

BIANCA ALSINA MOREIRA

Palinotaxomia da família Bromeliaceae do Estado de São Paulo

Tese apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na área de concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

SÃO PAULO

2007

BIANCA ALSINA MOREIRA

Palinotaxomia da família Bromeliaceae do Estado de São Paulo

Tese apresentada ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de DOUTOR em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na área de concentração de Plantas Vasculares em Análises Ambientais.

ORIENTADORA: DR^a MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ-BARROS

CO-ORIENTADORA: DR^a MARIA DAS GRAÇAS LAPA WANDERLEY

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Moreira, Bianca Alsina
M838p Palinotaxonomia da família Bromeliaceae do Estado de São Paulo / Bianca
Alsina Moreira -- São Paulo, 2007.
152 p..

Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2007
Bibliografia.

1. Pólen. 2 .Bromeliaceae. 3. Taxonomia. I. Título

CDU : 581.33

Aos meus filhos Giovani e Íris,
e ao meu marido Vinicius.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Dra. Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros, por toda ajuda, dedicação e ensinamentos.

À minha co-orientadora Dra. Maria das Graças Lapa Wanderley pelo incentivo, ajuda, confiança e amizade.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento em Pesquisa e Ensino Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Instituto de Botânica de São Paulo nas pessoas da Diretora Geral Dra. Vera Lúcia Bononi e da Diretora da Divisão de Fitotaxonomia Dra. Maria das Graças Lapa Wanderley.

Ao programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente nas pessoas da Dra. Sônia M. Campos Dietrich e Dra. Solange C. Mazzoni-Viveiros. A todos docentes e alunos, em especial a Márcia Regina Ângelo.

À seção de Dicotiledôneas onde foi desenvolvido todo o trabalho de Doutorado.

Ao fiel amigo Pós-graduando de Doutorado Eduardo Custódio Gasparino, meu companheiro de jornada, por toda ajuda, discutindo, trabalhando e interpretando os dados junto comigo.

À Pesquisadora Ângela Maria da Silva Corrêa, Chefe da seção de Dicotiledôneas, que na ausência da minha orientadora me ajudou a fotografar e a reconhecer as características dos grãos de pólen das Bromeliáceas.

Aos meus amigos e companheiros de tese, que sem vocês não sei o que seria de mim, Elaine Lima Silva e Maria Izabel Tauil de M. Guimarães.

Aos pesquisadores da seção de Dicotiledôneas: Dra. Cynthia Fernandes P. Luz e Dr. Luciano Maurício Esteves, pela ajuda, as boas conversas do café da tarde e pela amizade; às funcionárias Jovelina Maria de Vasconcelos pelo carinho e por suas orações e a D. Maria Aparecida Freitas; aos estagiários Carolina Brandão Coelho, Felipe Godoy Martins Vizeu, Eliete Rodrigues da Silva e Fernanda Jacinto Albanes por toda atenção e pela paciência do dia a dia, e em especial à Priscila Rodrigues de Souza pela formatação das tabelas da tese.

À seção de Microscopia eletrônica de transmissão do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico nas pessoas Pesquisadora MSc. Silvia Regina Galleti e ao estagiário de iniciação científica Ricardo Lombardi.

À seção de Curadoria de Herbário do Instituto de Botânica pela disponibilização dos materiais polínicos e pela infra-estrutura para o tratamento do material coletado. Às Pesquisadoras Lúcia Rossi e Letícia Ribes Lima, maravilhosas companheiras de viagem a Viena. À Pesquisadora Cíntia Cameyama pela revisão do resumo e confecção do abstract. À Pesquisadora Sônia Aragaki pelos conselhos e amizade. À Pesquisadora Gerleni Esteves pelas idéias compartilhadas.

À minha amiga Suzana Ehlin Martins por todas as nossas viagens de coleta, por toda amizade, companhia e dedicação. À sua filha Marina Martins pela confecção da capa e pelo cuidado e carinho com a Íris.

Aos meus amigos “Bromeliólogos” Gardene Maria de Sousa e João Vicente Coffani-Nunes, pelas boas conversas e ensinamentos. E a fiel amiga Tatiana Ungaretti Paleo Konno, pelos conselhos e por toda sua amizade.

Aos amigos do Herbário e companheiros de jornada: Luciana Fiorato, Leonardo Versieux, Thaís Trindade, Gisele Silva e Anderson Santos por todo apoio e carinho; à Marília Duarte, Fátima Otavina de Souza, Flávia Ribeiro Cruz, Angélica Pavezzi pelo companheirismo nas discussões das disciplinas. Ao Rafael Louzada, pela arte final do esquema da árvore evolutiva.

À minha família, meu marido Vinicius Callegari Corsi Oliveira, principal incentivador, patrocinador e executor de edição, além de amigo, companheiro e meu chão. Ao meu querido filho Giovani que não entende o porquê de tanto trabalho e a minha linda filha Íris, que como o irmão, foi parida concomitantemente com tese. À minha mãe Cristina e ao meu pai Carlos pelas orações e a minha querida vovó Aurora que além das orações ainda ajudou com a impressão da tese. A minha Tia Tetinha, Luciana e Tio Ademir (*in memoriam*) por toda torcida.

À minha vizinha, tia e amiga Elza Corsi por sempre me incentivar e por todo o carinho comigo e com meus filhos. Às minhas companheiras de casa, que neste final de tese foram imprescindíveis: Renata Conceição Oliveira e minha sogra Tereza Callegari. Aos amigos e primos Eduardo Klein e Viviene Oliveira por toda torcida.

À DEUS a quem tudo devo, que deu sua vida por mim sem pedir nada em troca e continua me amando e me ensinando a cada dia o Dom da Humildade.

