de *Triumfetta* (Grewioideae) (31-43 μm). Nos grãos de pólen dos espécimes da forma brevistila de *Waltheria*, as ectoaberturas são consideravelmente curtas, estreitas e ligeiramente maiores que a ectoabertura.

Grãos de pólen porados ocorreram em *Byttneria* (Byttnerioideae), *Dombeya* (Dombeyoideae), *Helicteres* (Helicteroideae), e na maioria dos gêneros estudados de Malvoideae (*Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia* e *Talipariti*), enquanto o tipo pororado (com ectoabertura e endoabertura em forma circular e incongruentes) foi observado em grãos de pólen de espécies de *Helicteres* (Helicteroideae) e *Quararibea* (Malvoideae).

Margem, costa, fastígio, ânulo, átrio e áspides foram observados em grãos de pólen dos gêneros estudados de Malvaceae. A margem pode ser observada nos grãos de pólen de espécies de *Pachira* e *Pseudobombax*; a costa, em grãos de pólen de *Abutilon*, *Berrya*, *Cola*, *Corchorus*, *Guazuma*, *Heliocarpus*, *Luehea*, *Pachira*, *Pseudobombax*, *Rhodognaphalopsis*, *Sterculia*, *Theobroma*, *Tilia* e *Waltheria*; o fastígio, em grãos de pólen de *Corchorus*, *Triumfetta* e *Waltheria*; o ânulo, nos grãos de pólen de *Dombeya*, *Hibiscus*, *Pavonia*, *Quararibea* e *Talipariti*; o átrio, encontrado apenas no gênero *Helicteres*; enquanto as áspides foram observadas apenas nas espécies de *Byttneria*.

b. Número

O número de aberturas foi variável. A maioria das espécies tem grãos de pólen com três aberturas, mas tipos dois-, quatro-, cinco-, seis-, sete-, oligo- e poliaperturados também foram observados. A variação no número de aberturas, heteromorfismo, pode ser resultante da variação do nível de ploidia, como observado por Dajoz *et al.* (1995) em espécies de *Viola* L. O heteromorfismo no número apertural foi observado nos grãos de pólen de indivíduos da mesma espécie de gêneros pertencentes às subfamílias Bombacoideae (*Ceiba*, *Eriotheca* e *Pseudobombax*), Byttnerioideae (*Byttneria* e *Waltheria*), Dombeyoideae (*Dombeya*), Helicteroideae (*Helicteres*), e Malvoideae (*Abutilon*, *Gaya*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia* e *Talipariti*) (Tab. 11).

Nas espécies heterostílicas de *Waltheria*, que tiveram aqui suas duas morfofloras investigadas, foi possível observar que grãos de pólen da forma brevistila têm maior número de aberturas (4-6) comparado à forma longistila (3) da mesma espécie.

Grãos de pólen pantoaperturados foram encontrados apenas em espécies da subfamília Malvoideae, os quais foram agrupados em oligopantoaperturados (com número de aberturas entre 12 e 30) e polipantoaperturados (com mais de 30 aberturas).

c. Posição

Em Malvaceae, foram encontrados grãos de pólen com aberturas distribuídas apenas na região do equador (zonoaperturados), bem como por toda superfície do grão de pólen (pantoaperturados). Nos grãos de pólen zonoaperturados e com contorno, em vista polar, angular, as aberturas localizam-se nos ângulos (angulaperturados) (Fig. 312 e 313), no centro de cada lado (planaperturados) (Fig. 306, 308 e 309) ou no centro de lados côncavos (sinu-aperturados) (Fig. 311); considerando o contorno em vista polar circular, as aberturas podem ainda estar situadas em invaginações do contorno (ptico-aperturados) (Fig. 310).

Em grãos de pólen pantoaperturados, foram observados dois padrões distintos de distribuição das aberturas: em espiral aberta (Fig. 314), com as aberturas mais afastadas, e em espiral fechada (Fig. 315), com as aberturas mais próximas entre si. Esse padrão de distribuição das aberturas corresponde ao padrão de espiralização reportado por Van Campo (1976) para as Malvales *s.s.*

EXINA

a. Sexina

A escultura da sexina é extremamente variada entre os representantes de Malvaceae, incluindo perfuração (Fig. 328), fóssula (Fig. 317), grânulo (Fig. 331 e 333), verruga (Fig. 316 e 317), (micror)retículo (Fig. 330), fovéola (Fig. 318-328 e 332), suprarretículo (Fig. 329), (micro)espinho (Fig. 331-335). A maioria das espécies tem a sexina (micror)reticulada. Nas espécies investigadas de *Pachira*, o semiteto apresenta na sua superfície processos alongados longitudinalmente com ápices predominantemente arredondados (Fig. 325) ou com formas variadas (Fig. 324). Em *Tilia*, o teto apresenta concavidades em forma de funil, que em vista superficial é descrito como microrretículo (Fig. 330).

Um suprarretículo foi observado em espécies de *Corchorus* e *Waltheria* (longistila). Esse suprarretículo, conforme Punt *et al.* (2007), consiste de um retículo suprategal com muros psilados, sustentados por columelas largas, havendo o infrarretículo cujos lumens são menores, podendo apresentar algumas perfurações - como em *Corchorus*. Ainda que denominado de suprarretículo, a ornamentação descrita anteriormente para os grãos de pólen de *Cola* (cf. pág. 112) não se adequa ao conceito aqui apresentado.

A presença de verruga nos grãos de pólen de *Helicteres* constitui uma autapomorfia desse gênero.

Nos grãos de pólen de *Pachira*, *Pseudobombax* (Bombacoideae), *Corchorus* (Grewioideae), *Cola* e *Sterculia* (Sterculioideae), foi observada variação quanto ao tipo de ornamentação presente nas regiões polar e equatorial.

Nas Malvoideae, com exceção de *Quararibea* (com grãos de pólen foveolados), a exina é invariavelmente equinada. A disposição dos espinhos sobre a superfície dos grãos de pólen das diferentes espécies, assim como seu tamanho e sua forma, é variada (Fig. 336-351). Nos grãos de pólen das espécies estudadas de *Abutilon*, *Dombeya*, *Gaya*, *Gossypium*, *Hibiscus furcellatus* e *Pavonia malacophylla*, as columelas da região subespalinal, podem ser mais longas quando comparadas com as da região adjacente, aumentando a espessura da sexina e elevando os espinhos (Fig. 336-343, 345 e 349), enquanto em *H. bifurcatus*, *P. blanchetiana*, *P. cancellata*, *P. glazioviana*, *P. sidifolia* e *Talipari tiliaceum* não se observa a elevação da sexina (Fig. 344, 346-348, 350 e 351). Quanto à forma, os espinhos podem ser bulbosos com ápices arredondados, base larga, lados côncavos em *A. scabridum* (Fig. 337), e planos em *H. bifurcatus* (Fig. 344), *P. malacophylla* (Fig. 349) e *T. tiliaceum* (Fig. 351); ou coniformes, com ápices agudos, base larga, constrictos ou não na base (Fig. 336, 338-343, 345-348 e 350).

Outros gêneros de Malvaceae (*Dombeya*, *Helicteres*, *Rhodognaphalopsis* e *Waltheria*) também apresentaram (micro)espinhos suprategais.

b. Estratificação

A estratificação da exina presente nos grãos de pólen da maioria dos gêneros estudados de Malvaceae corresponde ao padrão básico nas angiospermas: sexina, nexina e intina (Fig. 357-364). A sexina, na maioria dos gêneros estudados, apresentou-se com três camadas (sexina 1= columelas, sexina 2= teto, sexina 3= elementos suprategais) (Fig. 353, 355, 356, 358, 360, 362 e 363), entretanto no gênero *Waltheria* foi observada (MET) uma sexina formada por cinco camadas (sexina 1= columelas, sexina 2= teto interno, sexina 3=

columelas, sexina 4= teto, sexina 5= elementos supratactais) (Fig. 364).

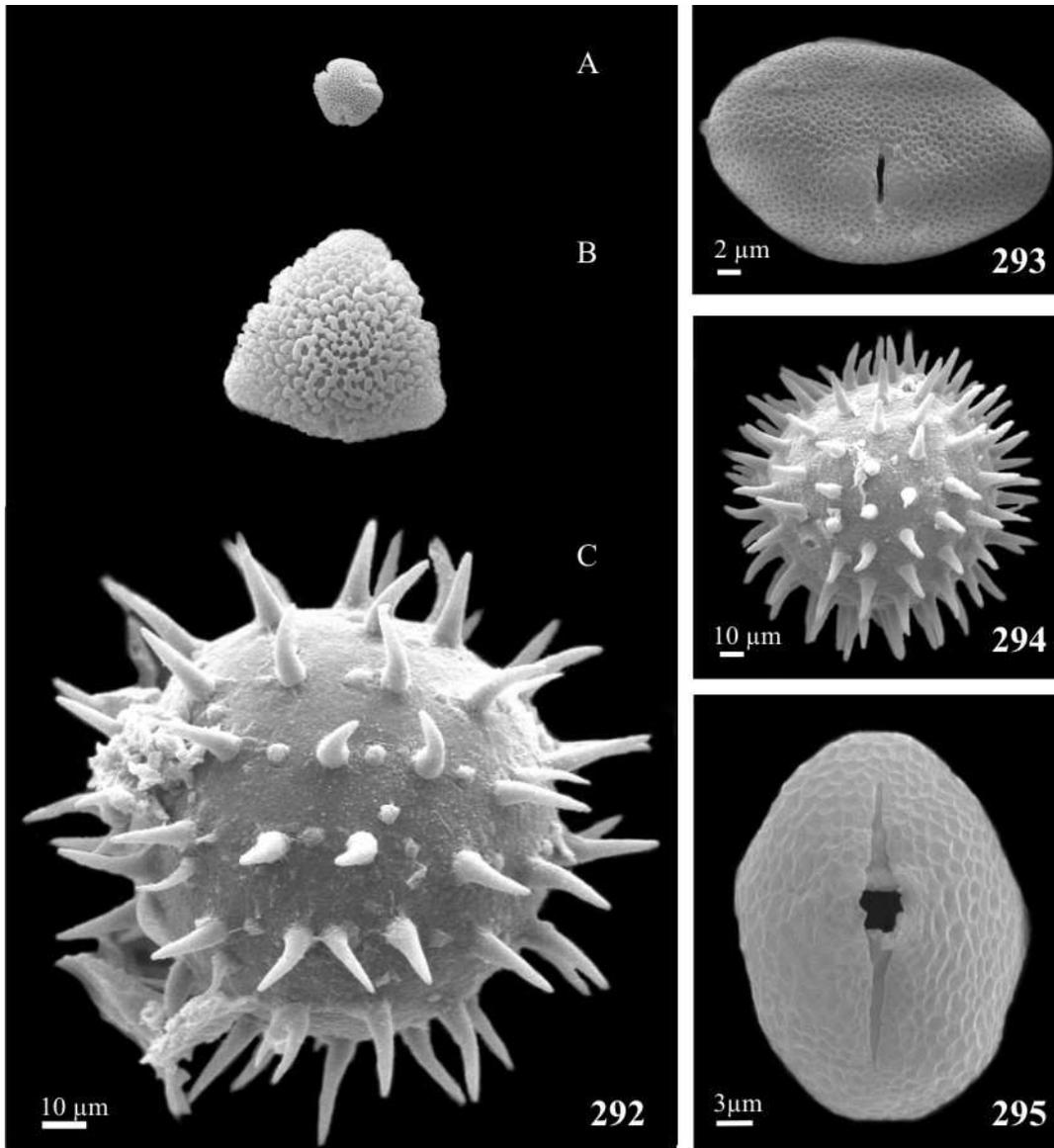
A proporção relativa entre as camadas (sexina e nexina) mostrou-se variável entre os gêneros, sendo a sexina mais espessa que a nexina na maioria das espécies. Apenas nos gêneros *Abutilon*, *Gaya*, *Hibiscus* e *Pavonia* (Malvoideae), a nexina foi mais espessa que a sexina (Tab. 1-10) (Fig. 364).

3.3. Heterostilia e dimorfismo polínico

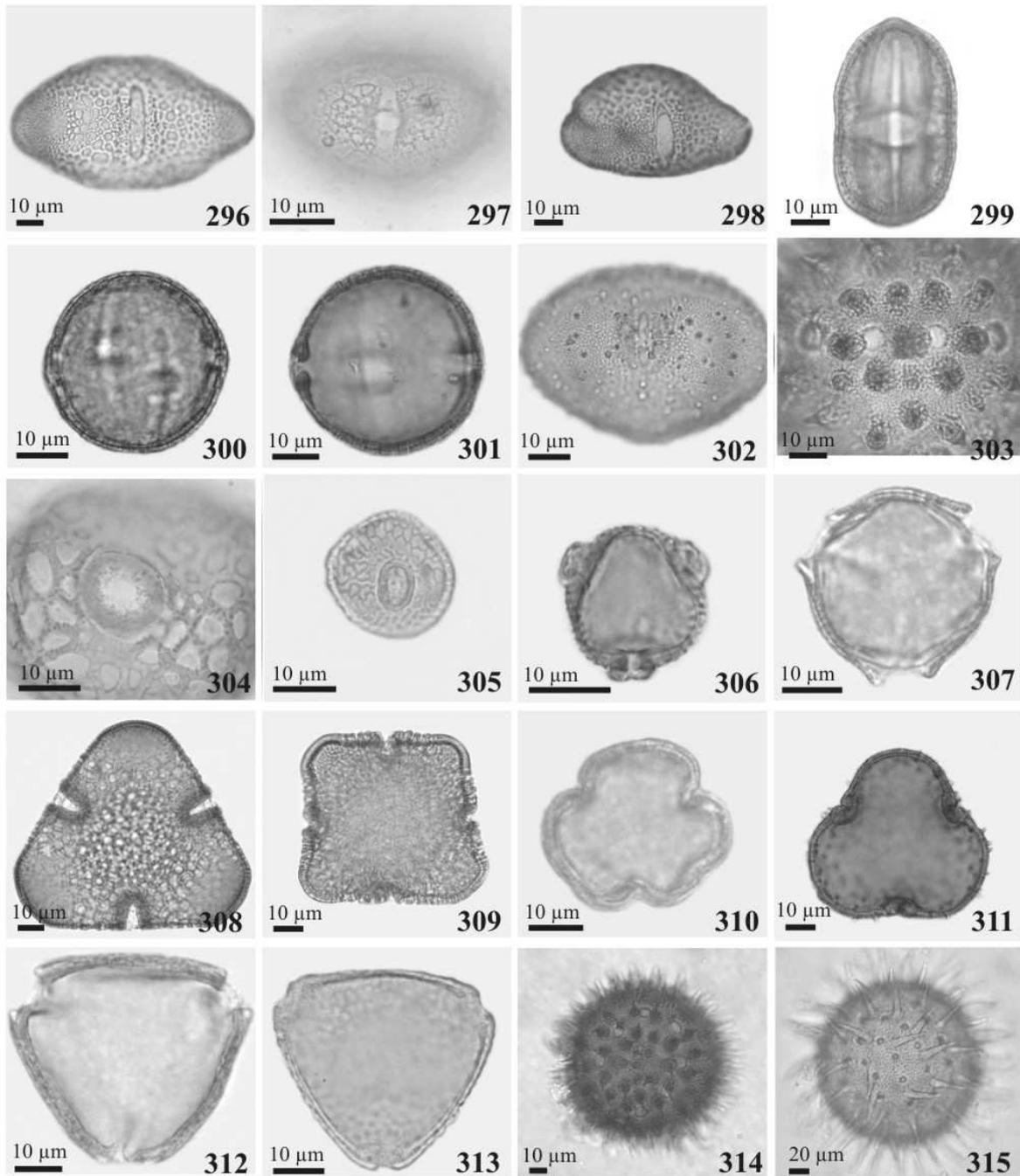
Ganders (1979) definiu a heterostilia como um heteromorfismo floral controlado geneticamente, composto por duas (distilia) ou três (tristilia) morfoflorais que diferem nos comprimentos do estilete e estames. Em Malvaceae, a heterostilia é comum nos gêneros *Melochia* e *Waltheria* (Byttnerioideae), e está relacionada com o dimorfismo polínico nesses gêneros. Os grãos de pólen das formas brevistilas são (micro)equinados, e com número de aberturas e tamanho comparativamente maiores que os grãos de pólen das formas longistilas, que são suprarreticulados (Köhler 1973, 1976; Miranda & Andrade 1989; Dorr & Barnett 1989; Saunders 1993; Saba *et al.* 2004).

No presente estudo, todas as espécies de *Waltheria* tiveram os grãos de pólen da sua forma longistila investigados, enquanto os da forma brevistila foram investigados em apenas duas dessas espécies (*W. albicans* e *W. martiniana*), encontrando resultados que confirmaram o dimorfismo polínico nessas espécies.