À todos que me ajudaram direta e indiretamente na realização desta tese.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Caracterização geral	1
1.2. Breve histórico taxonômico e filogenético	2
1.3. Estudos palinológicos na família Bromeliaceae	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. Material	9
2.1.1. Lista dos espécimes estudados	10
2.2. Métodos	18
2.2.1. Microscopia óptica	19
2.2.1.1. Acetólise Láctica (ACLAC)	19
2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen	19
2.2.1.3. Análise de viabilidade	20
2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura	20
2.2.3. Microscopia eletrônica de transmissão	21
2.2.4. Tratamento estatístico	22
2.2.5. Ilustrações	22
2.2.6. Descrições polínicas	23
2.2.7. Terminologia	23
3. RESULTADOS	24
Subfamília Bromelioideae	24
<i>Acanthostachys</i> Klotzch	24
<i>Aechmea</i> Ruiz & Pav.	26
<i>Ananas</i> Miller	36
<i>Billbergia</i> Thunb.	41
<i>Edmundoa</i> Leme	46
<i>Fernseea</i> Baker	49
<i>Hohenbergia</i> Schult. & Schult. f.	52
<i>Neoregelia</i> L.B. Sm.	56
<i>Nidularium</i> Lem.	59
<i>Quesnelia</i> Gaudich.	71

<i>Wittrockia</i> Lindm.	76
Subfamília Pitcairnoideae	88
<i>Dyckia</i> Schult. & Schult. f.	88
<i>Pitcairnia</i> L'Hér.	91
Subfamília Tillandsioideae	97
<i>Catopsis</i> Griseb.	97
<i>Racineae</i> Spencer & L.B. Smith	99
<i>Tillandsia</i> L.	101
<i>Vriesea</i> Lindl.	103
Chave para as espécies de Bromeliaceae	114
4. DISCUSSÃO	117
Implicações Taxonômicas	129
A importância do padrão de abertura polínica	138
5. RESUMO	141
6. ABSTRACT	143
7. LITERATURA CITADA	145

1. Introdução

1.1. Caracterização geral

Bromeliaceae Juss. compreende, atualmente, 57 gêneros e 3.086 espécies (Luther 2006) com distribuição quase exclusivamente neotropical, com exceção de uma única espécie, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr., que ocorre na costa oeste do continente africano (Smith & Downs 1974).

Os principais centros de diversidade da família estão localizados na costa leste do Brasil, com 15 gêneros endêmicos (Smith 1955, Costa 2002) e no Escudo das Guianas, com seis gêneros endêmicos (Holst 1997). O Brasil abriga 80% dos gêneros de Bromeliaceae, sendo 22% restritos a este território (Forzza 2005).

A família desempenha importante papel ecológico, ocorrendo como epífitas obrigatórias ou facultativas (Wendt 1999) ou, ainda, como terrestres, saxícolas ou rupícolas, ou mais raramente em solos inundados (Scarano *et al.* 1997). A diversificação de hábitos, a roseta em forma de “tanque”, o reservatório de água e detritos orgânicos, a presença de tricomas epidérmicos absorventes e o mecanismo fotossintético do tipo CAM (Benzing 2000, Crayn *et al.* 2004) permitem que as bromélias explorem os mais variados habitats, submetidas a condições variáveis de intensidade luminosa e de umidade.

Algumas espécies epífitas apresentam padrão de distribuição espacial nas formações florestais; outras são xerófitas, em ambientes abertos, submetidas a estresse hídrico e exposição aos raios solares (Benzing 1987, Benzing 1990, Fischer & Araujo 1995, Reitz 1983). Outro fator relevante é o aspecto do habitat e a natureza do substrato que influenciam no padrão morfológico da planta (Rizzini 1997, Benzing 2000).

Os representantes de Bromeliaceae são herbáceos, incluindo plantas delicadas e de pequeno porte, como *Tillandsia loliacea* Mart. ex Schult. f., com alguns centímetros de comprimento, até plantas gigantes, como *Puya raimondii* Harms, encontrada nos Andes, que atinge mais de 10 metros de altura (Smith & Downs 1974, Reitz 1983). Apresentam caule em geral rizomatoso, curto e encoberto pelas bainhas foliares. Algumas espécies emitem longos estolões formando densas touceiras. As folhas estão dispostas, em geral, em roseta,

com bainhas imbricadas que permitem o armazenamento de água da chuva e detritos orgânicos (Reitz 1983). A inflorescência é vistosa, terminal ou lateral, sustentada por um escapo desenvolvido ou inconspícuo. As flores são hermafroditas, raramente monóicas, trímeras, com seis estames em dois verticilos; ovário varia de súpero a ínfero e a placentação geralmente é axial. O fruto é simples, cápsula ou baga, ou composto no gênero *Ananas*; e as sementes podem apresentar apêndices plumosos ou aliformes (Smith & Downs 1974, Reitz 1983, Wanderley & Moreira 2000).

Reitz (1983) destacou o elevado potencial econômico da família Bromeliaceae, especialmente pelo seu valor ornamental. Algumas espécies são utilizadas na indústria alimentícia, como *Ananas comosus* (L.) Merril (abacaxi), e na medicina popular, com *Bromelia antiacantha* Bertol. (caraguatá) utilizada para produção de xaropes contra tosse; *Tillandsia stricta* Solander (cravo-do-mato) com uso diurético, *Tillandsia usneoides* L. (barba-de-velho) de uso anti-reumático (Pio-Corrêa 1926, Reitz 1983). A espécie *Neoglaziovia variegata* (Arruda Camargo) Mez (caroá-verdadeiro) é fornecedora de fibras muito utilizadas no nordeste do Brasil (Pio-Corrêa 1931, Heywood 1979).

1.2. Breve histórico taxonômico e filogenético

Bromeliaceae foi, por muito tempo, considerada a única família da ordem Bromeliales (Cronquist 1981, Dahlgren *et al.* 1985, Chase *et al.* 1993) e suas principais sinapomorfias são os tricomas peltados e o estigma espiral-conduplicado, características morfológicas que sustentam a família como monofilética (Brown & Gilmartin 1984, Benzing 1990, Chase *et al.* 1993).

Atualmente, Bromeliaceae pertence à ordem Poales. Bremer *et al.* (2003), utilizando seqüenciamento molecular, relacionaram Bromeliaceae com Poales, posicionando-a no grupo informal das Comelinóides, as quais, estariam altamente relacionadas com a ordem Poales. Posteriormente, esta proposta foi confirmada com base em estudos cladísticos utilizando dados morfológicos e moleculares (Stevens 2001, APG 2003, Givnish *et al.* 2004).