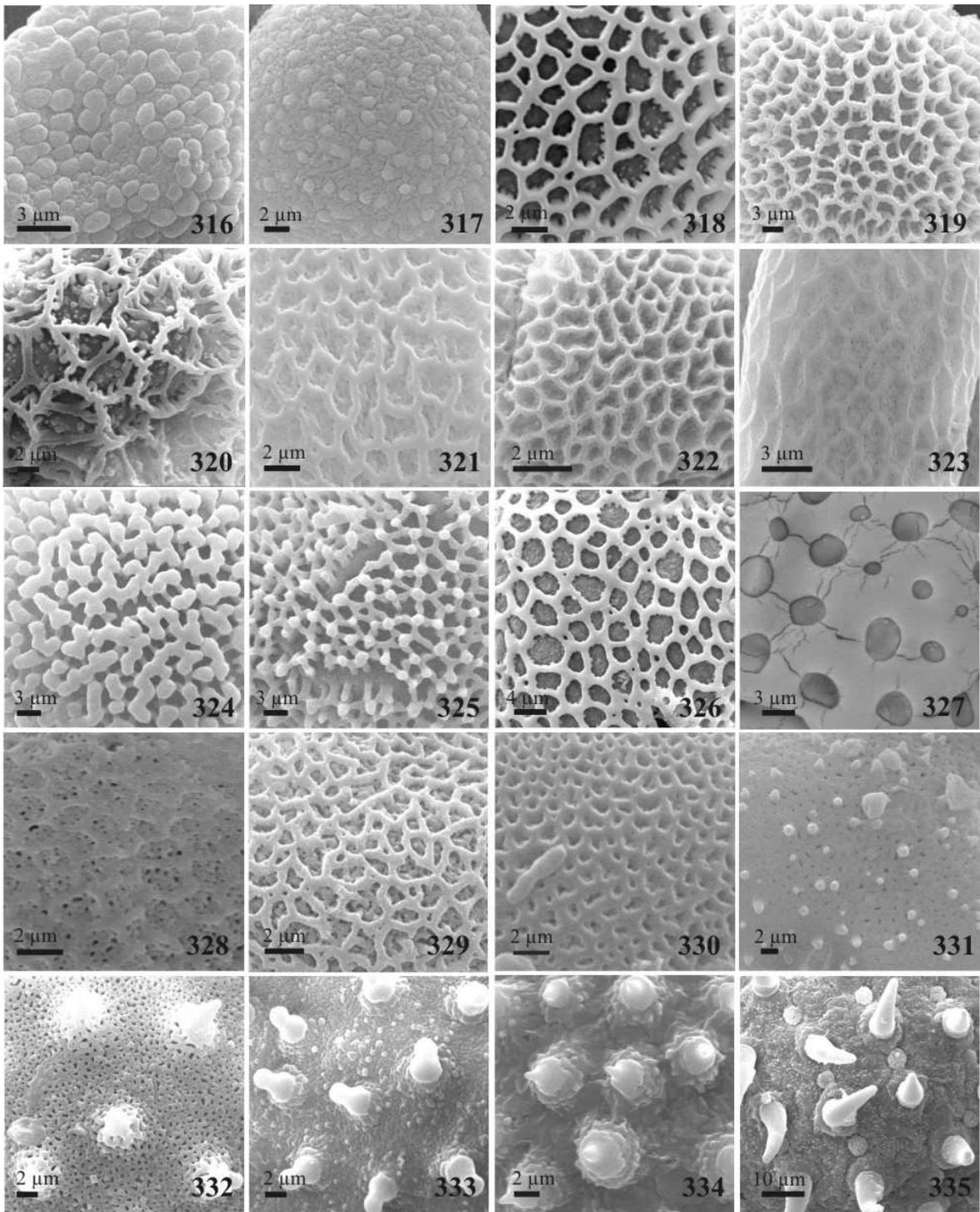
Figuras 292-295. Tamanho e forma de grãos de pólen. 292 (A). *Guazuma ulmifolia* Lam. 292 (B). *Pachira retusa* (Mart & Zucc.) Fernández-Alonso. 292 (C). *Pavonia blanchetiana* Miq. 293. Vista equatorial de um grão de pólen oblato de *Tilia americana* L. 294. Vista geral de um grão de pólen esférico de *Pavonia cancellata* (L.) Cav. 295. Vista equatorial de um grão de pólen prolato de *Triumfetta althaeoides* Lam.



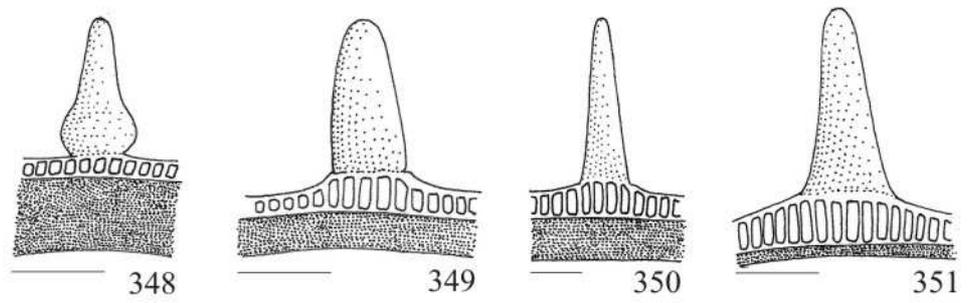
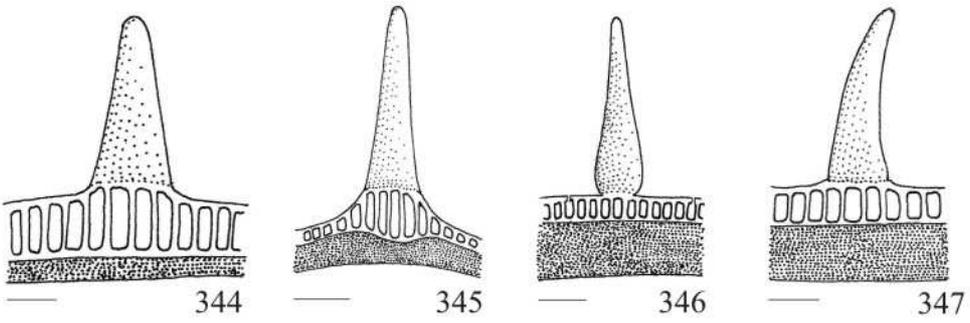
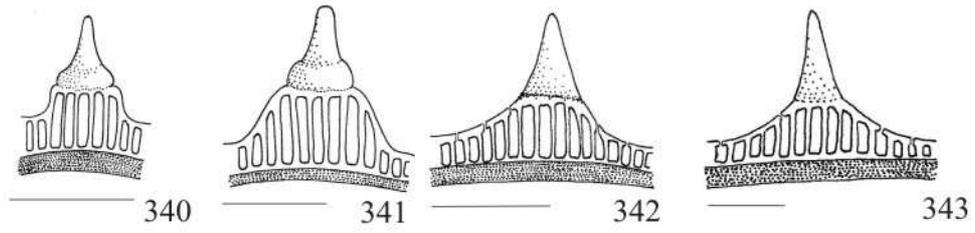
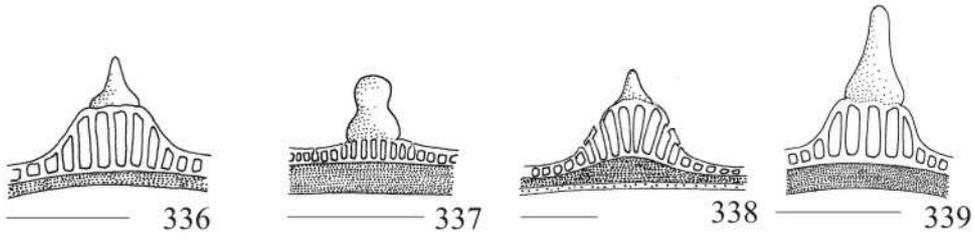
Figuras 296-315. Tipos aperturais. 296. Vista equatorial do grão de pólen colpado de *Pseudobombax* sp. nov. 2. 297. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K. Schum. 298. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns. 299. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *Corchorus argutus* H.B.K. 300. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *Waltheria brachypetala* Turcz. 301. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *W. cinerescens* A. St.-Hil. 302. Vista equatorial do grão de pólen colporado de *Rhodognaphalopsis faroensis* (Ducke) A. Robyns. 303. Detalhe da abertura colporada de *Gaya aurea* A. St.-Hil. 304. Detalhe do poro do grão de pólen de *Quararibea turbinata* Poir. 305. Vista equatorial do grão de pólen porado, aspidado de *Byttneria filipes* Mart. ex K. Schum. 306. Vista polar do grão de pólen porado, aspidado de *B. filipes*. 307. Vista polar do grão de pólen colporado de *Corchorus hirtus* L. 308. Vista polar do grão de pólen planaperturado de *Pseudobombax* sp. nov. 2. 309. Vista polar do grão de pólen planaperturado de *Pachira nervosa* (Uitt.) Fernández-Alonso. 310. Vista polar do grão de pólen ptico-aperturado de *Corchorus argutus*. 311. Vista polar do grão de pólen sinu-aperturado de *Rhodognaphalopsis faroensis*. 312. Vista polar do grão de pólen angulaperturado de *Luehea candicans* Mart. & Zucc. 313. Vista polar do grão de pólen angulaperturado de *Helicteres lhotzkyana* K. Schum. 314. Grão de pólen oligopantoaperturado com aberturas em arranjo de espiral aberta de *Gaya aurea*. 315. Grão de pólen polipantoaperturado com aberturas em arranjo de espiral fechada de *Pavonia sidifolia* H.B.K.



Figuras 316-335. Padrões de ornamentação da exina. 316. Verrugas nos grãos de pólen de *Helicteres baruensis* Jacq. 317. Verrugas e fósulas nos grãos de pólen de *Helicteres lhotzkyana* K. Schum. 318. Retículo nos grãos de pólen de *Eriotheca gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns. 319. Retículo nos grãos de pólen de *Ceiba glaziovii* (Kuntze) K. Schum. 320. Retículo nos grãos de pólen de *Ceiba erianthos* K. Schum. 321. Retículo nos grãos de pólen de *Luehea grandiflora* Mart. 322. Retículo nos grãos de pólen de *Guazuma ulmifolia* Lam. 323. Retículo nos grãos de pólen de *L. candicans* Mart. & Zucc. 324. Retículo nos grãos de pólen de *Pachira retusa* (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso. 325. Retículo nos grãos de pólen de *P. aquatica* Aubl. 326. Retículo nos grãos de pólen de *Pseudobombax simplicifolium* A. Robyns. 327. Fovéola nos grãos de pólen de *Quararibea turbinata* Poir. 328. Retículo e perfurações nos grãos de pólen de *Corchorus hirtus* L. 329. Retículo nos grãos de pólen de *Cola nitida* Vent. 330. Microrretículo nos grãos de pólen de *Tilia americana* L. 331. Perfurações e processos supratectais de *Rhodognaphalopsis faroensis* (Ducke) A. Robyns. 332. Microrretículo e espinhos nos grãos de pólen de *Dombeya wallichii* Benth. & Hook. 333. Grânulos e espinhos nos grãos de pólen de *Abutilon scabridum* K. Schum. 334. Grânulos e espinhos nos grãos de pólen de *A. pauciflorum* A. St.-Hil. 335. Microgrânulos e espinhos nos grãos de pólen de *Pavonia sidifolia*. H.B.K.



Figuras 336-351. Tipos de espinhos. 336. *Abutilon pauciflorum* A. St.-Hil. 337. *A. scabridum* K. Schum. 338. *Dombeya wallichii* Benth. & Hook. 339. *Gaya aurea* A. St.-Hil. 340. *G. dominguensis* Urb. 341. *G. macrantha* Barb. Rodr. 342. *Gossypium barbadense* L. 343. *G. hirsutum* Hutch. 344. *Hibiscus bifurcatus* Cav. 345. *H. furcellatus* Desr. 346. *Pavonia blanchetiana* Miq. 347. *P. cancellata* (L.) Cav. 348. *P. glazioviana* Gürcke. 349. *P. malacophylla* (Link & Otto) Gürcke. 350. *P. sidifolia* H.B.K. 351. *Talipariti tiliaceum* (L.) Fryxell. (escalas= 10 µm)



Handwritten signature or mark.

Figuras 352-364. Estratificação da parede dos grãos de pólen. 352-356. MEV. 352. *Pseudobombax* sp. nov. 2. 353. *Pachira retusa* (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso. 354. *Triumfetta semitriloba* L. 355. *Abutilon scabridum* K. Schum. 356. *Pavonia cancellata* (L.) Cav. 357-364. MET. 357. *Ceiba erianthos* K. Schum. 358. *Helicteres lhotzkyana* K. Schum. 359. *Quararibea turbinata* Poir. 360. *Cola acuminata* Schott & Endl. 361. *Tilia cordata* Mill. 362. *Dombeya wallichii* Benth. & Hook. 363. *Pavonia blanchetiana* Miq. 364. *Waltheria cinerescens* A. St.-Hil.

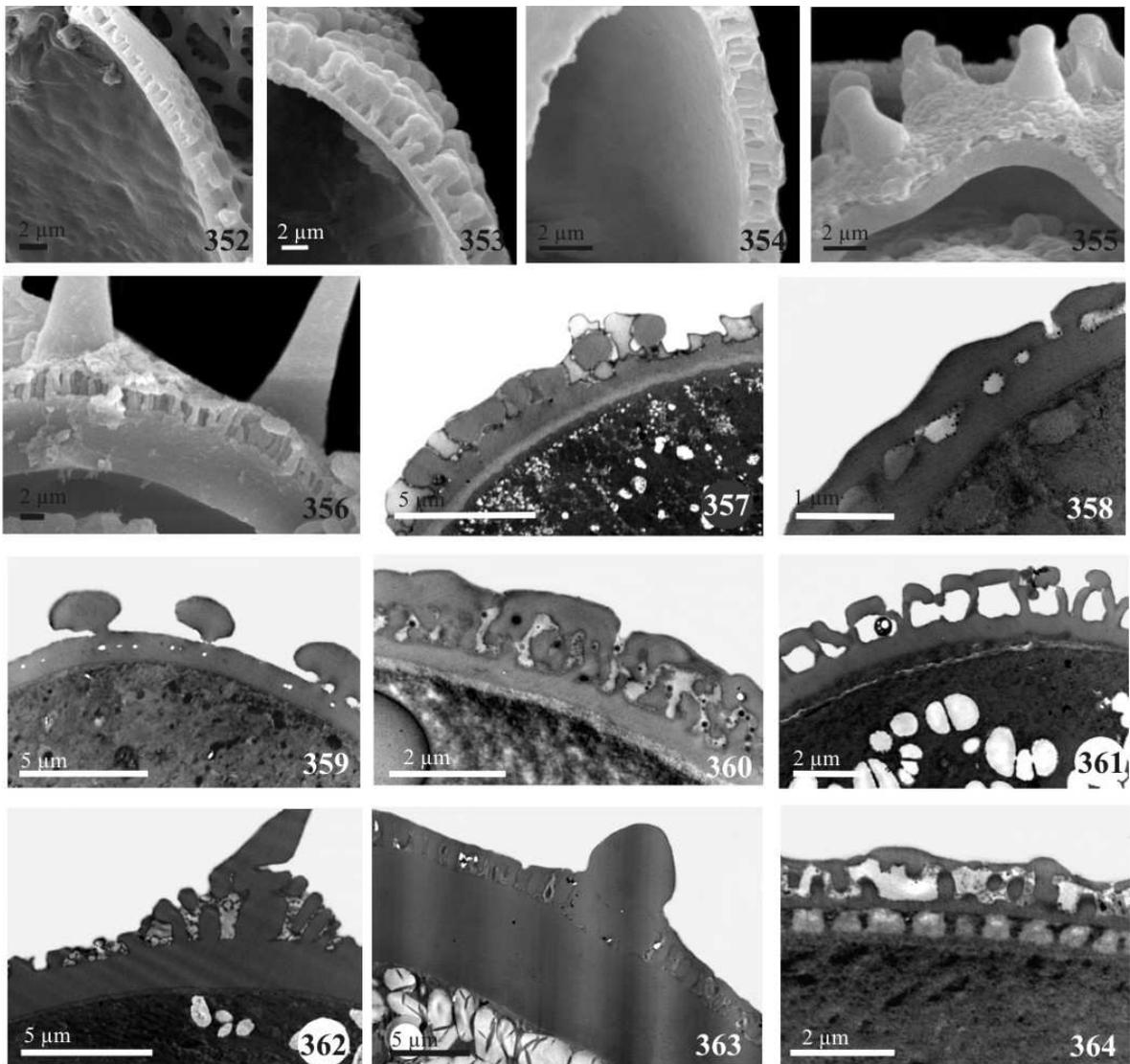


Tabela 11. Caracteres morfológicos dos gêneros estudados de Malvaceae. P= pequeno, M= médio, G= grande, MG= muito grande; O= oblato, SO= suboblato, OE= oblato-esferoidal, E= esférico, PE= prolato-esferoidal, SP= subprolato, P= prolato.

Gêneros/ Espécies	Tam	Forma	Amb	Tipo apertural	Exina
BOMBACOIDEAE					
<i>Ceiba</i> Mill.					
<i>C. erianthos</i> K. Schum.; <i>C. glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	G	O SO	Circular	4-5(-6)- zonocolporado	Reticulada, heterobrocada, com grânulos livres no interior dos lumens
<i>Eriotheca</i> Schott & Endl.					
<i>E. candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns; <i>E. crenulicalyx</i> A. Robyns; <i>E. gracilipes</i> (K. Schum.) A. Robyns	M	O	(Sub)triangular	3(-4)-colporado Planaperturado	Reticulada, heterobrocada, com grânulos livres no interior dos lumens; muros psilados
<i>Pachira</i> Aubl.					
<i>P. aquatica</i> Aubl.; <i>P. nervosa</i> (Uitt.) Fernández-Alonso; <i>P. retusa</i> (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso; <i>P. tocantina</i> (Ducke) Fernández-Alonso	G	O SO	Triangular	3-colp(or)ado Planaperturado	Reticulada, heterobrocada na região polar; psilada- perfurada, microrreticulada nas calotas equatoriais; muros ornamentados
<i>Pseudobombax</i> Dugand					
<i>P. marginatum</i> (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns; <i>P. simplicifolium</i> A. Robyns; <i>Pseudobombax</i> sp. nov. 1; <i>Pseudobombax</i> sp. nov. 2	G	O	Triangular	3(-4)-colp(or)ado Planaperturado	Reticulada, heterobrocada na região polar; psilada, granulada, microrreticulada nas calotas equatoriais; muros psilados e perfurados
<i>Rhodognaphalopsis</i> A. Robyns					
<i>R. faroensis</i> (Ducke) A. Robyns	M a G	O	Triangular	3-colporado Sinu-aperturado	Tectada-perfurada a microrreticulada com processos supratectais
BROWNLOWIOIDEAE					
<i>Berrya</i> DC.					
<i>B. ammonilla</i> Roxb.; <i>B. javanica</i> (Turcz.) Burret; <i>B. papuana</i> Merr. & L.M. Perry	M	O SO	Subtriangular a circular	3-colporado (Planaperturado)	Microrreticulada, homobrocada, muros psilados
BYTTNERIOIDEAE					
<i>Byttneria</i> L.					
<i>B. catalpaefolia</i> Jacq.; <i>B. filipes</i> Mart. ex K. Schum.	P a M	SO OE	Subtriangular	3(-4)-porado Planaperturado, aspidado	Reticulada, heterobrocada, muros psilados

Tabela 11. (Cont.)

Gêneros/ Espécies	Tam	Forma	Amb	Tipo apertural	Exina
Guazuma Plum. <i>G. ulmifolia</i> Lam.	P	PE	(Sub)triangular	3-colporado Angulaperturado	Reticulada, heterobrocada, com muros psilados
Theobroma L. <i>T. cacao</i> L.; <i>T. subincanum</i> Mart.	P	OE SP	Subcircular a subtriangular	3-colporado (Angulaperturado)	Reticulada, heterobrocada, com muros psilados
Waltheria L. <i>W. albicans</i> Turcz.; <i>W. brachypetala</i> Turcz.; <i>W. cinerescens</i> A. St.-Hil.; <i>W. martiana</i> Benth. ex J.G. Saunders; <i>W. viscosissima</i> A. St.- Hil.	M a G	OE PE	(Sub)circular a poligonal	3(-4)-5(-6)(-7)- zonocolporado (Angulaperturado)	Suprarreticulada; homobrocada; (micro)equinada, com espinhos heterogêneos distribuídos por toda superfície do grão de pólen
DOMBEYOIDEAE					
Dombeya Cav. <i>D. wallichii</i> Benth. & Hook	G	SO	Subcircular	3(-4)-porado	Equinada, com espinhos localizados sobre elevação da sexina; teto perfurado- microrreticulado
GREWIOIDEAE					
Corchorus L. <i>C. argutus</i> H.B.K. <i>C. hirtus</i> L.	M	SP P	Subcircular a subtriangular	3-colporado (Ptico-aperturado; angulaperturado)	(Suprar)reticulada no mesocolpo; microrreticulada no apocolpo; muros psilados
Heliocarpus L. <i>H. popayanensis</i> H.B.K.	M	SP P	(Sub)circular	3-colporado	Reticulada, heterobrocada
Luehea Willd. <i>L. candicans</i> Mart. & Zucc.; <i>L.</i> <i>divaricata</i> Mart.; <i>L. grandiflora</i> Mart.	M a G	PE SP	(Sub)triangular	3-colporado Angulaperturado	Reticulada, heterobrocada no mesocolpo, microrreticulada no apocolpo; muros psilados
Triumfetta L. <i>T. althaeoides</i> Lam.; <i>T. bartramia</i> L.; <i>T. semitriloba</i> L.	M a G	P	Subcircular	3-colporado	Reticulada, heterobrocada no mesocolpo, com lumens perfurados
HELICTEROIDEAE					
Helicteres L. <i>H. baruensis</i> Jacq.; <i>H. brevispira</i> A. St.-Hil.; <i>H. eichleri</i> K. Schum.; <i>H.</i> <i>lhotzkyana</i> K. Schum.; <i>H. muscosa</i> Mart.; <i>H. sacarolha</i> A. Juss.	M	O SO	Triangular	(2)-3(-4)- po(ro)rado Angulaperturado	Tectada, verrucada; microequinada

Tabela 11. (Cont.)

Gêneros/ Espécies	Tam	Forma	Amb	Tipo apertural	Exina
MALVOIDEAE					
<i>Abutilon</i> Mill.					
<i>A. pauciflorum</i> A. St.-Hil.; <i>A. scabridum</i> K. Schum.	G	O SO	(Sub)circular	3-4(-5)- zonocolporado	Tectada, granulada, equinada. Espinhos bulbosos, coniformes sobre elevação da sexina
<i>Gaya</i> Gaudin					
<i>G. aurea</i> A. St.-Hil.; <i>G. dominguensis</i> Urb.; <i>G. macrantha</i> Barb. Rodr.	G	E	Circular	Oligo- pantocolporado	Tectada, granulada, equinada. Espinhos coniformes sobre elevação da sexina
<i>Gossypium</i> L.					
<i>G. barbadense</i> L.; <i>G. hirsutum</i> Hutch.	MG	E	Circular	Oligo- pantoporado	Perfurada-microrreticulada, granulada, equinada. Espinhos coniformes sobre elevação da sexina
<i>Hibiscus</i> L.					
<i>H. bifurcatus</i> Cav.; <i>H. furcellatus</i> Desr.	MG	E	Circular	Polipantoporado	Tectada, granulada, equinada. Espinhos coniformes. Com ou sem elevação da sexina sob espinho
<i>Pavonia</i> Cav.					
<i>P. blanchetiana</i> Miq.; <i>P. cancellata</i> (L.) Cav.; <i>P. glazioviana</i> Gürcke; <i>P. malacophylla</i> (Link & Otto) Gürcke; <i>P. sidifolia</i> H.B.K.	MG	E	Circular	Polipantoporado	Tectada, granulada, equinada. Espinhos bulbosos, coniformes. Com ou sem elevação da sexina sob espinho
<i>Quararibea</i> Aubl.					
<i>Q. turbinata</i> Poir.	G	SO OE	(Sub)circular	3-pororado	Reticulada-foveolada
<i>Talipariti</i> Fryxell					
<i>T. tiliaceum</i> (L.) Fryxell	MG	E	Circular	Polipantoporado	Tectada, granulada, equinada. Espinhos bulbosos
STERCULIOIDEAE					
<i>Cola</i> L.					
<i>C. acuminata</i> Schott & Endl.; <i>C. nitida</i> Vent.	M	SP	Subcircular	3-colporado (Ptico-aperturado)	(Suprar)reticulada no mesocolpo; microrreticulada no apocolpo; muros psilados
<i>Sterculia</i> L.					
<i>S. curiosa</i> (Vell.) Taroda; <i>S. frondosa</i> Rich.; <i>S. striata</i> A. St.-Hil. & Naud.	M	PE SP	(Sub)circular	3-colporado	Reticulada, heterobrocada no mesocolpo; microrreticulada no apocolpo; muros psilado- perfurados
TILIOIDEAE					
<i>Tilia</i> L.					
<i>T. americana</i> L.; <i>T. cordata</i> Mill.; <i>T. mexicana</i> Schlttdl.; <i>T. mongolica</i> Maxim.	M	O	Subtriangular a circular	3-colporado (Planaperturado)	Microrreticulada, homobrocada; muros psilados

3.4. Análise filogenética de Malvaceae com base em caracteres polínicos

A análise de parcimônia dos caracteres polínicos de Malvaceae produziu 203 árvores mais parcimoniosas com 90 passos (ci= 50, ri= 72). Uma dessas árvores mais parcimoniosas está representada na Fig. 365, enquanto a árvore de consenso estrito está representada na Fig. 366. A otimização dos caracteres polínicos na árvore obtida por Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999) por dados moleculares, está representada na Fig. 367, com 147 passos (ci= 31, ri= 52).

Nas árvores obtidas nesta análise (Fig. 365), foi possível observar que, embora muitos dos caracteres polínicos sejam homoplásticos, tiveram níveis significantes de sinapomorfia e, portanto valor taxonômico para delimitação de grupos. Entretanto, nem todos os agrupamentos formados nesta análise são congruentes com aqueles apresentados nas hipóteses de filogenia molecular. O resultado apresentado na árvore de consenso estrito (Fig. 366) mostrou clados pobremente resolvidos por dados polínicos. A morfologia polínica apoiou a atual circunscrição e o monofiletismo de Malvaceae como proposto por Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), e o merofiletismo de Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae. No entanto, nem todas as árvores mais parcimoniosas apóiam o monofiletismo de Malvaceae *s.s.* devido à posição de *Abutilon* (Malvaceae *s.s.*) como grupo irmão do clado formado por *Dombeya* ('Sterculiaceae') e as demais Malvaceae *s.s.* (Fig. 365), aparecendo como uma politomia na árvore de consenso estrito (Fig. 366).

De um modo geral, Malvaceae apresentou um moderado suporte de "bootstrap" (bs= 74%), tendo como sinapomorfias os grãos de pólen angulaperturados, costados, reticulados, heterobrocados. Dois clados principais de Malvaceae foram obtidos (Fig. 365): (1) reunindo *Guazuma* e *Theobroma* (Byttnerioideae) sustentado por grãos de pólen esféricos e (2) um grande clado formado pelos demais táxons aqui estudados, sustentado (bs= 100%) pelos grãos de pólen com sexina mais espessa que a nexina e com tamanho variando de 30 a 60,9 µm.

Da mesma forma, esse grande clado é formado por dois subclados: o primeiro formado por *Cola* e *Sterculia* (Sterculioideae) e pelos representantes de Grewioideae (*Corchorus*, *Heliocarpus*, *Luehea* e *Triumfetta*) (bs= 74%), sustentado pelos grãos de pólen com âmbito circular; enquanto o segundo, é formado por *Byttneria*, *Waltheria* e pelos representantes de Malvadendrina (nome proposto por Alverson *et al.* 1999), sustentado (bs= 100%) por três sinapomorfias (grãos de pólen oblatos, planaperturados,

com índice de área polar maior que 0,51).

O gênero *Eriotheca* posicionou-se, em todas as árvores mais parcimoniosas (Fig. 365), como grupo irmão dos demais táxons representantes de Malvadendrina, incluindo *Byttneria* e *Waltheria*, agrupados em dois subclados sustentados (bs= 100%) pelos grãos de pólen com endoabertura circular. Um dos subclados de Malvadendrina é composto por *Byttneria* (Byttnerioideae), *Ceiba*, *Pachira*, *Pseudobombax* (Bombacoideae) e *Quararibea* (Malvoideae), sustentados (bs= 100%) pelos grãos de pólen com tamanho entre 61,0-90,9 μm , simples a duplicolumelados. O outro subclado é formado por *Berrya* (Brownlowioideae), *Tilia* (Tilioideae), *Rhodognaphalopsis* (Bombacoideae), *Helicteres* (Helicteroideae), *Waltheria* (Byttnerioideae), *Dombeya* (Dombeyoideae), e os representantes de Malvoideae, sendo sustentado (bs= 100%) pelos grãos de pólen microrreticulados, homobrocados.

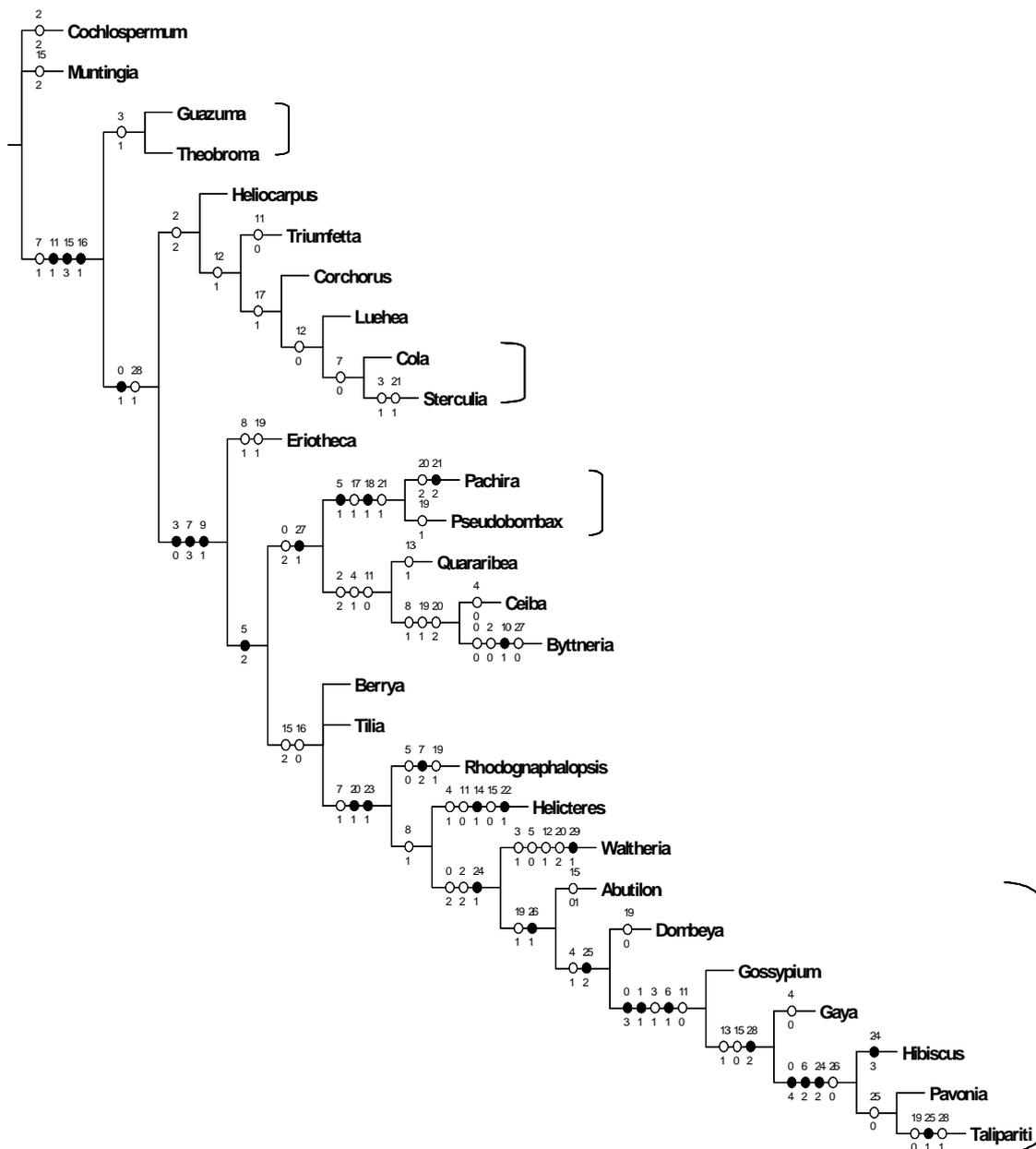


Figura 365. Uma de 203 árvores mais parcimoniosas (90 passos, CI= 0,50, RI= 0,72) com os caracteres otimizados utilizando o algoritmo acctran. Números acima dos ramos indicam os códigos de caracteres. Números abaixo dos ramos indicam estados dos caracteres. Círculos pretos: autapomorfias ou sinapomorfias não homoplásticas; círculos brancos: homoplasias.

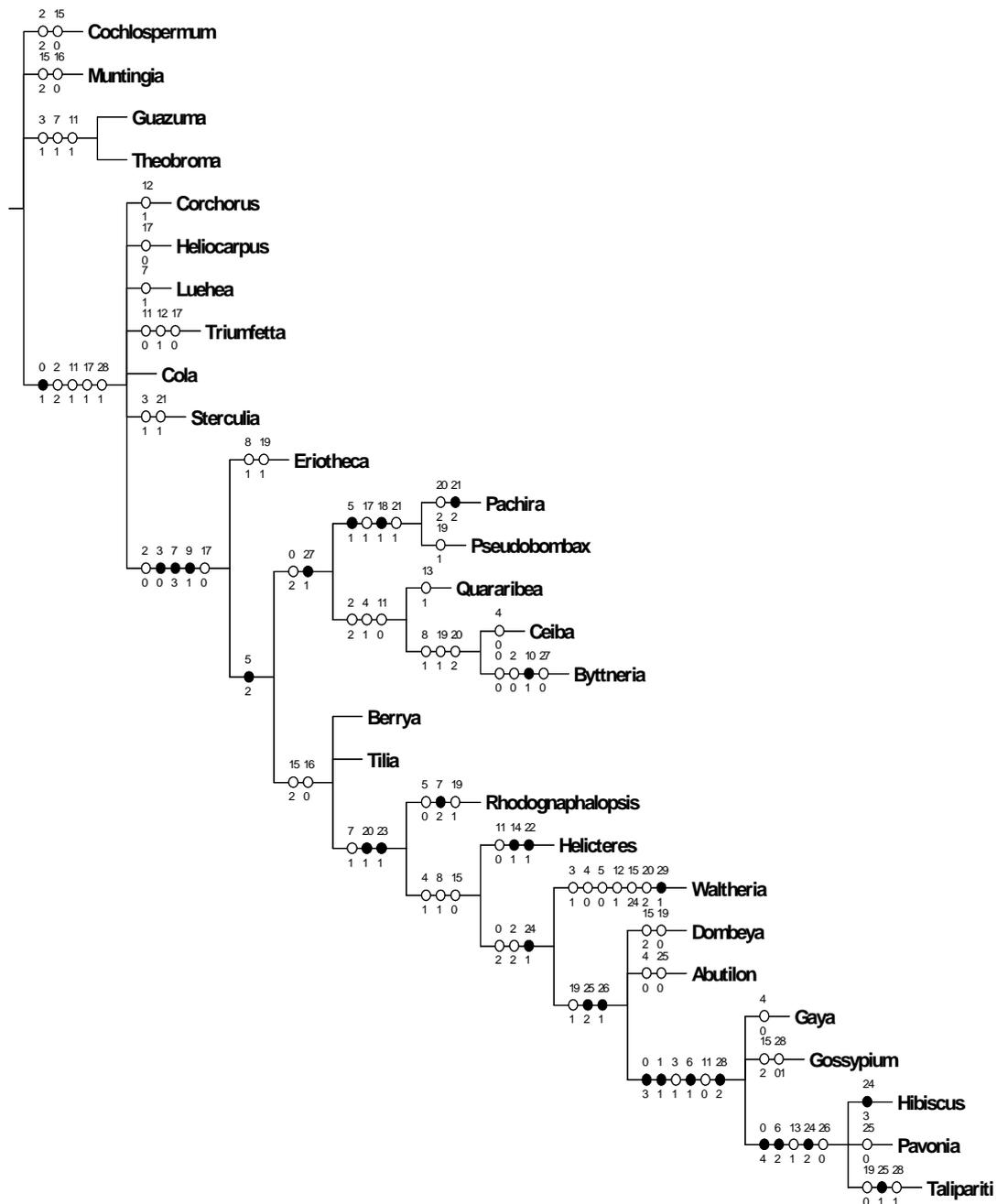


Figura 366. Árvore de consenso estrito de 203 árvores mais parcimoniosas (99 passos, CI= 0,45, RI= 0,66) com os caracteres otimizados utilizando o algoritmo acctran. Números acima dos ramos indicam os códigos de caracteres. Números abaixo dos ramos indicam estados dos caracteres. Círculos pretos: autapomorfias ou sinapomorfias não homoplásticas; círculos brancos: homoplasias.