Diferentes famílias foram apontadas como prováveis grupos relacionados com Bromeliaceae. Smith (1934) sugeriu Rapateaceae, família que apresenta padrão de

distribuição semelhante ao de Bromeliaceae, ambas ocorrendo na Guiana Venezuelana. Dahlgren *et al.* (1985), Gilmartin & Brown (1987) e Ranker *et al.* (1990), por outro lado, consideram Velloziaceae grupo irmão de Bromeliaceae com base em dados morfológicos. Os estudos mais recentes, tanto com base na análise molecular como morfológica, indicam que Typhaceae é grupo-irmão de Bromeliaceae, sendo Mayacaceae e Rapateaceae famílias com afinidades com Bromeliaceae, todas pertencentes à ordem Poales. Nesta ordem apenas Bromeliaceae e Typhaceae apresentam ovário ínfero e ocorrência de nectários septais (APG 2003, Givnish *et al.* 2004, Sajo *et al.* 2004).

Bromeliaceae foi descrita por Jussieu (1789) e a primeira monografia da família foi publicada por Beer (1857).

Mez (1891-1894) monografou a família na “Flora Brasiliensis” e, posteriormente publicou a “Monographie Phanerogamarum” (Mez 1896) e “Das Pflanzenreich” (Mez 1934-1935). A família foi subdividida em tribos por Grisebach (1865), Wittmack (1888) e Baker (1889). Harms (1930), em “Die Natürlichen Pflanzenfamilien”, considerou pela primeira vez a subdivisão da família em subfamílias.

Smith & Downs (1974, 1977, 1979) realizaram um amplo tratamento taxonômico de Bromeliaceae para Flora Neotropica, sendo considerada a obra mais completa até o momento para a família. Estes autores dividem a família em três subfamílias, Pitcairnioideae, Bromelioideae e Tillandsioideae, classificação tradicionalmente adotada. Os autores não utilizaram a divisão de tribos propostas por Grisebach (1865).

Estudos filogenéticos em Bromeliaceae têm revelado diferentes propostas quanto ao posicionamento das três subfamílias. Gilmartin & Brown (1987), utilizando dados morfológicos em uma análise cladística e fenética da família, concluíram que Bromelioideae e Tillandsioideae são grupos irmãos, enquanto Pitcairnioideae apresentou posição ancestral em relação às outras duas subfamílias. A posição ancestral de Pitcairnioideae já havia sido sugerida por outros autores como Smith (1934) e Brown & Gilmartin (1984).

As análises cladísticas com fragmentos do DNA do cloroplasto vêm sendo realizadas com o objetivo de definir a melhor filogenia para o grupo (Clark & Clegg 1990, Ranker *et al.* 1990, Terry *et al.* 1997, Horres *et al.* 2000, Crayn *et al.* 2004). Porém, até Givnish *et al.* (2004), nenhuma nova proposta para subdivisão da família havia sido feita. Givnish *et al.* (2004) discutem que, embora os estudos moleculares mantenham Tillandsioideae e Bromelioideae como monofiléticas, Pitcairnioideae continuaria sendo parafilética. Portanto

justifica a necessidade de Pitcairnioideae ser recircunscrita em seis subfamílias: Brocchinioideae, Lindmanioideae, Hechtioideae, Puyoideae, Navioideae e Pitcairnioideae. Até o momento, esta proposta está sendo utilizada como referência no Website de Filogenia das Angiospermas (Stevens 2001). A posição de Tillandsioideae como monofilética é reforçada por Barfuss *et al.* (2005) que a demonstraram claramente com base em análise combinada de dados moleculares.

A maior dificuldade na sistemática de Bromeliaceae refere-se à circunscrição genérica e infragenérica (Wanderley & Moreira 2000), especialmente na subfamília Bromelioideae. Diferentes conceitos genéricos e infragenéricos têm sido propostos na família em função do elevado polimorfismo dos gêneros, cujos limites são, muitas vezes, pouco evidentes. Em Bromelioideae, por exemplo, os conceitos dos gêneros *Canistrum* E. Morren e *Wittrockia* L.B. Sm. são controversos desde os trabalhos de Mez (1891-1894, 1896, 1934-1935) e no tratamento da Flora Neotropica de 1979, em que estes dois gêneros ora aparecem juntos em *Canistrum*, ora como gêneros distintos.

A adição de caracteres para o esclarecimento dos limites genéricos em Bromeliaceae é fundamental, conforme recomendam Wanderley & Moreira (2000). As autoras destacam a importância do uso de dados das diversas áreas da botânica para uma análise mais consistente dos caracteres morfológicos diagnósticos.

A análise de dados moleculares tem contribuído para a taxonomia e a filogenia da família, porém muitos problemas e lacunas ainda persistem. Utilizando marcadores moleculares, Terry *et al.* (1997) discutiram as possíveis relações filogenéticas de alguns gêneros cuja circunscrição é problemática. Entretanto, os dados moleculares não devem ser analisados isoladamente, sendo recomendável uma interpretação da filogenia da família com o uso combinado de dados moleculares e morfológicos, conforme destacaram Brown & Leme (2000).

Brown & Leme (2000) realizaram uma análise cladística com uso de dados morfológicos, utilizando um grupo de gêneros que emergiram como monofiléticos (*Canistrum*, *Canistropsis* (Mez) Leme, *Edmundoa* Leme, *Neoregelia* L.B. Sm., *Nidularium* Lem. e *Wittrockia*) na análise realizada por Terry *et al.* (1997), utilizando o gene do cloroplasto *ndhF*. Brown & Leme (2000) discutiram a posição de Terry *et al.* (1997) e discordaram da monofilia destes gêneros. Entretanto, apesar da abordagem ampla de caracteres utilizados por Brown & Leme (2000) na matriz de dados, eles observaram a

necessidade de ampliação destes estudos, especialmente se for considerada a grande plasticidade de caracteres naqueles gêneros, o que dificulta a escolha dos mesmos.