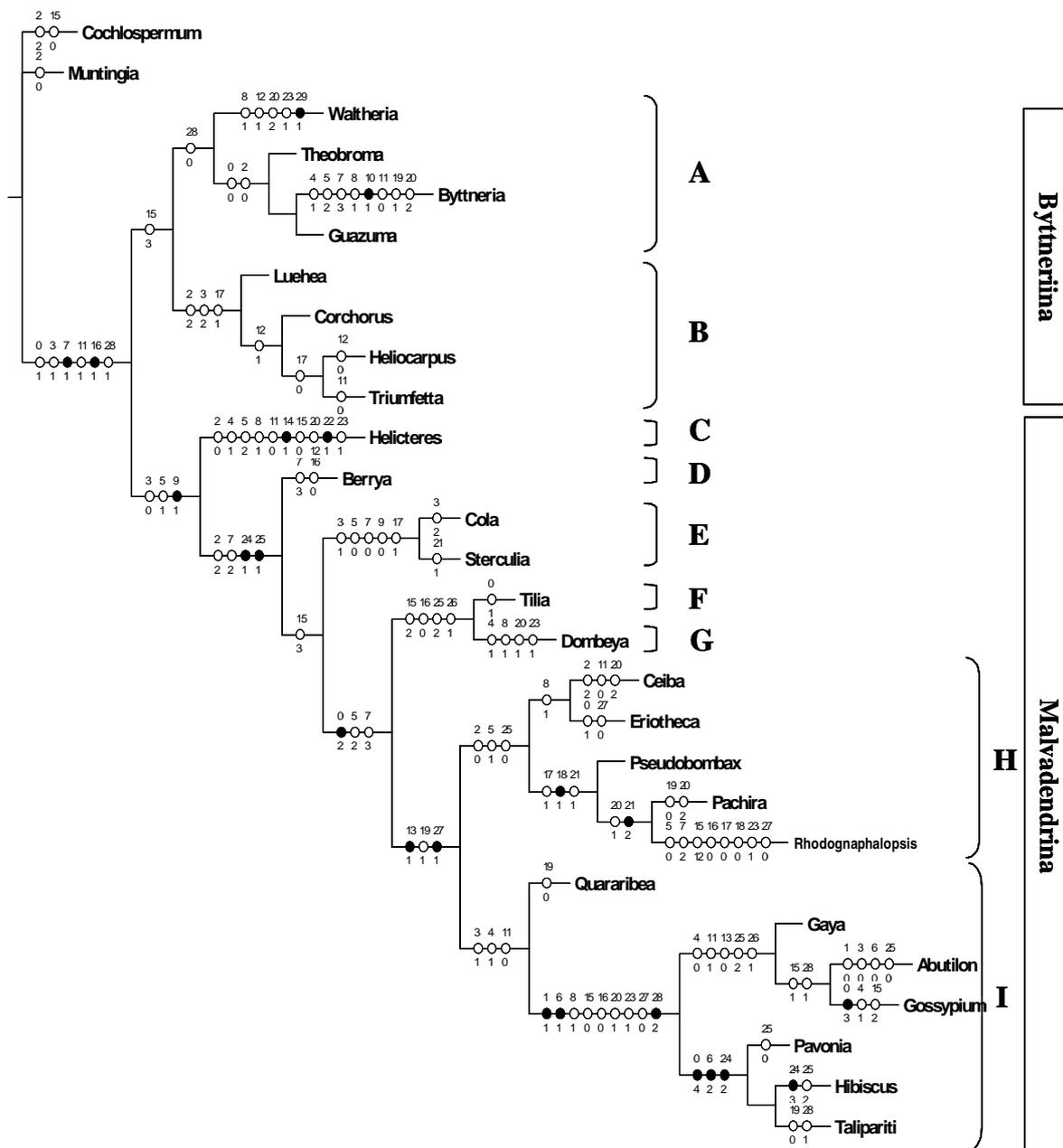


Figura 367. Árvore representando a otimização (acctran) dos caracteres polínicos sobre a hipótese de filogenia obtida por Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), com base em dados moleculares. Números acima dos ramos indicam os códigos de caracteres. Números abaixo dos ramos indicam estados dos caracteres. Círculos pretos: autapomorfias ou sinapomorfias não homoplásticas; círculos brancos: homoplasias. (A= Byttnerioideae, B= Grewioideae, C= Helicteroideae, D= Brownlowioideae, E= Sterculioideae, F= Tilioideae, G= Dombeyoideae, H= Bombacoideae, I= Malvoideae)

Tabela 12. Lista dos caracteres morfológicos e estados de caráter, utilizados na análise filogenética de Malvaceae.

0.	Tamanho dos grãos de pólen: < 29,9 µm (0); 30,0-60,9 µm (1); 61,0-90,9 µm (2); 91,0-120,9 µm (3); >121 µm (4)
1.	Polaridade: isopolar (0); apolar (1)
2.	Amb: triangular (0); poligonal (1); circular (2)
3.	Forma (tendência): oblato - suboblato (0); oblato esferoidal - esferoidal - prolato esferoidal (1); subprolato - prolato (2)
4.	Ectoabertura: alongada (0); circular (1)
5.	Endoabertura: lalongada (0); lolongada (1); circular (2)
6.	Distribuição das aberturas: zonoaperturado (0); pantoaperturado em espiral aberta (1); pantoaperturado em espiral fechada (2)
7.	Posição da abertura em relação ao âmbito: ptico-aperturado (0); angulaperturado (1); sinu-aperturado (2); planaperturado (3)
8.	Heteromorfismo quanto ao número apertural: ausente (0); presente (1)
9.	Índice do apocolpo: $IAP \leq 0,50$ (0); $IAP > 0,51$ (1)
10.	Áspide: ausente (0); presente (1)
11.	Costa: ausente (0); presente (1)
12.	Fastígio: ausente (0), presente (1)
13.	Ânulo: ausente (0); presente (1)
14.	Átrio: ausente (0); presente (1)
15.	Teto: imperfurado (0); perfurado (1); semitectado microrreticulado (2); semitectado reticulado (3); semitectado suprarreticulado (4); semitectado foveolado (5)
16.	Lúmen do retículo: homobrocado (0); heterobrocado (1)
17.	Varição no tipo de ornamentação do apocolpo e mesocolpo: ausente (0); presente (1)
18.	Calotas equatoriais: não diferenciadas (0); diferenciadas (1)
19.	Grânulo: ausente (0); presente (1)
20.	Distribuição dos elementos supratactais: ausente (0); homogênea (1); heterogênea (2)
21.	Muro do retículo: psilado (0); psilado-perfurado (1); ornamentado (2)
22.	Verruga: ausente (0); presente (1)
23.	Espinho: ausente (0); presente (1)
24.	Tamanho do espinho: até 1,0 µm (0); 1,1-13,0 µm (1); 13,1-26,0 µm (2); 26,1-39,0 µm (3)
25.	Forma do espinho: heteromórfico (0); bulbar (1); coniforme (2)
26.	Espinho sobre elevação da sexina: ausente (0); presente (1)
27.	Organização das columelas: apenas simplescolumelado (0); simples e duplicolumelado (1); pluricolumelado (2)
28.	Relação sexina/nexina: $S = N$ (0); $S > N$ (1); $S < N$ (2)
29.	Estratificação da sexina: com três camadas (0); com 5 camadas (1)

Tabela 13. Matriz de caracteres utilizada na análise filogenética de Malvaceae. Símbolos usados para multiestado: a=0+1, b=1+2, c=2+3, d=0+2, e=2+4, f=3+4, g=0+1+2, h=3+5.

Táxon	1111111111		2222222222	
	0123456789	0123456789	0123456789	0123456789
<i>Cochlospermum</i>	0022000000	000--0-000	0-00----00	
<i>Muntingia</i>	0002000000	000--20000	0000---000	
<i>Abutilon</i>	b020020-11	010--a-001	1-01101-g0	
<i>Berrya</i>	10d00b0301	010--20000	0000---010	
<i>Byttneria</i>	000a12031-	10-0031001	2000---0a0	
<i>Ceiba</i>	20200b0-1a	000--31001	2000---110	
<i>Cola</i>	1022000000	010--f1100	0000---0a0	
<i>Corchorus</i>	10d2000a00	011--f1100	0000---0a0	
<i>Dombeya</i>	2020120-1-	01-0020000	1001121010	
<i>Eriotheca</i>	10000a0311	010--31001	0000---010	
<i>Gaya</i>	c121021-1-	0?0--0-001	1-01121-20	
<i>Gossypium</i>	3121121-1-	0?-002001	10011210a0	
<i>Guazuma</i>	0001000100	010--31000	0000---000	
<i>Helicteres</i>	100012011-	00-010-000	b-11000-10	
<i>Heliocarpus</i>	1022000-00	010--31000	0000---010	
<i>Hibiscus</i>	4121122-1-	00-100-001	1-0132a-20	
<i>Luehea</i>	b0db00010a	010--31100	0000---0a0	
<i>Pachira</i>	2000010301	010--31110	2200---110	
<i>Pavonia</i>	4121122-1-	00-100-001	1-01c0a-20	
<i>Pseudobombax</i>	c00001030a	010--31111	0100---b10	
<i>Quararibea</i>	202a120-0-	00-10h1000	0000---b10	
<i>Rhodognaphalopsis</i>	b000000201	010--b0001	1-01a00010	
<i>Sterculia</i>	1021000-00	010--31100	0100---01?	
<i>Talipariti</i>	4121122-1-	00-100-000	1-01210-10	
<i>Theobroma</i>	00da00010?	010--31000	0000---000	
<i>Tília</i>	10d0020301	010--20000	0000---010	
<i>Triumfetta</i>	b022000-00	001--31000	0000---010	
<i>Waltheria</i>	b0b100011a	011--ea000	2001a000a1	

3.5. Implicações filogenéticas da morfologia polínica

Os últimos estudos moleculares (Alverson *et al.* 1999; Baum *et al.* 2004; Nyffeler *et al.* 2005) mostraram três grandes clados em Malvaceae *s.l.*: (1) Malvatheca, formado por representantes de Malvoideae e Bombacoideae; (2) Malvadendrina, incluindo Malvatheca, Dombeyoideae, Brownlowioideae, Helicteroideae, Sterculioideae e Tilioideae, e (3) Byttneriina, composto por Byttnerioideae e Grewioideae.

As relações entre os subclados de Malvadendrina não são bem resolvidas, exceto quanto ao subclado Malvatheca (Malvoideae e Bombacoideae), moderadamente sustentado (bs= 84%), tendo como sinapomorfia as anteras modificadas, com tecas bi ou polisporangiadas. Nessa concepção, Malvoideae e Bombacoideae, com poucas exceções, são compostos por gêneros tradicionalmente situados em Malvaceae *s.s.* e Bombacaceae, respectivamente, sendo os representantes de Malvoideae caracterizados pelo hábito predominantemente herbáceo, folhas simples, estames com as partes livres curtas e anteras bisporangiadas. Por outro lado, os representantes de Bombacoideae possuem hábito comumente arbóreo, folhas em geral compostas e digitadas, estames com partes livres comparativamente longas e anteras bi a polisporangiadas (G.L. Esteves, com. pess.).

A presença de anteras bisporangiadas nesses táxons foi utilizada nas classificações tradicionais por vários autores, como De Candolle (1824), Saint-Hilaire (1827), Bentham & Hooker (1862), Edlin (1935), Dahlgren (1980), Schumann (1886), Takhtajan (1980) e Cronquist (1981), para mostrar a afinidade entre Malvaceae *s.s.* e Bombacaceae. A análise filogenética baseada em caracteres polínicos, aqui apresentada, mostrou congruência entre alguns clados sustentados nos estudos moleculares. Entretanto, no que diz respeito ao subclado Malvatheca, a morfologia polínica não sustentou o posicionamento de Malvoideae como grupo-irmão de Bombacoideae.

O monofiletismo de Malvoideae não foi reconhecido devido ao posicionamento de *Dombeya*, que em todas as árvores mais parcimoniosas apareceu entre os táxons representantes de Malvoideae. *Dombeya*, tradicionalmente situado em Sterculiaceae, nas análises moleculares forma o clado Dombeyoideae, tendo como prováveis sinapomorfias flores com epicálise, 15 estames concrecidos em tubos e depois separados em feixes alternos com cinco estaminódios. Os caracteres polínicos que sugerem afinidade entre *Dombeya* e Malvoideae são: ectoabertura circular e exina equinada, com espinhos do tipo coniforme. Esses caracteres, juntamente com grãos de pólen apolares, esféricos e pantoaperturados, aparecem nesta análise, como derivados para Malvaceae. A otimização

do caráter 23 (1): presença de espinhos, na árvore obtida por dados moleculares, apesar de confirmar o estado apomórfico do caráter, revelou sua evolução independente em outros táxons dessa família.

As relações morfológicas dentro do subclado Bombacoideae são discordantes, em relação ao posicionamento de *Quararibea*, que apareceu nesse subclado, juntamente com *Pseudobombax*, *Pachira*, *Ceiba* e *Byttneria*, sustentados pelos grãos de pólen isopolares, reticulados, com muros do retículo simples a pluricolumelados. Nas classificações tradicionais (e.g. Cronquist 1981), *Quararibea* está situado em Bombacaceae, porém nas análises moleculares aparece no clado Malvoideae, posicionamento fortalecido pela morfologia geral, dada a presença nesse gênero de caracteres de Malvaceae *s.s.*, como folhas simples e androceu com alto nível de concrecimento de estames (Duarte 2006). A variação significativa do tipo de ornamentação nos grãos de pólen de *Quararibea* (reticulado-foveolado), em relação aos grãos de pólen equinados dos outros táxons representantes de Malvoideae, pode estar relacionada à síndrome de polinização (Ferguson 1984), que em *Quararibea* ocorre por morcegos.

Outro posicionamento discordante no subclado Bombacoideae, refere-se à *Byttneria*, que segundo Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), situa-se no clado Byttnerioideae, juntamente com outros gêneros de Sterculiaceae. Contudo, na análise aqui apresentada, esse gênero aparece no clado Bombacoideae, como grupo irmão de *Ceiba*, apresentando como sinapomorfias os grãos de pólen com número apertural variável e a presença de grânulos. A variação no número de aberturas (heteromorfismo), segundo Dajoz *et al.* (1995), pode ser devido à variação no nível de ploidia.

No presente trabalho, o posicionamento de *Pachira* como grupo irmão de *Pseudobombax* foi fortemente sustentado em todas as árvores mais parcimoniosas, pelos grãos de pólen com a endoabertura alongada e calotas equatoriais diferenciadas. Entretanto, *Eriotheca* formou um ramo basal no clado Malvadendrina, que é irmão de um grande clado composto por representantes de Bombacoideae, Brownlowioideae, Tilioideae, Helicteroideae e Malvoideae, fortemente sustentado (bs= 100%) por três sinapomorfias: grãos de pólen oblatos, planaperturados, com índice do apocolpo maior que 0,51. Na árvore molecular com os dados polínicos otimizados, foi possível evidenciar que a forma oblata e o índice do apocolpo maior que 0,51 são caracteres que suportam Malvadendrina, juntamente com a endoabertura alongada, enquanto que os grãos de pólen planaperturados aparecem numa condição apomórfica. *Eriotheca* não foi estudado até o

momento por dados moleculares, porém na análise cladística morfológica do grupo *Bombax* (Carvalho-Sobrinho 2006), o monofiletismo desse gênero não foi sustentado. Alverson *et al.* (1999) incluíram *Eriotheca*, juntamente com outros cinco táxons em análises preliminares, entretanto, por não obterem uma estrutura resolvida dentro do “core” Bombacoideae e pelo suporte não significativo do clado, removeram esses táxons das suas análises, acreditando não afetar a estrutura geral da árvore.

Na topologia aqui apresentada, o clado Malvadendrina compreende, além de representantes de Malvatheca, os gêneros *Tilia*, *Berrya*, *Rhodognaphalopsis*, *Helicteres* e *Waltheria*, cujas relações são mal resolvidas nas análises baseadas em dados moleculares (Alverson *et al.* 1999; Nyffeler *et al.* 2005), embora existam caracteres morfológicos compartilhados por esses táxons (G.L. Esteves, com. pess.).

Os resultados aqui apresentados para *Tilia* e *Berrya* são congruentes com a análise combinada de seqüências de *atpB* e *rbcL* de DNA plastidial (Bayer *et al.* 1999), na qual esses gêneros ocupam posições isoladas, constituindo os clados Tilioideae e Brownlowioideae.

Na presente análise, *Tilia* e *Berrya* aparecem como grupo irmão do clado formado por *Rhodognaphalopsis*, *Helicteres*, *Waltheria*, *Dombeya* e representantes de Malvoideae, devido ao semiteto microrreticulado e lúmen do retículo homobrocado.

Alverson (1994), Alverson & Steyemark (1997) e Fernández-Alonso (1998) consideraram *Rhodognaphalopsis* como sinônimo de *Pachira* (clado Bombacoideae). A análise polínica não corroborou esse posicionamento, uma vez que esse táxon apareceu em todas as árvores mais parcimoniosas como grupo irmão do clado formado por *Helicteres*, *Waltheria*, *Dombeya* e gêneros de Malvoideae, sustentado pelos grãos de pólen angulaperturados, elementos supratactais com distribuição homogênea e exina equinada, respectivamente. Dessa forma, os resultados aqui obtidos são discordantes quanto ao posicionamento de *Rhodognaphalopsis* em Bombacoideae, uma vez que esse táxon apresenta caracteres polínicos, ausentes nos representantes desse clado, conforme aqui delimitado. Assim, reforçam a posição de Robyns (1963), que considerou *Rhodognaphalopsis* como um gênero distinto de *Pachira*, com base principalmente em caracteres polínicos, sobretudo no tipo apertural e no padrão de ornamentação da exina.

O gênero *Helicteres*, com base em dados moleculares, está compreendido no clado Helicteroideae, juntamente com alguns membros da tribo Helictereae (Sterculiaceae) e do gênero *Durio* (Bombacaceae) (Alverson *et al.* 1999; Bayer *et al.* 1999). *Helicteres* caracteriza-se pelas flores zigomorfas, presença de um longo androginóforo e de glândulas

nas inflorescências (Cristóbal 2001; Cruz 2007). As pétalas aladas nos representantes desse gênero são interpretadas como vestígios de pétalas cuculadas, indicando sua provável relação com Byttnerioideae (Schumann 1886). Os resultados aqui obtidos apóiam o posicionamento de *Helicteres* em Malvadendrina, pela presença de heteromorfismo no número apertural, e mostram a proximidade desse gênero com o clado composto por *Waltheria* (Byttnerioideae), *Dombeya* (Dombeyoideae) e Malvoideae.

O terceiro grande clado formado nos estudos filogenéticos baseados em dados moleculares, Byttneriina, inclui dois subclados Byttnerioideae, com representantes de Sterculiaceae, e Grewioideae, com representantes de Tiliaceae, sendo bem sustentado com “bootstrap” de 85%. Porém não apresenta caracteres morfológicos diagnósticos. Na topologia aqui apresentada, a formação do clado Byttneriina não foi congruente com as análises moleculares, entretanto, a morfologia polínica promove a formação de grupos.

O subclado Byttnerioideae é fracamente sustentado (bs= 52%), sendo considerado o mais problemático dentre as Malvaceae (Alverson *et al.* 1999; Bayer *et al.* 1999). O último trabalho filogenético desse grupo, baseado na análise de seqüência de *ndhF* (Whitlock *et al.* 2001), mostrou o monofiletismo do grupo, sustentado por um suporte razoável (bs= 72%), apresentando quatro subclados (Byttnerieae, Theobromeae, Lasiopetaleae e Hermannieae), sendo que apenas Hermannieae é monofilético, incluindo *Melochia*, *Waltheria* e *Hermannia*.

Byttnerioideae está representado na presente análise por *Theobroma* e *Guazuma* (Theobromeae), subclado bem sustentado por dados moleculares (bs= 97%), tendo como prováveis sinapomorfias geralmente as pétalas largamente cuculadas na base, o número de estames elevado (mais de 10) e o tipo e tamanho do fruto, caracteres considerados plesiomórficos em Byttnerioideae (Whitlock *et al.* 2001). Tal posicionamento é fortalecido pelos dados polínicos aqui apresentados, que mostraram Theobromeae fortemente sustentado (bs= 100%) por um único caráter, a forma esférica dos grãos de pólen, posicionando-se como o mais basal de Malvaceae.

O gênero *Waltheria* situado, nas análises moleculares, no subclado Hermannieae (Byttnerioideae) (Whitlock *et al.* 2001), aparece em todas as árvores mais parcimoniosas obtidas a partir da análise polínica, como grupo irmão do clado formado por *Abutilon*, *Dombeya* e os demais táxons representantes de Malvoideae, compartilhando com esse clado caracteres como o tamanho do grão de pólen (61,0-90,9 μm), amb circular e o tamanho dos espinhos (1-13 μm). Os representantes do subclado Hermannieae apresentam variações quanto ao número de carpelos e a presença ou ausência de heterostilia, porém

são muito constantes em relação a outros caracteres. Ao contrário das demais Byttnerioideae (Byttnerieae e Theobromaeae), possuem frutos capsulares ou esquizocarpos, comparativamente pequenos, número baixo de estames (cinco), pétalas planas e ausência de estaminódios, sendo estes três últimos caracteres interpretados como resultado de uma transformação secundária de Byttnerioideae, representando uma condição apomórfica e as prováveis sinapomorfias do grupo (Dorr & Barnett 1989; Saunders 1993; Bayer *et al.* 1999).

O subclado Grewioideae, aqui representado pelos gêneros *Luehea*, *Corchorus*, *Heliocarpus* e *Triumfetta*, é fortemente sustentado (bs= 100) nas análises baseadas em seqüências *ndhF* (Alverson *et al.* 1999; Whitlock *et al.* 2001). Além disso, é morfológicamente bem caracterizado pela presença de nectários florais situados na base ventral das pétalas ou raramente em tecidos adjacentes tais como o androginóforo, e pela presença de estaminódios em alguns de seus membros, sendo estas as principais sinapomorfias do grupo.

No presente estudo, o subclado Grewioideae não foi sustentado como monofilético. Em algumas árvores mais parcimoniosas seus representantes aparecem formando um clado juntamente com *Cola* e *Sterculia*, apoiado pelos grãos de pólen com amb circular. Esse clado não é recuperado em outras árvores e colapsa no consenso estrito (Fig. 366). A otimização dos caracteres polínicos na árvore obtida por dados moleculares, mostra a proximidade dos gêneros do clado Grewioideae sustentada por outros caracteres polínicos. Além do amb circular, destacam-se a forma do grão de pólen com a tendência a prolata e a variação quanto à ornamentação nas regiões do apocolpo e mesocolpo. Entretanto, todos esses caracteres aparecem em outros táxons de Malvaceae, comportando-se como homoplásticos. A ausência de variação quanto ao tipo de ornamentação do apocolpo e mesocolpo é uma reversão no subclado formado por *Heliocarpus* e *Triumfetta*, da mesma forma que a presença de fastígio, caráter que sustenta o subclado formado por *Corchorus*, *Triumfetta* e *Heliocarpus*, é para esse último gênero uma reversão.

Nas análises moleculares, o subclado Sterculioideae é fortemente sustentado (bs= 99%) (Alverson *et al.* 1999). Morfológicamente é um grupo muito homogêneo, caracterizado pelas flores imperfeitas e apétalas, gineceu apocárpico e presença de androginóforo (Cruz 2007). Além disso, a anatomia do lenho de representantes desse grupo foi descrita como uma autapomorfia dentro de Malvaceae (Chattaway 1932). Em algumas das árvores mais parcimoniosas, as Sterculioideae (*Cola* e *Sterculia*), aparecem como um clado tendo como grupo irmão o gênero *Luehea* (Grewioideae) (Fig. 365), e é sustentado

pelos grãos de pólen ptico-aperturados, caráter esse também evidenciado no grupo externo e menos freqüentemente em *Corchorus* (Grewioideae), e interpretado como plesiomórfico em Malvaceae. No entanto, o monofiletismo de Sterculioideae baseado em dados polínicos não é sustentado em todas as árvores e seus gêneros aparecem, no consenso estrito, em uma politomia basal nas Malvaceae (Fig. 366). A otimização dos caracteres polínicos na árvore molecular revelou que a endoabertura lalongada, o índice do apocolpo $\leq 0,50$ e a variação no tipo de ornamentação do apocolpo e mesocolpo são caracteres homoplásticos no clado Sterculioideae.

3.6. Evolução dos caracteres polínicos

A partir dos resultados obtidos com a otimização dos caracteres polínicos na árvore com topologia congruente com os dados moleculares de Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), é possível estabelecer algumas hipóteses relacionadas à evolução de alguns caracteres polínicos em Malvaceae.

Tamanho: os resultados apoiaram os grãos de pólen com tamanho entre 30,0-60,9 µm como plesiomórficos, com tendência ao aumento gradativo de tamanho entre os táxons de Malvadendrina, com grãos de pólen maiores que 121 µm no clado formado por representantes de Malvoideae. Esse caráter apresenta uma reversão em *Tilia* e *Eriotheca*, enquanto que em *Byttneria*, *Guazuma* e *Theobroma*, os grãos de pólen são menores que 29,9 µm.

Desde cedo, o tamanho é referido como um fator limitante para o transporte dos grãos de pólen no processo de polinização das angiospermas (Wodehouse 1935). Para esse autor, os grãos de pólen grandes são transportados em sua maioria por animais, enquanto grãos de pólen muito pequenos estão associados a sistemas de polinização altamente especializados. Assim, o aumento em tamanho estaria correlacionado com a adaptação a diferentes sistemas de polinização por animais. No entanto, para Müller (1979), outros fatores também podem estar relacionados com o aumento do tamanho dos grãos de pólen como o nível de ploidia, a intensidade de luz, a temperatura, a umidade e a nutrição mineral.

Polaridade: grão de pólen isopolar é plesiomórfico em Malvaceae, enquanto os grãos de pólen apolares constituem uma sinapomorfia para o clado formado pelos gêneros de Malvoideae (exceto *Quararibea*). Para *Abutilon*, esse caráter apresenta reversão para grão isopolar. Segundo Walker & Doyle (1975), a polaridade é determinada durante o estágio de tétrade, sendo largamente determinada pela condição apertural.

Forma da abertura: o tipo 3-colporado, presente na maioria dos gêneros estudados, é a condição plesiomórfica para Malvaceae, tendência já aceita por autores (Christensen 1986a, 1986b; Milla 2007). No tocante a ectoabertura, a condição circular aparece como apomórfica, aqui representada em espécies dos gêneros *Byttneria*, *Helicteres*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Pavonia*, *Quararibea* e *Talipariti*. O encurtamento da ectoabertura, nas Malvoideae está ligado ao aumento do número de aberturas e a distribuição global na superfície (pantoaperturado), conforme sugerido por Christensen (1986a, 1986b). Tendência similar foi observada para a endoabertura, forma circular como

condição apomórfica (Van Campo 1976; Punt 1975, 1976).

Distribuição das aberturas: como primariamente indicado por Van Campo (1976), apenas para as Malvaceae s.s., a análise apresentada indica que a posição equatorial das aberturas (zonoaperturados) é a condição plesiomórfica em relação às aberturas com distribuição global – aqui encontradas em Malvoideae.

A distribuição pantoaperturada está relacionada com o aumento do número de aberturas e a perda de polaridade. O aumento do número de aberturas constitui uma condição que, segundo Punt (1986) e Furness & Rudall (2004), otimiza a taxa de germinação e compensa a redução do tamanho da abertura, dando vantagem seletiva para as eudicotiledôneas.

O arranjo em espiral das aberturas, aqui observado em Malvoideae, corresponde ao padrão de espiralização descrito por Van Campo (1976) para as Malvales s.s., o qual é alcançado, segundo a autora, por um processo complexo que envolve: encurtamento a desaparecimento da ectoabertura; espiralização do conjunto de aberturas ou endoaberturas; e o arranjo simétrico das aberturas ou endoaberturas. O mesmo foi referido por Christensen (1986a, 1986b) para Malvaceae s.s. e por Milla (2007) especificamente para *Gaya*.

Grãos de pólen planaperturados (*Berrya*, *Byttneria*, *Eriotheca*, *Pachira*, *Pseudobombax*, *Tilia*) representam uma condição apomórfica para Malvaceae. A posição das aberturas é considerada o caráter mais significante em relação às aberturas, uma vez sua localização sobre a superfície do grão de pólen não é aleatória, mas muito bem definida geneticamente pelo relacionamento espacial dos grãos de pólen da tétrade polínica da qual foi previamente um membro (Walker 1974; Walker & Doyle 1975, Thanikaimoni 1986).

Considerando os grupos taxonômicos onde são referidos, na análise aqui apresentada, a presença de costa é condição plesiomórfica e o ânulo condição apomórfica. Grãos de pólen anulados representam uma sinapomorfia para o clado Malvatheca, tendo reversão nesse caráter no clado formado por *Gaya*, *Abutilon* e *Gossypium*. Para Malvaceae s.s. Christensen (1986a, b) estabeleceu a condição não anulada da abertura como a mais apomórfica para a família.

Heteromorfismo no número apertural: a presença de heteromorfismo no número de aberturas constitui uma condição apomórfica no grupo, apesar de ter uma evolução independente nos vários gêneros onde ocorre: *Byttneria*, *Dombeya*, *Helicteres*, *Ceiba*, *Eriotheca* e *Waltheria*. Em espécies desse último gênero, inclusive, foi observada nas análises feitas a maior variação heteromórfica nos grãos de pólen de indivíduos com flores brevistilas. Ressalta-se a impossibilidade de detecção de heteromorfismo no número de

aberturas nos membros de Malvoideae, em face da dificuldade de contagem precisa nos mesmos.

Nadot *et al.* (2000) mapearam o caráter heteromorfismo polínico em *Viola* sobre uma árvore obtida por dados moleculares, obtendo dados semelhantes aos aqui apresentados para Malvaceae, grão de pólen 3-aperturado não heteromórfico é a condição plesiomórfica no grupo estudado. Esses autores ainda, mostraram a relação do heteromorfismo com o nível de ploidia, evidenciando, na espécie estudada, que o heteromorfismo polínico é uma consequência direta de poliploidia.

Heteromorfismo no tipo de abertura não foi observado em nenhum dos grupos analisados, ainda que tenham sido constatadas diferenças nas descrições palinológicas de algumas espécies feitas por outros autores. Por exemplo, *Pseudobombax* spp. foram descritas como colpados, contudo, em nossas descrições são apresentadas aberturas colporadas; tal diferença nomenclatural se deve ao fato da dificuldade do diagnóstico do aparato apertural.

Exina: Grãos de pólen com exina mais espessa foram observados como mais apomórficos, especialmente em Malvoideae. No que se refere à relação da espessura da sexina e nexina, a análise reconheceu a camada da nexina mais espessa que a sexina como um estado apomórfico dentro de Malvaceae. A nexina mais espessa que a sexina foi observada da mesma forma por Christensen (1986a, b), como uma condição apomórfica nas Malvaceae *s.s.*

Teto contínuo imperfurado (*Abutilon*, *Gaya*, *Hibiscus*, *Pavonia* e *Talipariti*) apresenta-se como condição apomórfica nos grupos aqui analisados, contudo, ressalta-se que há muitas reversões nos diferentes táxons.

O surgimento de espinhos, bem como seu aumento de tamanho são condições apomórficas para Malvaceae. A tendência no aumento do tamanho dos espinhos previamente indicada por Tressens (1970) e Christensen (1986a, b) para os grãos de pólen de Malvaceae *s.s.*, foi aqui corroborada. Espinhos mais destacáveis foram encontrados apenas em espécies de Dombeyoideae e Malvoideae, uma vez que nos demais táxons onde ocorrem, apresentam tamanho reduzido.

Ainda ao que se refere aos processos suprategmiais, as verrugas, presentes nos grãos de pólen dos membros de *Helicteres*, são caracteres de destaque, uma vez que representam uma autapomorfia.

A presença de processos suprategmiais, especialmente como os espinhos, é referido por alguns autores como relacionada com entomofilia e com proteção do grão de pólen

(Punt 1986; Harder & Barret 1996).

No que se refere à estratificação da exina, merecem destaques os gêneros *Quararibea* e *Waltheria*: o primeiro pela presença de orifícios (foramens internos) na nexina e o segundo pela estrutura pentaestratificada da sexina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Malvaceae é um táxon euripolínico, apresentando grande variabilidade morfológica em todos os caracteres aqui analisados. O tipo apertural, amb, forma e a ornamentação da exina são caracteres significantes para o grupo.

O tipo polínico encontrado nos representantes de Malvoideae destaca-se pelos grãos de pólen, predominantemente, apolares, panto(col)porados, com arranjo espiralado e exina equinada. Nesta subfamília, *Quararibea*, apresenta tipo polínico diferenciado, principalmente, pela exina reticulada-foveolada.

Entre os táxons estudados de Bombacoideae, constatou-se que o tipo de ornamentação é um caráter importante para o reconhecimento das espécies. *Rhodognaphalopsis* diferencia-se pelos grãos de pólen tectado-perfurados a microrreticulados, com processos suprategmiais em forma de espinhos ou cilíndricos, enquanto nos demais gêneros, a sexina é reticulada a reticulada-foveolada. A proximidade dos gêneros *Pseudobombax* e *Pachira* é evidenciada pelos grãos de pólen com calotas equatoriais diferenciadas, além do amb triangular e do tipo apertural planaperturado, entretanto o retículo apresenta-se diferenciado nas espécies analisadas desses gêneros.

Os grãos de pólen das subfamílias Brownlowioideae e Tilioideae, aqui representadas pelos gêneros *Berrya* e *Tilia*, são muito semelhantes entre si, principalmente quanto à forma oblata, ao amb subtriangular a circular e ao tipo apertural brevicolporado, entretanto *Tilia* diferencia-se pelo tipo de estrutura aqui descrita sob MET.

Helicteroideae, representada nesta análise por *Helicteres*, apresentou grãos de pólen com morfologia bastante diferenciada em relação aos demais gêneros, sendo o único a apresentar uma sexina verrucada e aberturas com átrio, estrutura aqui evidenciada em ML, e confirmada após a análise em MET.

As observações em MET da estrutura da parede dos grãos de pólen de Malvaceae revelaram caracteres importantes, destacando, a estrutura “*Tilia*” nos grãos de pólen de *Tilia*; a presença de orifícios (foramens internos) na nexina de *Quararibea*; bem como a sexina pentaestratificada em *Waltheria*. Sendo as duas últimas estruturas registradas pela primeira vez para os respectivos gêneros.

Nas árvores obtidas na análise feita, foi possível observar que, embora muitos dos caracteres polínicos sejam homoplásticos, tiveram níveis significantes de sinapomorfia e, portanto, valor taxonômico para delimitação de grupos.

A morfologia polínica apoiou a atual circunscrição e o monofiletismo de

Malvaceae como proposto por Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), e o merofiletismo de Bombacaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae. Entretanto, nem todas as árvores mais parcimoniosas apóiam o monofiletismo de Malvaceae *s.s.*

Malvaceae apresentou como sinapomorfias os grãos de pólen angulaperturados, costados, reticulados, heterobrocados. E dois cladogramas principais foram obtidos: (1) reunindo os gêneros *Guazuma* e *Theobroma*, ambos da subfamília Byttnerioideae, com sustentação nos grãos de pólen esféricos; e (2) um grande clado formado pelos demais táxons aqui estudados, sustentado pelos grãos de pólen com sexina mais espessa que a nexina e com tamanho variando de 30 a 60,9 μm .

A partir dos resultados obtidos com a otimização dos caracteres polínicos na árvore com topologia congruente com os dados moleculares de Alverson *et al.* (1999) e Bayer *et al.* (1999), foi possível estabelecer algumas hipóteses relacionadas à evolução de alguns caracteres polínicos em Malvaceae: (1) os resultados apoiaram os grãos de pólen com tamanho entre 30,0-60,9 μm como plesiomórficos, com tendência ao aumento gradativo de tamanho entre os táxons de Malvadendrina, especialmente em Malvoideae; (2) grãos de pólen isopolares são plesiomórficos, enquanto os grãos de pólen apolares constituem uma sinapomorfia para o clado formado pelos gêneros de Malvoideae (exceto *Quararibea*); (3) o tipo 3-colporado, presente na maioria dos gêneros estudados, é a condição plesiomórfica, enquanto a ectoabertura circular, bem como a endoabertura com forma circular constituem uma condição apomórfica; (4) a posição equatorial das aberturas (zonoaperturados) é a condição plesiomórfica em relação às aberturas com distribuição global – aqui encontradas em Malvoideae; (5) grãos de pólen planaperturados representam uma condição apomórfica; (6) considerando os grupos taxonômicos onde são referidos, na análise aqui apresentada, a presença de costa é condição plesiomórfica e o ânulo condição apomórfica; (7) a presença de heteromorfismo no número de aberturas constitui uma condição apomórfica no grupo, apesar de ter uma evolução independente nos vários gêneros onde ocorre; (8) grãos de pólen com a camada da nexina mais espessa que a sexina como um estado apomórfico, especialmente em Malvoideae; (9) teto contínuo imperfurado apresenta-se como condição apomórfica nos grupos aqui analisados, contudo, ressalta-se que há muitas reversões nos diferentes táxons; e (10) o surgimento de espinhos, bem como o seu aumento de tamanho são condições apomórficas.