Faria *et al.* (2004) analisaram nove gêneros de Bromelioideae relacionados a *Aechmea* Ruiz & Pavon utilizando 71 caracteres morfológicos. Concluíram que, devido ao frágil suporte interno dos clados, não foram verificados novos rearranjos taxonômicos, reconhecendo a necessidade de uma análise combinada com dados moleculares para melhor avaliação da filogenia do grupo.

Posteriormente, na sua tese de doutorado, Faria (2006) realizou a análise combinada dos caracteres morfológicos e moleculares, para avaliar o provável monofiletismo de *Aechmea* subg. *Macrochordion* (De Vriese) Baker e para analisar as possíveis relações de parentesco com outros subgêneros de *Aechmea*. Apesar da análise molecular não ter confirmado o monofiletismo do subgênero, a análise combinada e morfológica foram congruentes ao sugerirem que *Aechmea* subg. *Macrochordion* é monofilética.

Além dos trabalhos de filogenia acima mencionados, vários outros foram apresentados para a família como um todo, entretanto ainda existem muitas lacunas para a compreensão da taxonomia e filogenia de Bromeliaceae.

1.3. Estudos palinológicos na família Bromeliaceae

A importância de estudos taxonômicos aliados a outras áreas da botânica, como anatomia, palinologia, bioquímica, citogenética e molecular tornaram-se imprescindíveis para verificar e definir os grupos naturais na família e podem auxiliar a elucidar a complexa circunscrição genérica atual em Bromeliaceae.

Lorscheitter (2006), com base nos novos sistemas filogenéticos em angiospermas (APG 1998, 2003), ressaltou a importância da condição primitiva do grão de pólen monossulcado nas monocotiledôneas e nas dicotiledôneas primitivas, caráter este que difere das eudicotiledôneas (monofiléticas), que possuem grãos de pólen tricolpados ou derivados, uma condição considerada apomórfica. No entanto, as monocotiledôneas e dicotiledôneas basais (Magnoliídeas), que apresentam grãos de pólen monossulcados, possuem este caráter como pleisiomórfico nas angiospermas.

Harley & Zavada (2000) ressaltaram o valor das características dos grãos de pólen das monocotiledôneas em análises filogenéticas, propondo alguns caracteres polínicos (tipo de abertura, forma, simetria e polaridade, ultraestrutura da esporoderme, microsporogênese e dispersão) para o uso de análises cladísticas.

Furness & Rudall (2001) relacionaram dados polínicos e estudos de antera das monocotiledôneas em análises filogenéticas recentes, inferindo estas características em cladogramas (APG 1998, Chase *et al.* 2000). Nesse trabalho os grãos de pólen inaperturados ou aperturados foram colocados nos níveis hierárquicos mais altos (subclasse e ordem) das monocotiledôneas. Os autores concluíram que estas características são altamente significantes em vários clados das monocotiledôneas determinando níveis hierárquicos genéricos.

O aparecimento de grãos de pólen triaperturados em algumas monocotiledôneas e dicotiledôneas basais, segundo Harley (2004), representa uma condição derivada. A autora destaca a importância do número e tipo de aberturas e da polaridade quando comparadas com as eudicotiledôneas na relação filogenética das angiospermas.

A morfologia e a ultraestrutura polínica têm oferecido importantes dados na resolução de problemas taxonômicos auxiliando na melhor delimitação genérica e específica (Moreira *et al.* 2005). Entretanto, o conhecimento dos caracteres polínicos nesta família ainda é relativamente fragmentário.

A morfologia polínica foi utilizada na sistemática de Bromeliaceae a partir de Mez (1891-1894). Com base no tipo de abertura dos grãos de pólen, Mez (1934-1935) dividiu as Bromeliaceae em três subfamílias: Pitcairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae. Este autor utilizou, ainda, as aberturas na divisão de Bromelioideae, considerando as tribos “Integrae”, com grãos de pólen inaperturados; “Poratae”, com grãos porados e “Sulcatae”, com grãos sulcados. Pitcairnioideae e Tillandsioideae foram consideradas estenopolínicas com grãos de pólen monocolpados ao contrário de Bromelioideae que foi considerada euripolínica.

A partir de 1970 surgiram vários trabalhos utilizando microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura com espécies de Bromeliaceae. Dentre eles, destaca-se o de Ehler & Schill (1973) que estudaram os grãos de pólen de 217 espécies, incluídas em 39 gêneros, através da microscopia óptica e eletrônica de varredura, confirmando que a subfamília Bromelioideae é euripolínica e as subfamílias Pitcairnioideae e Tillandsioideae

são estenopolínicas. Os autores classificaram os grãos de pólen de Bromeliaceae em três tipos de acordo com o padrão de abertura e a ornamentação da exina; o tipo *Cryptanthus* Otto & A. Dietrich com grãos de pólen monocolpados em que os colpos são mais ou menos irregulares, o tipo *Tillandsia* L. com grãos de pólen também monocolpados em que os colpos são quase tão longos quanto o tamanho do pólen e o tipo *Aechmea* com grãos de pólen bi a poliporado.

Erdtman & Praglowski (1974) investigaram os grãos de pólen de 125 espécies, incluídas em 40 gêneros da família Bromeliaceae, os quais foram subdivididos em dois grupos, um formado pelos grãos de pólen monocolpados e outro, pelos grãos porados.

Wanderley & Melhem (1991) estudaram os grãos de pólen de 30 espécies incluídas em nove gêneros da família Bromeliaceae da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga em São Paulo. Apesar das subfamílias Pitcairnioideae e Tillandsioideae serem estenopolínicas, apresentando grãos de pólen monocolpados, as autoras conseguiram diferenciar as espécies estudadas e elaboraram chaves dicotômicas para os gêneros *Tillandsia* e *Vriesea* Lindl.