Pelos dados aqui apresentados, pode-se confirmar a importância do conhecimento da morfologia polínica para subsidiar a delimitação taxonômica dos táxons incluídos em Malvaceae.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVERSON, W.S. 1994. New Species and Combinations of *Catostemma* and *Pachira* (Bombacaceae) from the Venezuelan Guayana. *Novon*. 4(1): 3-8.
- ALVERSON, W.A. & J.A. STEYERMARK. 1997. Bombacaceae. In: BERRY, P. E.; B.K. HOLST & K. YATSKIEVYCH (eds.) Flora of the Venezuelan Guayana. *Missouri Botanical Gardens, St. Louis*. 3: 496-527
- ALVERSON, W.S.; B.A. WHITLOCK; R. NYFFELER; C. BAYER & D.A. BAUM. 1999. Phylogeny of the core Malvales: evidence from *ndhF* sequence data. *American Journal of Botany* 86 (10): 1474-1486.
- ALVERSON, W.S. & S.A. MORI. 2002. Bombacaceae. In: MORI, S.A. *et al.* (eds.) Guide to the Vascular plants of central French Guiana. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 76(2): 139-145
- BANKS, H. & L. RICO. 1999. Pollen morphology and phylogenetic analysis of *Eperua* Aublet (Detarieae: Caesalpinioideae: Leguminosae). *Grana* 38: 261-276.
- BARTH, O.M. 1975. Catálogo sistemático dos pólen das plantas arbóreas do Brasil Meridional - XVIII. Malvaceae. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 73(1/2): 1-30.
- BAUM, D.A.; S.D. SMITH; A. YEN; W.S. ALVERSON; R. NYFFELER; B.A. WHITLOCK & R.L. OLDHAM. 2004. Phylogenetic relationships of *Malvatheca* (Bombacoideae and Malvoideae; Malvaceae *sensu lato*) as inferred from plastid DNA sequences. *American Journal of Botany* 91(11): 1863-1871.
- BAYER, C. 1999. The bicolor unit - homology and transformation of an inflorescence structure unique to core Malvales. *Plant Systematics and Evolution* 214: 187-198.
- BAYER, C.; M.F. FAY; A.Y. DE BRUIJN; V. SAVOLAINEN; C.M. MORTON; K. KUBITZKI; W.S. ALVERSON & M.W. CHASE. 1999. Support for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: a combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* DNA sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society* 129: 267-303.
- BENTHAM, G. & J.D. HOOKER. 1862. Bombacaceae. *Genera plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus* 1(1): 209-213.
- BOVE, C.P. 1993. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional – XXVII – Bombacaceae, Caprifoliaceae e Styracaceae. *Revista Brasileira de Biologia* 53(1): 87-101.
- BRAGA, R.P. 1960. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 4 ed. Natal: Universitária UFRN. 540p.
- BRONCKERS, F. & F. HORVAT. 1963. Note sur la morphologie du pollen de *Gossypium hirsutum*. *Pollen et Spores* 5(1): 5-16.
- CARREIRA, L.M.M.; R.C.O. RAPOSO & E.S.P. LOBATO. 1995. Morfologia polínica de

plantas cultivadas no Parque do Museu Goeldi. VII – Família Bombacaceae. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, série Botânica 11(2): 275-293.

CARVALHO-SOBRINHO J.G.C. 2006. *O gênero Pseudobombax Dugand (Malvaceae s.l.) no Estado da Bahia, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia. 158p.

CHAMBERS, T.C. & H. GODWIN. 1961. The fine structure of the pollen wall of *Tilia platyphyllos*. Cambridge: *The Botany School*. Pp.: 393-399.

CHATTAWAY, M.M. 1932. The wood of the Sterculiaceae. I. Specialization of the vertical wood parenchyma within the subfamily Sterculieae. *New Phytologist* 32: 119-132.

CHAUDHURI, S.K. 1969. Contribution to the pollen morphology of Sterculiaceae. In: SANTAPAU, H. *et al.* (eds.) *J. Sen memorial volume*. Calcutta: J. Sen Memorial Committee & Botanical Society of Bengal. Pp. 229-238.

CHRISTENSEN, P.B. 1986a. Pollen morphological studies in the Malvaceae. *Grana* 25: 95-117.

CHRISTENSEN, P.B. 1986b. Evolutionary trends in the pollen morphology of Malvaceae. *Pollen and Spores: Form and Function* Pp.: 425-427.

CORRÊA, A.M.S.; H.M. WATANABE & T.S. MELHEM. 1992. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil): 44- Tiliaceae e 116- Rutaceae. *Hoehnea* 19(1/2): 117- 124.

COSTA, M.L.M. 1981. *Revisão das espécies do gênero Helicteres L. (Sterculiaceae) que ocorrem na Região Sudeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 75p.

CRISTÓBAL C.L. 1960. Revision del género *Ayenia* L. *Opera Lilloana* 4: 1-230.

CRISTÓBAL, C.L. 1968. Estudio morfológico de los granos de polen de *Byttneria* (Sterculiaceae). *Pollen et Spores* 10(1): 51-72.

CRISTÓBAL, C.L. 1976. Estudio taxonômico del género *Byttneria* Loefling (Sterculiaceae) *Bonplandia* IV. 427p.

CRISTÓBAL, C.L.; G.L. ESTEVES & J.G. SAUNDERS. 1995. In: STANNARD, B.L. (ed.) *Flora of the Pico das Almas, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp.: 602-607

CRISTÓBAL, C.L. 2001. Taxonomía del género *Helicteres* (Sterculiaceae). Revisión de las especies americanas. *Bonplandia* 11(1-4): 1-206.

CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press. 1262p.

CRUZ, F.R. 2007. *Sterculiaceae Vent. no Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, São Paulo. 108p.

- CRUZ-BARROS, M.A.; A.M.S. CORRÊA & H. MAKINO-WATANABE. 2006. Estudo polínico das espécies de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 145-162.
- CUADRADO, G.A. 2006. Malvaceae. In: PIRE, S. M.; L.M. ANZÓTEGUI & G.A. CUADRADO (eds.) *Flora Polínica del Nordeste Argentino* vol. 3. Corrientes, Argentina: Editora de la Universidad Nacional de Nordeste. Pp.: 99-122.
- CUATRECASAS, J. 1964. Cacao and its allies: a taxonomic revision of the genus *Theobroma*. *Contributions from the United States National Herbarium* 35: 379-614.
- CULHANE, K.J. & S. BLACKMORE. 1988. The Northwest European Pollen Flora, 41, Malvaceae. *Review Palaeobotany & Palynology* 57: 45-74.
- CUNHA, M.C.S. 1981. *Revisão das espécies do gênero Luehea Willd. (Tiliaceae), ocorrentes no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 122p.
- DAHLGREN, R.M.T. 1980. A revised system of classification of the angiosperms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 80(2): 91-124.
- DAJOZ, I.; A. MIGNOT; C. HOSS & I. TILL-BOTTRAUD. 1995. Pollen aperture heteromorphism is not due to unreduced gametophytes. *American Journal of Botany* 82(1): 104-111.
- DATA, R.M. & B.S. PANDA. 1961. Pollen grains morphology of *Corchorus asplenifolius* Burch. *Pollen et Spores* 3 (2): 261-263.
- DE CANDOLLE, A.P. 1824. *Bombacaceae*. Prodrômus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis. Vol. 1. Caprelet, Paris.
- DE VORE, M.L.; Z. ZHAO, R.K. JANSEN & J. SKVARLA. 2000. Utility of trends in pollen morphology for phylogenetic analyses: an example using subfamilies Barnadesioideae and Cichorioideae (Asteraceae). In: HARLEY, M.M.; C.M. MORTON & S. BLACKMORE (eds.) *Pollen and Spores: Morphology and Biology*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp.: 399-412.
- DORR, L.J. & L.C. BARNETT. 1989. A revision of *Melochia* section *Physodium* (Sterculiaceae) from Mexico. *Brittonia* 41(4): 404-423.
- DOYLE, J.A.; P. BYGRAVE & A. LE THOMAS. 2000. Implications of molecular data for pollen evolution in Annonaceae. In: M.M. HARLEY, C.M. MORTON & S. BLACKMORE (eds.) *Pollen and Spores: Morphology and Biology*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp.: 259-284.
- DOYLE, J.A. 2005. Early evolution of angiosperm pollen as inferred from molecular and morphological phylogenetic analyses. *Grana* 44: 227-251.
- DU BOCAGE, A.L. & M.F. SALES. 2002. A família Bombacaceae Kunth no estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 16(2): 123-139.
- DUARTE, M.C. 2006. *Diversidade de Bombacaceae Kunth no Estado de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente,

São Paulo. 99p.

EDLIN, H.L. 1935. A critical revision of certain taxonomic groups of the Malvales. *New Phytologist* 34: 1-20, 122-143.

EL-GHAZALY, G.A. 1991. *Pollen flora of Qatar*. University of Qatar. 429p.

EL GHAZALI, G.E.B. 1993. A study on the pollen flora of Sudan. *Review of Palaeobotany and Palynology* 76: 99-345.

EL NAGGAR, S.M. 2004. Pollen Morphology of Egyptian Malvaceae: An Assessment of Taxonomic Value. *Turkish Journal of Botany* 28: 227-240.

ERDTMAN, G. 1952. *Pollen morphology and plant taxonomy – angiosperms*. Stockholm: Almqvist and Wiksell. 553p.

ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.

ESTEVEZ, G.L. 1986. *A Ordem Malvales na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 190p.

ESTEVEZ, G.L. 1996. *Sistemática de Pavonia Cav. (Malvaceae), com base nas espécies das regiões Nordeste e Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 387p.

ESTEVEZ, G.L. 1998. O gênero *Pavonia* Cav. (Malvaceae) na Região Nordeste do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 11: 161-235.

ESTEVEZ, G.L. 2005. Bombacaceae. In: Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil. *Rodriguésia*. 56(86): 115-124.

FAEGRI, K. & J. IVERSEN. 1975. *Textbook of pollen analysis*. 3 ed. Munksgaard, Copenhagen. 295p.

FERGUSON, I.K. 1984. Pollen morphology and biosystematics of the subfamily Papilionoideae (Leguminosae). In: GRANT, W.F. (ed.) *Plant Biosystematics*. Canada, Academic Press. Pp.: 377-394.

FERNÁNDEZ-ALONSO J.L. 1998. Novedades taxonômicas, corológicas y nomenclaturales em el gênero *Pachira* Aubl. (Bombacaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 52(2): 305-314.

FREYTAG, G.F. 1951. A revision of the genus *Guazuma* Plum. Ex Adans. (Sterculiaceae). *Ceiba*, 1(4):193-225.

FUCHS, H.P. 1967. Pollen morphology of the family Bombacaceae. *Review of Palaeobotany and Palynology* 3: 119-132.

FURNESS, C.A. & P.J. RUDALL. 2004. Pollen apertures evolution - a crucial factor for eudicot success? *Trends in Plant Science* 9(3): 154-158.

- GANDERS, F.R. 1979. The biology of heterostyly. *New Zealand Journal of Botany*. 17: 607-635.
- GIBBS, P.E. & I.K. FERGUSON. 1987. Correlations between pollen exine sculpturing and angiosperm self-incompatibility systems - a reply. *Plant Systematics and Evolution* 157: 143-159.
- GIBBS, P. & J. SEMIR. 2003. A taxonomic revision of the genus *Ceiba* Mill.(Bombacaceae). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 60(2): 259-300
- GOLDBERG, A. 1967. The genus *Melochia* L. (Sterculiaceae). *Contributions from the United States National Herbarium* 34(5): 191-363.
- GRAHAM, S.A. & A. GRAHAM. 2000. The evolution of diaperturate pollen in the eurypalynous genus *Cuphea* (Lythraceae). In: M.M. HARLEY, C.M. MORTON & S. BLACKMORE (eds.) *Pollen and Spores: Morphology and Biology*. Royal Botanic Gardens, Kew. Pp.: 349-364.
- HANKS, S. & P.A. FRYXELL. 1979. Palynological studies of *Gaya* and *Herissantia* (Malvaceae). *American Journal of Botany* 66(5): 494-501.
- HARDER, L.D. & S.C.H. BARRET. 1996. Pollen dispersal and mating patterns in animal-pollinated plants. In: LLOYD, D.G. & S.C.H. BARRET (eds.) *Floral Biology: studies on floral evolution in animal-pollinated plants*. New York, Chapman & Hall. Pp.: 140-190.
- HEYWOOD, V.H. 1978. *Flowering plants of the world*. Oxford: Oxford University Press. 336p.
- HOEN, P.P. & W. PUNT. 1989. Pollen morphology of the tribe Dorstenieae (Moraceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 57: 187-220.
- JIMÉNEZ-REYES, N. 2002. Morfología de los granos de polen de la familia Malvaceae de Jalisco, México.I. *Abemolschus*, *Abutilon*, *Alcea*, *Allosidastrum* y *Allowissadula*. *Scientia-Cuba* 4(1): 42-73.
- JUDD, W.S. & S.R. MANCHESTER. 1997. Circumscription of Malvaceae (Malvales) as determined by a preliminary cladistic analysis of morphological, anatomical, palynological, and chemical characters. *Brittonia* 49(3): 384-405.
- JUDD, W.S.; C.S. CAMPBELL; E. A. KELLOGG & P.F. STEVENS. 1999. *Plant systematics. A phylogenetic approach*. Sunderland: Sinauer Associates. 464p.
- KEATING, R.C. 1973. Pollen morphology and relationships of the Flacourtiaceae. *Annals Missouri Botanical Garden* 60(2): 273-303.
- KÖHLER, E. 1971. Zur pollenmorphologie der gattung *Waltheria* L. (Sterculiaceae). *Feddes Repertorium* 82(2): 125-153.
- KÖHLER, E. 1973. Über einen bemerkenswerten pollendimorphismus in der gattung *Waltheria* L. Stockholm: *Grana* 13: 57-64.
- KÖHLER, E. 1976. Pollen dimorphism and heterostyly in the genus *Waltheria* L. (Sterculiaceae). In: FERGUSON, I.K. & J. MÜLLER (eds.) *The evolutionary significance of*

the exine. Vol. 1. London: Academic Press. Pp.: 147-161.

KRAPOVICKAS, A & C.L. CRISTÓBAL. 1965. Revision Del gênero *Pelteia* (Malvaceae). *Kurtziana* 2: 135-216.

KRAPOVICKAS A. 1996. Sinopsis del Genero *Gaya* (Malvaceae). *Bonplandia* 9(1-2): 57-87.

LAY, K.K. 1950. The american species of *Triumfetta* L. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 37(3): 315-388.

LITCHFIELD, W.H. 1966. The pollen morphology of Australian Sterculiaceae. *Pollen et Spores* 3: 439-453.

LORENZI, H. 2002a. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 352p. v. 1.

LORENZI, H. 2002b. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Ed. Plantarum. 352p. v. 2.

LOZANO-GARCÍA, M.S. & HERNÁNDEZ, E.M. 1990. *Palinología de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas: Parte I – Especies arbóreas*. México: Instituto de Geología, UNAM – Universidad Nacional Autónoma de México. 61p.

MAMBRÍN, M.V. & M.S. FERRUCCI. 2006. Tiliaceae. In: PIRE, S. M.; L.M. ANZÓTEGUI & G.A. CUADRADO (eds.) *Flora Polínica del Nordeste Argentino* vol. 3. Corrientes, Argentina: Editora de la Universidad Nacional de Nordeste. Pp. 137-141.

MARTINEZ, F.S. 1982. *Morfología polínica de algunas Malvaceas mexicanas*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro Regional del Sureste, Colección Científica, 68p.

MARTINEZ, R.V. 1997. Bombacaceae In: LLERAS, A.R. & C.M. TAYLOR (eds.) *Flórula de las Reservas Biológicas de Iquitos, Perú. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 63:165-173.

MARTINEZ-HERNÁNDEZ, E.; J.I. CUADRIELLO-AGUILAR; O. TÉLLEZ-VALDEZ; E. RAMÍREZ-ARRIAGA; M.S. SOSA-NÁJERA; J.E.M. MELCHOR-SÁNCHEZ; M. MEDINA-CAMACHO & M.S. LOZANO-GARCIA. 1993. *Atlas de las plantas y el pollen utilizados por las cinco especies principales de abejas productoras de miel en la región del Tacaná, Chapas, México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Pp.: 165-173.

MARTINS, V.L.C. 1993. *Espécies brasileiras de Eriotheca Schott & Endlicher (Bombacaceae)*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 200p.

MELHEM, T.S.; M.S.F. SILVESTRE & N.M.C. LUCAS. 1976. Pollen morphological studies in Sterculiaceae. *Hoehnea* 6: 23-32.

MELHEM, T.S. & W.M. BISSA. 1985. Flora polínica da reserva do parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Famílias: 35-Dilleniaceae, 38-Theaceae e 46-Bombacaceae. *Hoehnea* 12: 5-9.

- MELHEM, T. S.; M.A.V. CRUZ- BARROS; A. M. S. CORRÊA; H. MAKINO-WATANBE; M.S.F. SILVESTRE-CAPELATO & V.L.G. ESTEVES. 2003. Variabilidade Polínica em Plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16:15-104.
- MILLA, G.R.M. 2007 *Palinotaxonomia em *Wissadula Medik.* e gêneros afins (Malvaceae: Malveae) no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro. 50 p.
- MIRANDA, M.M.B. & T.A.P. ANDRADE. 1989. Pólen das plantas do Nordeste Setentrional do Brasil III. Sterculiaceae. *Acta Botanica Brasilica* 3(2): 281-292.
- MONCADA, M. & E. SALAS. 1983. *Polen de las plantas melíferas em Cuba*. Ciudad de La Habana, Instituto de Botanica: Centro de Informacion y divulgacion Agropecuario.
- MONCADA, M. & L. SOTOLONGO. 1994. Morfología de los granos de polen en géneros de Bombacaceae en Cuba. *Acta Botánica Cubana* 97: 1-7.
- MÜLLER, J. 1979. Form and function in angiosperm pollen. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66: 593-632.
- NADOT, S.; H.E. BALLARD JR.; J.B. CREACH & I. DAJOZ. 2000. The evolution of pollen heteromorphism in *Viola*: A phylogenetic approach. *Plant Systematics and Evolution* 223: 155-171.
- NAIR, P.K.K. 1965. Trends in the morphological evolution of pollen and spores. *The Journal of the Indian Botanical Society* 44(4): 468-478.
- NAIR, P.K.K. 1974. The Phylogeny of Angiosperms - a Palynological Analysis. In: HICHT, M.K. & W.C. STECRE (eds.) *The Evolutionary Biology*. New York and London: Plenum Press. Pp.: 128-137.
- NILSSON, S. & A. ROBYNS. 1974. Pollen Morphology and Taxonomy of the genus *Quararibea* s.l (Bombacaceae). *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 44: 77-99
- NILSON, S. & A. ROBYNS. 1986. Bombacaceae Kunth. *World pollen and spore flora* 14:1-59.
- NIXON, K.C. 2002. *Winclada computer program, version 1.00.18-OptCodeFix (BETA)*. New York: Ithaca K. C. Nixon.
- NYFFELER, R.; C. BAYER; W.S. ALVERSON; A. YEN; B.A. WHITLOCK; M.W. CHASE & D.A. BAUM. 2005. Phylogenetic analysis of the Malvadendrina clade (Malvaceae s.l.) based on plastid DNA sequences. *Organisms, Diversity & Evolution* 5: 109-123.
- OLIVEIRA, P.P. & F.A.R. SANTOS. 2002. Flora polínica dos *inselbergs* da região de Milagres (BA, Brasil): Malvaceae. *Acta Biologica Leopoldensia* 24: 25-35
- PAGE, R.D.M. 2001. *NDE (NEXUS data editor for Windows). Version 0.5.0*. NDE-home page (<http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/NDE/nde.html>).
- PALACIOS-CHÁVEZ, R. 1966. *Morfología de los granos de polen de árboles del estado de*

Morelos. *Anales de la Escuela Nacional Ciencia Biologica* 16: 41-169.

PALACIOS-CHÁVEZ, R.; S.M.L. ARREGUIN & D.L. QUIROZ. 1990. Morfología de los granos de polen de la familia Sterculiaceae de la Estacion de Biología Chamela, Jalisco. *Palynologica et Palaeobotánica* 2(1): 62-81.

PALACIOS-CHÁVEZ, R.; B. LUDLOW-WIECHERS & R.G. VILLANUEVA. 1991. *Flora palinologica de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, Mexico*. Chetumal: Centro de Investigações de Quintana Roo. 321p.

PATEL, G.I. & R.M. DATTA. 1958. Pollen grains studies in various types of *Corchorus olitorius* L., *C. capisularis* L. and some other species of *Corchorus*. *Grana Palynologica* 1: 18-24.

PAULA, J.E. 1969. Estudos sobre Bombacaceae. I. Contribuição para o conhecimento dos gêneros *Catostemma* Benth. e *Scleronemna* Benth, da Amazônia Brasileira. *Ciência & Cultura* 21 (4): 697-719.

PERVEEN, A.; E. GRAFSTRÖM & G. EL-GHAZALY. 2004. World Pollen and Spore Flora 23. Malvaceae Adams. P.p.: Subfamilies: Grewioideae, Tilioideae, Browlowioideae. *Grana* 43: 129-155.

PIO CORRÊA, M. 1926-1978. *Diccionario das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional.

PIRE, S.M. & C.L. CRISTÓBAL 2001. El polen de *Helicteres* (Sterculiaceae) y su comparación con géneros vecinos. *Bonplandia*, 11(1-4): 207-230.

POZHIDAEV, A.E. 2000. Pollen variety and aperture patterning. In M.M. HARLEY, C.M. MOTON & S. BLACKMORE (eds.). *Pollen and spores: morphology and biology*. Kew: Royal Botanic Gardens. Pp.: 205-225.

PUNT, W. 1975. Pollen morphology of the Dichapetalaceae with special reference to evolutionary trends and mutual relationships of pollen types. *Review of Palaeobotany and Palynology* 19: 1-97.

PUNT, W. 1976. Evolutionary trends in the pollen grains of Dichapetalaceae. In: FERGUSON, I.K. & J. MÜLLER (eds.) *The Evolutionary Significance of the Exine*. London: Academic Press. Pp.: 139-146.

PUNT, W. 1986. Functional factors influencing pollen form. In: BLACKMORE, S. & I.K. FERGUSON (eds.) *Pollen and Spores: Form and Function*. London: The Linnean Society of London. Pp. 97-101

PUNT, W.; P.P. HOEN; S. BLACKMORE; S. NILSON & A. LE THOMAS. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1-81.

RIBEIRO, J.E.L.S. & G.L. ESTEVES. 1999. Bombacaceae. In: RIBEIRO, J.E.L.S. et al. (eds.) *Flora da Reserva Ducke - Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central*. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Pp.: 269-271.

- ROBYNS, A. 1963. Essai de Monographie du genre *Bombax* L. s.l. (Bombacaceae). *Bulletin du Jardin Botanique de l'État à Bruxelles* 33(1): 1-311.
- ROBYNS, A. 1964. Bombacaceae In: Flora of Panama. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 51: 37-68.
- ROBYNS, A. 1967. Bombacaceae In: MAGUIRE, B. et al. (eds.) The botany of the Guayana Highland - Part VII. *Memoirs of the New York Botanical Garden*. 17: 190-201.
- ROBYNS, A. 1971. On pollen morphology of Bombacaceae. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 41: 451-456.
- ROUBIK, D.W. & J.E. MORENO P. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monographs in Systematic Botany* 36: 1-270.
- SAAD, S.I. 1960. The sporoderm stratification in the Malvaceae. *Pollen et Spores* 2: 13-41.
- SAAD, S.I. 1972. Pollen structure in relation to phylogeny. *Journal of Palynology* 3: 37-53.
- SABA, M.D. & F.A.R. SANTOS 2000. Morfologia polínica de espécies de Sterculiaceae do Pico das Almas (Bahia- Brasil). *Revista Universidade de Guarulhos – Geociências V*, (especial): 201-204.
- SABA, M.D. & F.A.R. SANTOS. 2003. Morfologia polínica de Sterculiaceae das Dunas do Abaeté, Salvador - Bahia. *Sitientibus*, série Ciências Biológicas 3(1-2): 109-114.
- SABA, M.D.; F.A.R. SANTOS & G.L. ESTEVES. 2004. Palinotaxonomia das tribos Byttnerieae DC., Hermannieae DC. e Helictereeae DC. (Malvaceae s.l.) da flora da Bahia, Brasil. *Hoehnea* 31(2): 189-214.
- SAINT-HILAIRE, A. 1827. *Flora Brasiliae Meridionalis*. A. Bein., Paris.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. & A.B. GUSMAN. 1967. Pollen grains of plants of the cerrado. XVI – Malvaceae. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, série Botânica, 25: 1-20.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. *Contribuição à palinologia dos cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 291p.
- SANTOS, E. 1966. Bombacaceae do Estado da Guanabara. *Rodriguésia* 25 (37): 41-49.
- SANTOS, E. 1967. Bombacáceas. In: REITZ, P.R. (ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. Pp.: 1-39.
- SANTOS, E. 1969. Bombacaceae. In: *Flora ecológica das restingas do Sudeste*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional.
- SANTOS, F.A.R. 1997. *Scrophulariaceae do Brasil: Morfologia polínica e suas implicações taxonômicas*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo. 187p.
- SAUNDERS, J.G. 1993. Four new distylous species of *Waltheria* (Sterculiaceae) and a key to the mexican and central american species and species groups. *Systematic Botany* 18(2): 356-376.

- SAUNDERS, J.G. 1995. *Systematics and evolution of Waltheria (Sterculiaceae-Hermannieae)*. Ph.D. dissertation, University of Texas at Austin.
- SCHUMANN, K. 1886. Tiliaceae, Sterculiaceae, Bombacaceae, Malvaceae. In: MARTIUS, C.P.F. & A.G. EICHLER. *Flora Brasiliensis* 12(3): 50-67.
- SECCO, R.S. & O.M. BARTH. 1984. Palynotaxonomy of brasilian species of the genus *Sterculia* (Sterculiaceae). *Pollen et Spores* 26(3-4): 409-420.
- SETSER, H.L. 1977. *A revision of neotropical Tiliaceae: Apeiba, Luehea and Luehopsis*. Ph.D. dissertation, University of Kentucky. Kentucky. 207p.
- SHARMA, B.D. 1969. Pollen morphology of Tiliaceae in relation to plant taxonomy. *Journal of Palynology* 5: 7-29.
- SHARMA, B.D. 1970. Studies of Indian pollen grains in relation to plant taxonomy – Sterculiaceae. *Proceedings National Institute of the Science India*, 35(4): 320-359.
- SILVA, F.H.M.; P.P. OLIVEIRA & F.A.R.SANTOS. 2004. Morfologia polínica de *Hibiscus pernambucensis* Arruda e *Hibiscus tiliaceus* L. (Malvaceae). *Acta Biologica Leopoldensia* 26(2): 203-211.
- SOUZA, V.C. & H. LORENZI. 2005. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 639p.
- SOWUNMI, M.A. 1973. Pollen grains of Nigerian plants. I. Woody species. *Grana* 13: 145-186.
- SWOFFORD, D.L. 2000. *PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony, versions 1.0d64 and 4.0b1*. Laboratory of Molecular Systematics, Smithsonian Institution, Washington, DC, and Sinauer, Sunderland, MA.
- TAKHTAJAN, A.L. 1980. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). *Botanical Review* 46(3): 225-359.
- TAYLOR, E.L. 1989. *Systematic studies in the tribe Stercuieae: A taxonomic revision of the neotropical species of Sterculia L. (Sterculiaceae)*. Ph.D. Tesis, Havard University. Massachusetts.
- THANIKAIMONI, G. 1986. Pollen apertures: form and function. Pp. 119-136 In: BLACKMORE, S. & I.K. FERGUSON (eds.) *Pollen and Spores: Form and Functions*. London: Academic Press.
- TRESSENS, S.G. 1970. Morfologia del pollen y evolucion en *Tarasa* (Malvaceae). *Bonplandia* 7(3): 73-99.
- TSCHÁ, M.C; M.F. SALES & G.L. ESTEVES. 2002. Tiliaceae Juss. no estado de Pernambuco, Brasil. *Hoehnea* 29(1): 1-18.
- TSUKADA, M. 1964. Pollen morphology and identification III. Modern and fossil tropical pollen with emphasis on Bombacaceae. *Pollen et Spores* 6(2): 393-462.

VAN CAMPO, M. 1976. Patterns of pollen morphological variation within taxa. *In*: FERGUSON, I.K. & J. MÜLLER (eds.) *The Evolutionary Significance of the Exine*. London: Academic Press. Pp.: 125-137.

WALKER, J.W. 1974. Aperture evolution in the pollen of primitive angiosperms. *American Journal of Botany* 61: 1112-1137.

WALKER, J.W. 1976. Comparative Pollen Morphology and Phylogeny of the Ranalean Complex. *In*: BECK, C.B. (ed.) *Origin and early evolution of Angiosperms*. New York: Columbia Press. Pp.: 241-299.

WALKER J. W. & J.A. DOYLE 1975. The bases of Angiosperm Phylogeny: Palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62: 664-723.

WHITLOCK, B.A.; C. BAYER & D.A. BAUM 2001. Phylogenetic relationships and floral evolution of the Byttnerioideae ("Sterculiaceae" or Malvaceae *s.l.*) based on sequences of the chloroplast gene, *ndhF*. *Systematic Botany* 26(2): 420-437.

WILD, H. & M.L. GONÇALVES 1979. Bombacaceae. *In*: *Flora de Moçambique*. Lisboa. Pp.: 1-11.

WODEHOUSE, R.P. 1935. *Pollen Grains*. New York & London: McGraw-Hill. 574p.

WODEHOUSE, R.P. 1936. Evolution of Pollen Grains. *Botanical Review* 2: 67-84.

Apêndice I. Material examinado³

BOMBACOIDEAE

Ceiba erianthos K. Schum.: **BRASIL. Bahia:** Bom Jesus da Lapa, 17/VII/1975, *Andrade-Lima 8145* (IPA)*; Mucugê, 14/VI/2000, *Harley & Giulietti 54045* (HUEFS); Jacobina, 13/VII/1997, *Guedes & Eudes 4839* (ALCB). *C. glaziovii* (Kuntze) K. Schum.: **BRASIL. Bahia:** Anguera, 04/IX/1986, *Queiroz et al. 997* (HUEFS); Retirolândia, 16/IX/1999, *Oliveira 258* (HUEFS). **Alagoas:** Pão Açúcar, 19/X/2002, *Lyra-Lemos et al. 7030* (HUEFS)*. *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns: **BRASIL. Bahia:** Itamaraju, 28/VII/1971, *Monteiro 23510* (PEUFR)*. **Minas Gerais:** Botumirim, 17/V/1998, *Pirani et al. 4356* (SPF). *E. crenulicalyx* A. Robyns: **BRASIL. Alagoas:** São Miguel dos Campos, s.d., *Lima 12632* (HST)*. **Pernambuco:** Parque do Gurjaú, 05/VII/1951, *Ducke & Lima 65* (IPA). *E. gracilipes* (K. Schum.) A. Robyns: **BRASIL. Paraíba:** Espírito Santo, 26/XI/1968, *Andrade-Lima 5491* (IPA)*. *E. obcordata* A. Robyns & A. Nilson **Bahia:** Alagoinhas, 25/XI/2000, *Silva et al. 107* (HUEFS)*. *Pachira aquatica* Aubl.: **BRASIL. Bahia:** Feira de Santana, 25/V/2002, *Miranda 72* (HUEFS). **Amapá:** Rio Oiapoque, 15/X/1950, *Fróes 26.629* (SP)*. **Piauí:** Teresina, 03/XI/1979, *Alunos de Taxonomia da FUFPI s.n.* (TEPB 450). *P. nervosa* (Uitt.) Fernández-Alonso: **BRASIL. Amazonas:** Manaus-Itacotiara, Reserva Florestal Ducke, 31/VII/1997, *Esteves et al. 02* (SP)*. *P. retusa* (Mart. & Zucc.) Fernández-Alonso: **BRASIL. Bahia:** Queimadas, 12/X/1990, *Freire-Fierro et al. s.n.* (SPF 106500)*. Casa Nova, 10/X/2004, *Queiroz et al. 9634* (HUEFS). Morro do Chapéu, 14/XI/2002, *Junqueira et al. 142* (HUEFS). *P. tocantina* (Ducke) Fernández-Alonso: **BRASIL. Pará:** Remansão, 04/IX/1948, *Fróes 23.378* (SP)*. *Pseudobombax marginatum* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) A. Robyns: **BRASIL. Ceará:** Sobral, 04/VII/2002, *Castro s.n.* (EAC 32129). Aiuaba, 21/VI/1991, *Figueiredo et al. 175* (EAC). **Pernambuco:** Itapetim - Ambó, 15/IX/1993, *Du Bocage 267* (IPA)*. *P. simplicifolium* A. Robyns: **BRASIL. Bahia:** Uauá, 25/VIII/1996, *Queiroz & Nascimento 4628* (HUEFS). Casa Nova, 28/VIII/2002, *Queiroz et al. 7.361* (HUEFS)*. **Pernambuco:** Petrolina, 28/VII/1993, *Du Bocage 274* (IPA). *Pseudobombax sp. nov. 1:* **BRASIL. Goiás:** Nova Roma, 31/VII/2000, *Forzza et al. 1591* (HUEFS)*. *Pseudobombax sp. nov. 2:* **BRASIL. Bahia:** Serra do Ramalho, 13/IX/2005, *Carvalho-Sobrinho &*

³ *Material utilizado nas ilustrações

Queiroz 573 (HUEFS)*. *Rhodognaphalopsis feroensis* (Ducke) A. Robyns: **BRASIL. Amazonas:** Manaus-Itacoatiara, km 26, Reserva Florestal Ducke, 13/IX/1995, *Ribeiro & Pereira 1704* (SP)*. Manaus-Itacoatiara, km 26, Reserva Florestal Ducke, 01/VIII/1997, *Esteves & Assunção 07* (SP).

BROWNLOWIOIDEAE

Berrya ammonilla Roxb.: **Índia:** Tiruchi dist. Tiruchi, 29/VI/1985, *Matthew 30407* (K)*. *B. javanica* (Turcz.) Burret: **Índia:** N. Tanilnadu, Chennai: Adyar, Theosophical Society Gardens, 07/XII/2001, *Matthew 73284* (K)*. *B. papuana* Merr. & L.M. Perry: New Guinea. Tovobada Hills, Ca. 8 miles NNW of Port Moresby, Central District, 11/V/1967, *Pullen 6956* (K)*.

BYTTNERIOIDEAE

Byttneria catalpaefolia Jacq.: **BRASIL. Paraná:** Xambre - Pérola, 23/I/1967, *Hatschbach 15848* (SP). **Minas Gerais:** Ituiutaba, 28/I/1948, *Macedo 1004* (SP)*. *B. filipes* Mart. ex K. Schum.: **BRASIL. Ceará:** Pacajus-Fortaleza, 16/II/1966, *Lima 4445* (IPA)*. *Guazuma ulmifolia* Lam.: **BRASIL. Paraíba:** Rio Tinto - Aldeia do Jacaré Paraima, 23/II/1989 *Agra et al. 669* (JPB)*. Ceará: Crateús, Aliança, 14/II/1983, *Figueiredo s.n* (EAC 11783). *Theobroma cacao* L.: **BRASIL. Bahia:** Ilhéus, 01/IV/1982, *Santos 3744* (CEPEC); Ilhéus, 04/IV/1982, *Santos 3743* (CEPEC)*; Alagoinhas, s.d., *Saba 01* (HUEFS). *T. subincanum* Mart.: **BRASIL. Bahia:** Ilhéus, 26/IX/1992, *Sant'ana et al. 261*, (CEPEC)*. **Rondônia:** Jaru, 02/X/1986, *Romaniuc Neto et al. 489* (SP). *Waltheria albicans* Turcz.: **BRASIL. Bahia:** Xique-Xique, 17/III/1990 *Saunders & Carvalho 3120* (CEPEC); Morro do Chapéu, 16/III/1990, *Saunders & Carvalho 3117* (CEPEC)*. **Maranhão:** São João dos Patos - Barão de Grajaú, 23/IV/1980 *Fernandes & Nunes s.n.* (EAC)*. *W. brachypetala* Turcz.: **BRASIL. Bahia:** Morro do Chapéu, 16/III/1990 *Saunders & Carvalho 3116* (CEPEC)*; Andaraí, 19/VI/1984, *Hatschbach & Kummrow 48064* (CEPEC). *W. cinerescens* A. St.-Hil.: **BRASIL. Bahia:** Andaraí, 24/I/1980, *Harley et al. 20540* (SPF)*; Andaraí-Mucugê, 12/II/1977, *Harley et al. 18570* (CEPEC). *W. martiana* Benth. ex J.G. Saunders: **BRASIL. Bahia:** Delfino, 04/III/1974, *Harley 16683* (CEPEC)*; Jacobina, 20/VIII/1993, *Queiroz & Nascimento 3480* (HUEFS). *W. viscosissima* A. St.-Hil.: **BRASIL. Bahia:** Andaraí, 19/VI/1984, *Hatschbach & Kummrow 48065* (CEPEC)*; Lençóis, 18/V/1989, *Mattos-Silva et al. 2738*, (HUEFS).

DOMBEYOIDEAE

Dombeya wallichii Benth. & Hook: **BRASIL. Bahia:** Salvador, 10/XII/1956, *Oliveira et al. s.n.* (ALCB 2656)*; Ilhéus, 12/VIII/1978, *Mori 10400* (CEPEC). **Ceará:** Aratuba, 17/X/1979, *Nunes & Castro s.n.* (EAC 7118). **São Paulo:** Piracicaba, 09/VI/1993, *Barreto et al. 697* (SP).