Halbritter (1992) estudou 31 gêneros e 338 espécies de Bromeliaceae em microscopia eletrônica de varredura, dando uma visão geral, especialmente da morfologia da abertura, sem, entretanto, apresentar medidas dos grãos de pólen e descrições das espécies. Da mesma forma, Halbritter & Hesse (1993) investigaram a morfologia dos sulcos em 12 famílias de monocotiledôneas incluindo sete espécies de Bromeliaceae. Halbritter & Till (1998) apresentaram um estudo em microscopia eletrônica de varredura, da morfologia polínica de um complexo de gêneros afins da subfamília Bromelioideae, incluindo *Aechmea*, *Canistrum*, *Neoregelia*, *Nidularium* (inclusive *Canistroopsis*) e *Witrockia*.

No Brasil, foram realizados trabalhos de morfologia polínica de Bromeliaceae para auxiliar na delimitação taxonômica de gêneros e espécies de algumas floras regionais. Sousa *et al.* (1997) estudaram a morfologia dos grãos de pólen de 10 espécies do gênero *Aechmea* do Estado de Pernambuco. Forzza & Wanderley (1998) analisaram os grãos de pólen de oito espécies de *Dyckia* Schult. & Schult. f., *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. e *Pitcairnia* L'Hér. da subfamília Pitcairnioideae da Serra do Cipó, Minas Gerais. Tardivo & Rodrigues (1998) investigaram a morfologia dos grãos de pólen de cinco espécies somente sob microscopia eletrônica de varredura, dos gêneros *Nidularium* e *Canistrum* do Estado do

Paraná. Vieira (1999) estudou os grãos de pólen de 11 espécies do gênero *Quesnelia* Gaudich. do Estado do Rio de Janeiro.

Souza *et al.* (2004) realizaram um estudo polínico de espécies das subfamílias Pitcairnioideae e Tillandsioideae ocorrentes na restinga de Carapebus, Estado do Rio de Janeiro, verificando certa diferença entre as espécies do gênero *Tillandsia* em relação a características de ornamentação e dados quantitativos.

Moreira *et al.* (2005), no estudo polínico de *Neoregelia* e *Nidularium* do Estado de São Paulo, verificaram que esses gêneros apresentam grãos de pólen com abertura biporada e exina reticulada, permitindo destacar a importância da morfologia dos grãos de pólen.

A morfologia polínica foi analisada em algumas teses de doutorado envolvendo a família Bromeliaceae para complementar as características morfológicas das espécies e melhor delimitar circunscrições genéricas e infra-genéricas. Dessa forma, Tardivo (2002) analisou a morfologia polínica de algumas espécies do gênero *Tillandsia* subgênero *Anoplophytum* (Beer) Baker, em que os grãos apresentaram aberturas colpadas do tipo opérculo ou ínsula. Costa (2002) estudou cinco táxons pertencentes a um complexo de espécies relacionadas à espécie *Vriesea paraibica* Wawra, observando um tipo de colpo ornamentado nos espécimes analisados. Coffani-Nunes (2004) investigaram sete espécies, todas pertencentes ao gênero *Portea* Brong. ex K. Koch, exceto uma que pertencia anteriormente ao gênero e havia sido recentemente transferida para o gênero *Canistrum*; todas as espécies mostraram-se pantoporadas, apresentando quatro a 14 aberturas. Sousa (2004) analisou 15 espécies de *Aechmea* subgênero *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, sendo que, das espécies estudadas, apenas uma apresentou abertura 2 a 3-porada, sendo o subgênero *Chevaliera* bem delimitado pela abertura monocolpada dos grãos de pólen. Forzza (2005) descreveu algumas características polínicas quanto ao tipo de abertura monocolpada e exina reticulada do gênero *Encholirium* que pertence à subfamília Pitcairnioideae.

Na tentativa de melhorar a sistemática da família Bromeliaceae e contribuir para uma melhor delimitação genérica e específica de alguns grupos de difícil circunscrição, foi investigada no presente trabalho a morfologia polínica de 55 espécies, distribuídas em 17 gêneros da família Bromeliaceae no Estado de São Paulo.

2. Material e Métodos

2.1. Material

Foram estudados os grãos de pólen de 55 espécies, pertencentes a 17 gêneros da família Bromeliaceae do Estado de São Paulo. As espécies foram selecionadas a partir do estudo da Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, espécies estas com problemas de delimitação taxonômica.

O estudo da morfologia polínica foi feito com o uso preferencialmente de material obtido em expedições recentes e da coleção viva do Instituto de Botânica. Na ausência de material fresco (plantas vivas) foi utilizado material seco (herborizado) procedentes de exsicatas dos seguintes herbários, cujos acrônimos seguem o *Index Herbariorum* (Holmgren & Holmgren 1998):

ESA - Herbário, Departamento de Botânica, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

HB - Herbarium Bradeanum, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

PMSP - Herbário, Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, SP.

RB - Herbário, Instituto de Pesquisas, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

R - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ.

SP - Herbário do Estado “Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo”, Instituto de Botânica, São Paulo, SP.

SPF - Herbário, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo, São Paulo (SP).

SPSF - Herbário D. Bento Pickel, Seção de Madeiras e Produtos Florestais, Instituto Florestal, São Paulo, SP.

UEC - Herbário, Departamento de Botânica, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

UNISA - Herbário da Universidade Santo Amaro, São Paulo, SP. Não indexado.

Para cada espécie foram analisados, sempre que possível, até cinco espécimes para confirmação dos dados obtidos, destes, um foi utilizado como material padrão, para caracterização da morfologia polínica, medidas e ilustrações e os demais espécimes foram utilizados como materiais de comparação.

Na escolha do material padrão o material fresco teve preferência, seguida dos materiais secos de coletas mais recentes, devido a grande fragilidade da exina dos grãos de pólen da família Bromeliaceae que quando submetidos a acetólise podem apresentar deformação. Tanto o material coletado em expedições, quanto em cultivo foram incorporados ao Herbário do Estado “Maria Eneyda P. K. Fidalgo”. O material padrão foi indicado por um asterisco na listagem abaixo.