GREWIOIDEAE

Corchorus argutus H.B.K.: **BRASIL. Bahia:** Barra, 22/II/1997, *Queiroz 4771* (HUEFS)*; Governador Mangabeira, 14/I/1997 *Arbo et al. 7214* (CEPEC). *C. hirtus* L.: **BRASIL. Bahia:** Cachoeira, V/1980 *Grupo Pedra do Cavalo 34* (CEPEC); Feira de Santana, 08/XII/1996, *França et al. 1979* (HUEFS). **Pernambuco:** Barreiros, 20/III/1999, *Tschá & Tschá 1817* (PEUFR)*. **Piauí:** Teresina, 05/V/1998, *Mendes s.n.* (TEPB 11079). *Heliocarpus popayanensis* H.B.K.: **BRASIL. São Paulo:** Itapera - Itaporanga, 18/VII/1949, *Joly s.n.* (SPF 16212). Limeira, 22/VII/1952, *Kuhn s.n.* (SP 232910)*. *Luehea candicans* Mart & Zucc.: **BRASIL. Piauí:** Bertolina - Eliseu Martins, 17/XI/1979, *Martins & Nunes s.n.* (EAC 7473)*. **São Paulo:** Jales, 26/X/1951, *Hoehne s.n.* (SPF 13947). *L. divaricata* Mart.: **BRASIL. Bahia:** Ilhéus, 08/V/1995, *Matos-Silva 3128* (CEPEC). **São Paulo:** Jales, 12/I/1950, *Hoehne s.n.* (SPF 12637)*. *L. grandiflora* Mart.: **BRASIL. Bahia:** Mucugê, 04/IX/1986, *Ferreira et al. 398* (CEPEC). **Maranhão:** Santa Rita, 07/VI/1979, *Nunes & Castro s.n.* (EAC 6382)*. *Triumfetta althaeoides* Lam.: **BRASIL. Pernambuco:** Amaragi, 22/VI/1999, *Tschá & Tschá 1216* (PEUFR)*. **Bahia:** Itacaré, 07/VI/1978, *Mori & Santos 10166* (CEPEC). **Pernambuco:** Olinda, 1915, *Pickel s.n.* (IPA 4306). *T. bartramia* L.: **BRASIL. Alagoas:** Porto de Pedra - Tatuamonha, 06/X/1998, *Tschá & Tschá 1897* (PEUFR). **Pernambuco:** Recife, 22/IX/1998, *Tschá 1134* (PEUFR)*. *T. semitriloba* L.: **BRASIL. Pernambuco:** Buíque, 23/II/1999, *Tschá & Melo 1624*, (PEUFR)*. **Alagoas:** Pão de Açúcar, 10/VI/1981, *Lima et al. 70* (IPA). **Bahia:** Ilhéus, 15/VII/1986, *Hage & Santos 2091* (CEPEC).

HELICTERIOIDEAE

Helicteres baruensis Jacq.: **BRASIL. Bahia:** Oliveira dos Brejinhos, 26/III/1984, *Bautista & Salgado 877* (ALCB)*. **Piauí:** São Raimundo Nonato - Angico, 21/IV/1979, *Del'Arco s.n.* (TEPB 488). São Raimundo Nonato - Barreirinha, 18/XII/1978, *Fernandes et al. s.n.* (EAC 5153). *H. brevispira* A. St.-Hil.: **BRASIL. São Paulo:** São José do Rio Preto, 14/X/1962, *Camargo & Marinis 41* (SP). Campo Limpo Paulista, 06/VIII/1977, *Melo 14*

(SP)*. **Bahia**: Caetité, 10/IV/1980, *Harley 21186* (CEPEC). *H. eichleri* K. Schum.: **BRASIL. Paraíba**: Mananguape, 19/XII/1989, *Félix & Santana 2554* (JPB)*. *H. lhotzkyana* K. Schum.: **BRASIL. Mato Grosso do Sul**: Selviria, Faz. Santa Maria, 06/XI/1985, *Tamashiro et al. 131* (SP). **São Paulo**: Votuporanga, 18/IV/2005, *Cruz 12* (SP); Santa Fé do Sul - Faz. Bela Vista, 23/IX/2000, *Lizidatti & Lizidatti 07* (SP)*. *H. muscosa* Mart.: **BRASIL. Piauí**: Teresina, 24/I/1993, *Thomas et al. 9616* (CEPEC). **Pernambuco**: Araripina, 08/VIII/1996, *Lima 390* (IPA)*. *H. sacarolha* A. Juss.: **BRASIL. São Paulo**: Pirassununga, 08/I/1955, *Kuhlmann 3523* (SP)*; Pedregulho - Parque Estadual das Furnas do Bom Jesus, 15/II/2004, *Caruzo et al. 38* (SP). **Minas Gerais**: Jaboticatubas, 11/I/1996, *Souza et al. 10169* (SPF).

MALVOIDEAE

Abutilon pauciflorum A St.-Hil.: **BRASIL. Bahia**: Salvador, 15/II/1992, *Guedes et al. 2534* (ALCB)*; Santa Cruz de Cabralia, 28/V/1975, *Santos 3026* (CEPEC). *A. scabridum* K. Schum.: **BRASIL. Bahia**: Gandú, 08/VII/1971, *Santos 1744* (CEPEC); Cruz das Almas, 12/IX/1983, *Pinto 379* (TEPB)*. *Gaya aurea* A. St.-Hil.: **BRASIL. Bahia**: Ibotirama, 11/X/1981, *Hatschbach 44160* (CEPEC)*; Abaíra, 20/III/1992, *Stannard et al. H52719* (HUEFS). *G. dominguensis* Urib.: **BRASIL. Ceará**: Santa Quitéria, 26/IV/1984, *Fernandes et al. s.n.* (EAC 12505). **Bahia**: Rio de Contas, 14/I/1991, *Esteves & Barros 2369* (SP)*. **Paraíba**: Teixeira, Maturéia, 25-27/II/1994, *Agra et al. 2720* (SP). *G. macrantha* Barb. Rodr.: **BRASIL. Bahia**: Bom Jesus da Lapa, 17/IV/1980, *Harley et al. 21441* (CEPEC)*; Brumado, 14/IV/1983, *Carvalho et al. 1678* (CEPEC). *Gossypium barbadense* L.: **BRASIL. Pernambuco**: Recife, 18/IX/1999, *Silva s.n.* (UFP 27294)*. **Ceará**: Sobral, 08/II/1989, *Fernandes s.n.* (EAC 16123). *G. hirsutum* Hutch.: **BRASIL. Ceará**: Pacoti, 26/IX/1981, *Cavalcante & Buno s.n.* (EAC 10858)*. Gran Barbalha - Arajara, 22/II/1972, *Pickersgill et al. 203* (IPA). *Hibiscus bifurcatus* Cav.: **BRASIL. Bahia**: Vale do rio Mucuri, BR 101, 07/X/1971, *Santos 2073* (CEPEC). **Maranhão**: Zé Doca - Pinheiro, 08/VI/1979, *Castro & Nunes s.n.* (EAC 6398). **Pernambuco**: Recife, 22/IX/1949, *Lima 310* (IPA)*. *H. furcellatus* Desr.: **BRASIL. Minas Gerais**: Diamantina, 08/XII/1997, *Lima et al. 15* (SPF)*. **Piauí**: Parnaíba - Margem do rio, 03/XI/1979, *Alunos de Taxonomia da FUFPI s.n.* (TEPB 511). *Pavonia blanchetiana* Miq.: **BRASIL. Bahia**: Inhambupe, 14/II/1983, *Pinto 22* (CEPEC)*. **Pernambuco**: Serra das Russas, 20/II/2002, *Hamburgo s.n.* (UFP 32292); Garanhuns, 27/III/1982, *Fernandes & Matos s.n.* (EAC 11135). *P. cancellata* (L.) Cav.: **BRASIL. Pernambuco**: Pombos, 07/IX/2002, *José Luiz*

s.n. (IPA 60357). **Piauí:** Carnaíba - São Raimundo Nonato, 09/IV/1979, *Del'Arco s.n.* (TEPB 430). **Bahia:** Caetitê, 12/VIII/1996, *Ferrucci et al.1030* (CEPEC)*. ***P. glazioviana*** Gürcke: **BRASIL. Pernambuco:** Inajá, 20/X/1957, *Andrade-Lima 2754* (IPA). **Piauí:** Caracol, 05/V/1980, *Del'Arco & Castro s.n.* (TEPB 1113). **Ceará:** Estação Ecológica de Aiuaba, 29/IV/1981, *Martins s.n.* (EAC 10191)*. ***P. malacophylla*** (Link & Otto) Gürcke: **BRASIL. Bahia:** Santa Cruz de Cabralia, 25/VIII/1988, *Mattos-Silva et al. 2523* (CEPEC). **Pernambuco:** Estação Experimental Itapirema, 18/IX/1941, *Xavier s.n.* (JPB 304). **Alagoas:** União dos Palmares, 31/X/1996, *Pontual 224* (PEUFR)*. ***P. sidifolia*** H.B.K.: **BRASIL. Bahia:** Santa Maria da Vitória, 17/III/1995, *Hatschbach et al. 62015* (CEPEC)*. ***Quararibea turbinata*** Poir.: **BRASIL. São Paulo:** Ubatuba, 1987, *Edna s.n.* (SPF 67689)*. **Bahia:** Ilhéus, 19/IV/1983, *Santos 3860* (CEPEC). ***Talipariti tiliaceum*** (L.) Fryxell: **BRASIL. Ceará:** Fortaleza, 16/IX/1990, *Tavares s.n.* (EAC 16705)*.

STERCULIOIDEAE

Cola acuminata Schott & Endl.: **BRASIL. Bahia:** Salvador, 16/V/1984, *Queiroz & Farias s.n.* (ALCB 23229). Uruçuca, 30/VII/1981, *Matos-Silva & Santos 1382* (CEPEC)*; Ilhéus, 31/X/1967, *Pinheiro & Santos 343* (CEPEC). ***C. nitida*** Vent.: **BRASIL. Bahia:** Simões Filho, 21/IX/1975, *Gama s.n.* (ALCB 2655)*. ***Sterculia curiosa*** (Vell.) Taroda: **BRASIL. Bahia:** Ilhéus, 08/IX/1981, *Hage & Santos 1300* (CEPEC)*. ***S. frondosa*** Rich.: **BRASIL. Amazonas:** Manaus - Itacoatiara, km 26, Reserva Florestal Ducke, 01/VIII/1995, *Oliveira & Assunção 2806* (SP)*. ***S. striata*** A St.-Hil. & Naud.: **BRASIL. Goiás:** Itumbiara, 21/I/2001, *Pirani et al. 4763* (SPF)*. **Bahia:** Riacho de Santana, 19/IV/1996, *Hatschbach et al. 65183* (CEPEC). **Minas Gerais:** Faz. de Funil, 07/XII/1959, *Heringer 7374* (SP).

TILIOIDEAE

Tilia americana L.: **USA. Wisconsin:** Richland County, 19/VI/1977, *Nel 15164a* (SP)*. **Massachusetts:** Hampden County, 06/VII/1979, *Ahles 87019* (SP). ***T. cordata*** Mill.: **INGLATERRA. Londres:** Kew Green, 17/VI/2003, *Jardim 4146* (HUEFS)*. West - Preulsen, VII/1918, *Gross s.n.* (SP 25731). **FINLÂNDIA. Turku Ruissalo Kuuva, Varsinais,** 03/VIII/1938, *Ekman s.n.* (SP 67836). ***T. mexicana*** Schtdl.: **MÉXICO. México:** Cajones Dist. Temascaltepec, 15/IX/1935, *Hinton et al. 8277* (K)*. ***T. mongolica*** Maxim.: **CHINA. Sui-yuan:** Tats'ingshan, Halach'ingkow, 22/VII/1922, *Hsia 2700* (K)*.

Apêndice II. Medidas dos espinhos

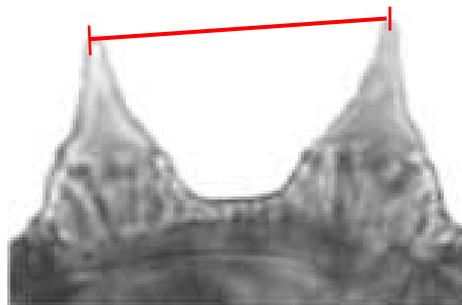


Figura 1. Medida da distância interespinal.

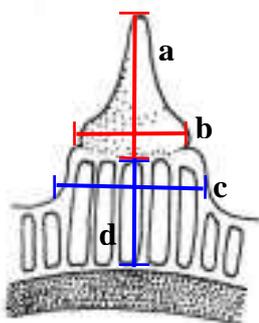


Figura 2. Medida da altura do espinho (a), do diâmetro da base do espinho (b), do diâmetro da elevação da sexina subespinal (c), altura da elevação da sexina subespinal (d).

Apêndice III. Morfologia polínica de *Cochlospermum vitifolium* Spreng. (Cochlospermaceae) e *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae).

COCHLOSPERMACEAE

***Cochlospermum vitifolium* Spreng. (Fig. 1-4)**

Grãos de pólen pequenos a médios, isopolares, subprolatos; amb subcircular; 3-colporados. Ectoaberturas longas, com contorno irregular e extremidades arredondadas; endoaberturas lalongadas. Exina psilada, com superfície irregular sob MEV. Sexina e nexina com igual espessura, de difícil distinção.

Material examinado: BRASIL. Bahia: Campo Alegre de Lourdes, 15/VI/2001, *Nunes et al. 416* ((HUEFS); Bahia: Remanso, 16/VI/2001, *Nunes et al. 477* (HUEFS).

Literatura: (Sowunmi 1973; Gibbs & Ferguson 1987).

MUNTINGIACEAE

***Muntingia calabura* L. (Fig. 5-9)**

Grãos de pólen pequenos, isopolares, prolato-esferoidais; amb subtriangular; 3-colporados. Ectoaberturas muito longas, com extremidades afiladas; endoaberturas lalongada de difícil visualização. Exina finamente microrreticulada. Sexina e nexina de igual espessura.

Material examinado: BRASIL. São Paulo: Campinas, 16/VIII/1976, *Felipe s.n.* (TEPB1738).

Figuras. 1-4. Grãos de pólen de *Cochlospermum vitifolium* Spreng. 1. Vista polar em corte óptico; 2. Vista equatorial em corte óptico; 3. Grão de pólen inclinado (MEV); 4. Aberturas (MEV). **5-9.** Grãos de pólen de *Muntingia calabura* L. 5. Vista polar em corte óptico; 6-7. Superfície (LO); 8. Vista equatorial em corte óptico; 9. Detalhe da superfície (MEV).

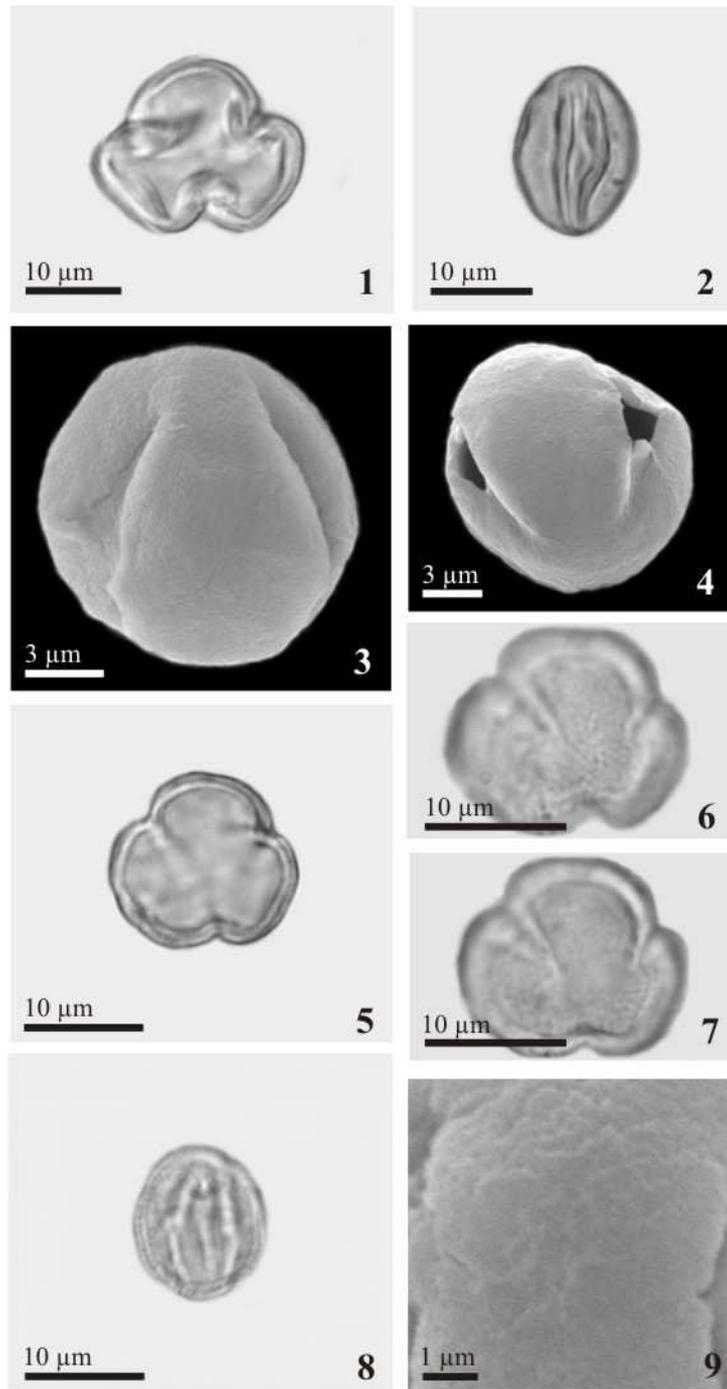


Tabela 1. Caracteres morfométricos dos grãos de pólen de *Cochlospermum vitifolium* Spreng. (Cochlospermaceae) e *Muntingia calabura* L. (Muntingiaceae). DP= diâmetro polar; DE= diâmetro equatorial; DEp= diâmetro equatorial em vista polar; IAP= índice de área polar; Ecto= comprimento x largura da ectoabertura; Endo= altura da endoabertura; sex= sexina; nex= nexina; * n < 25; medidas em µm e índices em números absolutos.

Espécie/ Espécime	DP		DE		DEp		P/E	IAP	Ecto	Endo	Sex	Nex			
	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv	$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	Fv							$\bar{x} \pm S$	\bar{x}	
<i>Cochlospermum vitifolium</i> Spreng.															
T.S. Nunes <i>et al.</i> 416 (HUEFS)	25,9±0,5		22,5-28,5	21,1±0,3		18,0-24,0	21,8±0,2		19,5-24,0	1,23	0,40	18,2x0,9	1,2	0,6	0,6
T.S. Nunes <i>et al.</i> 477 (HUEFS)	23,1±0,6		18,0-28,5	17,9±0,5		13,5-21,0	20,2*		19,5-21,0	1,29	0,34	17,1x1,9	1,4	0,6	0,6
<i>Muntingia calabura</i> L.															
G.M. Felipe s.n. (TEPB1738)	13,0±0,6		12,0-16,0	11,5±0,6		9,0-15,0	13,4±0,5		11,0-15,0	1,13	0,21	9,7x0,6	0,8	0,5	0,5