2.1. Lista dos espécimes estudados

Subfamília Bromelioideae

Gênero *Acanthostachys* Klotzch

Acanthostachys strobilacea (Schult. & Schult. f.) Klotzch: BRASIL. SÃO PAULO: Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, 17-XI-1980, *A. Custodio Filho* 410 (SP); idem, Martinho Prado, Reserva Biológica da Fazenda Campininha, 27-I-1981, *M. Sugiyama & W. Mantovani* 80 (SP); idem, 12-II-2000, *S. Kanashiro et al. s.n.* (SP366799)*.

Gênero *Aechmea* Ruiz & Pavon

Subgênero *Aechmea*

Aechmea phanerophlebia Baker: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, 3-V-2006, *S.L. Proença* 222 (SP)*; Bocaina, IV-2000, *S.L. Proença* 180 (SP).

Subgênero *Ortgiesia* (Regel) Mez

Aechmea caudata Lindm.: BRASIL. SÃO PAULO: Itanhaém, 12-IV-1996, *V.C. Souza et al.* 11022 (SP); idem, Ilha da Queimada Grande, 5-IV-1920, *A. Amaral &*

Domingues 21A (SP); Praia Grande, Forte Itaipu, 4-IV-2006, *S.E. Martins et al. 921* (SP)*, Santos, Prainha, 9-IX-1939, *A. Gehrt s.n.* (SP41659).

Aechmea coelestis (K. Koch) E. Morren: BRASIL. SÃO PAULO: São Sebastião, Ilha Bela, 15-IX-2004, *M.G.L. Wanderley & C. Ameixeiro 2452* (SP)*; Ubatuba, Picinguaba, 2-II-1996, *H.F. Leitão Filho 34280* (SP).

Aechmea cylindrata Lindm.: BRASIL. SÃO PAULO: Boracéia, 21-XI-1940, *L. Silva s.n.*, (SP48736); Embu-Guaçu, XI-1951, *A.S. Pires s.n.* (SP51109); Juquitiba, 4-XII-1978, *O. Handro 2290* (SP)*; São Sebastião, XII-1953, *O. Handro 381* (SP); s.m., s.d., *F.C. Hoehne s.n.* (SP36834).

Aechmea organensis Wawra: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 16-VIII-2004, *S.E. Martins 884* (SP); Cananéia; Ilha do Cardoso, 3-VI-2005, *S.E. Martins 895* (SP)*; Cunha, 23-VI-2006, *S.E. Martins 952* (SP); Ribeirão Grande, 4-VIII-2004, *M.G.L. Wanderley 2454* (SP); São Miguel Arcanjo, Parque Estadual Carlos Botelho, 1-X-1999, *G. Martinelli & M.G.L. Wanderley 15772* (SP); Ribeirão Grande, 4-VIII-2004, *M.G.L. Wanderley 2453* (SP); Salesópolis, 5-IX-1994, *L. Rossi et al. 1657* (SP)*.

Aechmea sp.: BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Capital, s.d., *O. Handro s.n.* (SP40209); Tapiraí, VII-2004, *P. Fratin s.n.* (SP382077)*.

Subgênero *Pothuava* (Baker) Baker

Aechmea bocainensis E. Pereira & Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Cunha, 23-VI-2006, *S.E. Martins 948* (SP); São Luiz do Paraitinga, 13-X-1999, *G. Martinelli et al. 15926* (RB)*.

Aechmea ornata Baker: BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Curucutu, 6-VII-2000, *P. Affonso et al. 448* (UNISA)*; Tapiraí, 3-V-2005, *M.G.L. Wanderley 2460* (SP).

Aechmea pectinata Baker: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 3-II-2004, *B.A. Moreira et al. 234* (SP)*; Caraguatatuba, 26-I-2004, *B.A. Moreira et al. 232* (SP).

Aechmea vanhoutteana (Van Houtte) Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Pindamonhangaba, Eugênio Lefevre, X-1961, *M. Kuhlmann s.n.* (SP59101); Queluz, 7-IX-2004, *S.E. Martins 870* (SP)*.

Gênero *Ananas* Miller

Ananas fritzmuelleri Camargo: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 10-XII-2003, *I. Borges 102* (SP)*; idem, *I. Borges 101* (SP); Caraguatatuba, 24-VII-1939, *F.C. Hoehne & A. Gehrt s.n.* (SP41321).

Gênero *Billbergia* Thunb.

Subgênero *Billbergia*

Billbergia nutans H. Wendl. ex Regel: BRASIL. PARANÁ: s.m., VIII-2003, *R.C. Tardivo s.n.* (SP382085). SÃO PAULO: Bonsucesso do Itararé, Lagoinha para Barra do Chapéu, 3-VI-1994, *V.C. Souza et al.* 6083 (SP)*.

Subgênero *Helicodea* (Lem.) Baker

Billbergia porteana Brongn. ex Beer: BRASIL. SÃO PAULO: Magda, 17-X-1995, *L.C. Bernacci et al.* 1752 (SP); Mogi-Guaçu, 3-II-1955, *M. Kuhlmann s.n.* (SP54722)*.

Billbergia zebrina (Herb.) Lindl.: BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, 28-VI-1956, *M. Kuhlmann 3874* (SP)*; Ubatuba, Trilha do Camburi, Km 1 da Rodovia Rio-Santos, 14-IV-1994, *A. Furlan et al.* 1397 (SP)*.

Gênero *Edmundoa* Leme

Edmundoa ambigua (Wand. & Leme) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Reserva Florestal, 13-II-1989, *M.G.L. Wanderley 282* (SP); São Paulo, cultivado no Instituto de Botânica (n. 28), 2-II-2005, *B.A. Moreira s.n.* (SP374433)*.

Edmundoa lindenii (Regel) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 20-III-2005, *S.E. Martins 922* (SP)*; Cananéia, 25-II-1983, *J.R. Pirani & O. Yano 563* (SP).

Edmundoa perplexa (L.B. Sm.) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Ubatuba-Taubaté, Alto da Serra, I-1996, *J.C. Silva s.n.* (HB77845)*; São Paulo, Jardim Botânico de São Paulo, 16-XII-2004, *B.A. Moreira s.n.* (SP374427).

Gênero *Fernseea* Baker

Fernseea bocainensis E. Pereira & Moutinho: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, 1-XI-1993, *E.L.M. Catharino* 2064 (SP); Bocaina, 30-IX-2004, *C. Ameixeiro s.n.* (SP374423)*; Serra da Bocaina, 10-VIII-1980, *S. Gurken* 13 (HB).

Fernseea itatiaiae (Wawra) Baker: BRASIL. SÃO PAULO: Cruzeiro, 4-VI-1995, *A.M. Giulietti et al.* 1093 (SP)*; Piquet. Marins, 23-IX-2006, *T.T. de Lima* 114 (SP).

Gênero *Hohenbergia* Schult. &Schult. f.

Hohenbergia augusta (Vell.) E. Morren: BRASIL. SÃO PAULO: Iporanga, 4-VI-2005, *S.E. Martins & S.L. Pompéia* 894 (SP)*; idem, 12-VIII-2006, *S.E. Martins* 956 (SP).

Gênero *Neoregelia* L.B. Sm.

Neoregelia concentrica (Vell.) L.B. Sm.: BRASIL. SÃO PAULO: s.m., cultivado no Instituto de Botânica (n. 36), 3-X-2005, *B.A. Moreira s.n.* (SP382079)*.

Neoregelia johannis (Carrière) L.B. Sm.: BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, 11-XII-1993, *M. Sazima & I. Sazima* 30200 (SP); Ubatuba, 12-X-1999, *B.C. Mateo et al.* 526 (SP); idem, Instituto Agrônômico, núcleo Ubatuba, 30-VIII-2004, *B.A. Moreira et al.* 260 (SP)*; idem, Picinguaba, s.d., *C. Figueiredo s.n.* (R197368).

Neoregelia laevis (Mez) L.B. Sm.: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, 3-X-2005, *G. Martinelli* 15873 (SP)*; Sete Barras, VIII-1992, *M.G.L. Wanderley* 2057 (SP).

Neoregelia marmorata (Baker) L.B. Sm.: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 3-II-2004, *B.A. Moreira* 240 (SP)*; cultivado no Instituto de Botânica (s.n.), 3-X-2005, *B.A. Moreira s.n.* (SP382082).

Gênero *Nidularium* Lem.

Subgênero *Canistropsis* Mez

Nidularium exiguum (E. Pereira & Leme) B.A. Moreira, Wand. & G. Martinelli (comb. inéd.): BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, 19-X-2000, *M.G.L. Wanderley* 2339 (SP); São Sebastião, Boiçucanga, 7-I-2004, *B.A. Moreira & V.C.C. Oliveira* 227 (SP)*; idem, 27-I-2004, *I.F. Borges & B.A. Moreira* 8 (SP).

Subgênero *Nidularium* Lem.

Nidularium albiflorum (L.B. Sm.) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Cubatão, Parque Caminhos do Mar, 23-IV-1991, *E.M.C. Leme et al.* 1740 (RB); Juquitiba, IX-1994, *R. Menescal & H. Mercier s.n.* (HB73861); São Paulo, cultivado no Instituto de Botânica (s.n.), 18-IV-2004, *B.A. Moreira s.n.* (SP367805)*.

Nidularium amazonicum (Baker) Linden & E. Morren ex Lindm.: BRASIL. PARANÁ: Guaraqueçaba, 9-III-2000, *G. Gatti & A.L.S. Gatti* 625 (SP). SÃO PAULO: Ribeirão Grande, Fazenda Intervales, 25-VIII-1992, *M.G.L. Wanderley* 1998 (SP); idem, 25-VIII-1992, *M.G.L. Wanderley et al.* 2000 (SP)*; Sete Barras, 10-14-V-1993, *S. Kanashiro s.n.* (SP340274); Tapiraí, 27-V-2005, *S.E. Martins* 893 (SP).

Nidularium antoineanum Wawra: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal. Sede da Probocaina, cultivado no Instituto de Botânica (n. 543), 30-V-1992, *E.L.M. Catharino s.n.* (SP 357446)*; Cunha, 21-VI-2006, *S.E. Martins* 939 (SP).

Nidularium bocainense Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, *E.L.M. Catharino s.n.* (SP340275); Bocaina, cultivado no Instituto de Botânica (s.n.), 2-II-2005, *B.A. Moreira s.n.* (SP374434)*; Cunha, 22-VI-2006, *S.E. Martins* 947 (SP).

Nidularium campos-portoi (L.B. Sm.) Wand. & B.A. Moreira: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, Vale do Rio Paca, cultivado no Instituto de Botânica (n. 504 D8), 2-II-2005, *E.L. M. Catharino s.n.* (SP374435); s.m., cultivado no Instituto de Botânica de São Paulo (n. 86), *B.A. Moreira & V.S. Oliveira* 209 (SP)*.

Nidularium corallinum (Leme) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, cultivado no Instituto de Botânica (n. 540), 10-V-1995, *E.L.M. Catharino s.n.* (SP340279)*; Biritiba-Mirim, 10-V-1984, *A. Custodio Filho* 2399 (SPSF).

Nidularium longiflorum Ule: BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, 19-X-2000, *M.G.L. Wanderley et al.* 2340 (SP)*; Ubatuba, Laranjeiras, 31-I-1996, *H.F. Leitão Filho et al.* 34293 (SP); idem, Km 13 da Rodovia Rio Santos, 15-IV-1994, *A. Furlan et al.* 1480 (SP); idem, 28-VI-1956, *M. Kuhlmann* 3848 (SP).

Nidularium marigoï Leme: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Itatiaia, divisa com Minas Gerais, VIII-1986, *E.M.C. Leme* 937 (HB). SÃO PAULO: Piquete, estrada para o Morro do Ataque - Sanatório, 23-XII-2004, *B.A. Moreira & S.E. Martins* 251 (SP)*; idem, Trilha dos Marins, 23-XII-2004, *B.A. Moreira* 248a (SP).

Nidularium minutum Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Santo André, Reserva Biológica Alto da Serra de Paranapiacaba, 20-XI-1995, *S. Kanashiro s.n.* (SP339607); idem, 13-I-2000, *M.G.L. Wanderley et al. 2323* (SP); idem, 13-I-2000, *T.B. Guimarães et al. 2* (SP); idem, 10-II-2004, *B.A. Moreira et al. 243* (SP)*.

Nidularium picinguabense Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Ubatuba-Taubaté, 11-VIII-1995, *E.M.C. Leme et al. 3202* (HB); Ubatuba, Instituto Agrônômico, núcleo Ubatuba, 30-VIII-2004, *B.A. Moreira et al. 257* (SP)*; idem, 30-VIII-2004, *B.A. Moreira et al. 258* (SP).

Nidularium rubens Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Santo André, Reserva Biológica Alto da Serra de Paranapiacaba, 13-I-2000, *M.G.L. Wanderley 2326* (SP); idem, 10-II-2004, *B.A. Moreira et al. 242* (SP)*; idem, 10-II-2004, *B.A. Moreira et al. 244* (SP); São Paulo, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Curucutu, 13-XII-1997, *R.J.F. Garcia et al. 1444* (PMSP); idem, Parelheiros, 17-19-I-1996, *Ferreira 30* (SP).

Nidularium rutilans E. Morren: BRASIL. SÃO PAULO: Cunha, Parque Estadual Cunha, 30-XI-2004, *S.E. Martins et al. 878* (SP); idem, 30-XI-2004, *S.E. Martins et al. 880* (SP)*; Sete Barras, Fazenda Intervalos, cultivado no Instituto de Botânica (nº 401), 10-14-V-1993, *S. Kanashiro s.n.* (SP386719).

Gênero *Quesnelia* Gaudich.

Subgênero *Quesnelia*

Quesnelia arvensis (Vell.) Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Ilha do Cardoso, restinga de Itacuruçá, 15-III-1978, *D.A. De Grande et al. 40* (SP); idem, 22-VIII-1979, *C.F.S. Muniz & A. Custodio Filho, 116* (SP); idem, 8-X-1980, *M.G.L. Wanderley 233* (SP); idem, Ilha Comprida, 8-IX-1994, *P.H. Miyagi et al. 196* (SP); Ubatuba, Instituto Agrônômico, núcleo Ubatuba, 30-VIII-2004, *M.G.L. Wanderley & B.A. Moreira 2443* (SP)*.

Quesnelia testudo Lindm.: BRASIL. SÃO PAULO: Santo André, Paranapiacaba, Estação Biológica Alto da Serra, 4-II-1921, *F.C. Hoehne s.n.* (SP7542); São Sebastião, Barra do Una, 24-IX-1962, *J. Mattos 10613* (SP); Ubatuba, IX-2004, *M.G.L. Wanderley & C. Ameixeiro 2451* (SP)*.

Subgênero *Billbergiopsis* Mez

Quesnelia marmorata (Lem.) R.W. Read: BRASIL. SÃO PAULO: Bertioga, 29-XII-1974, *O. Handro* 2267 (SP); Caraguatatuba, 6-I-1957, *M. Kuhlmann* 4074 (SP); Cubatão e Santos, 17-I-1940, *A. Gehrt s.n.* (SP42196); Ubatuba. Pico do Corcovado, 30-IV-2000 a 1-V-2000, *R.A. Alves* 20 (SP)*.

Quesnelia violacea Wand. & S.L. Proença: BRASIL. SÃO PAULO: Ribeirão Grande, Parque Estadual da Fazenda Intervales, 9-V-1997, *M.G.L. Wanderley et al.* 2240 (SP); s.m., cultivada no Instituto de Botânica (n. 1679), V-2005, *B.A. Moreira s.n.* (SP382078)*.

Gênero *Wittrockia* Lindm.

Wittrockia cyathiformis (Vell.) Leme: BRASIL. SÃO PAULO: Campos do Jordão, Parque Estadual de Campos de Jordão, Trilha da Cachoeira, 2-VII-2004, *B.A. Moreira* 252 (SP)*; idem, 2-VII-2004, *B.A. Moreira* 253 (SP); idem, Trilha da Celestina, 2-VII-2004, *B.A. Moreira* 255 (SP).

Wittrockia superba Lindm.: BRASIL. SÃO PAULO: Alto da Serra, 18-VIII-1939, *M. Foster & R. Foster* 359 (SP); Entre Caraguatatuba e Ubatuba, Maranduba, III-1964, *M. Mee s.n.* (SP78691)*; Iguape, Estação Ecológica Juréia-Itatins, trilha para Cachoeira do Salto, 29-VII-1992, *S.A. Nicolau et al.* 395 (SP).

Subfamília Pitcairnioideae

Gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f.

Dyckia encholirioides (Gaudich.) Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Ilha do Cardoso, 8-X-1980, *M.G.L. Wanderley* 237 (SP); idem, 20-X-1981, *M. Fonseca* 493 (SP); idem, restinga da Praia de Marujá, 28-X-2005, *B.A. Moreira* 261 (SP)*; idem, 28-X-2005, *B.A. Moreira* 262 (SP).

Dyckia linearifolia Baker: Brasil. BRASIL. SÃO PAULO: Mogi-Guaçu, Fazenda Campininha, 650 m alt. 3-X-1977, *S.L. Jung et al.* 105 (SP); Pirassununga, estrada Pirassununga-Emas, 23-IX-1980, *F. Barros* 398 (SP); idem, cerrado de Emas, e 22°02'05"S e 47°30'W, 8-IX-1994, *S. Aragaki & M. Batalha* 123 (SP)*.

Gênero *Pitcairnia* L'Hér.

Pitcairnia flammea Lindl.: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Mangaratiba, 22°59'51,1"S e 44°06'41,9"W, 14-IV-2006, L.M. Versieux & A.M. Calvente 272 (SP). SÃO PAULO: Parelheiros, Capivari, fazenda da SABESP, 23°56'08"S 46°40'49"W, 13-II-1995, *R.J.F. Garcia et al.* 532 (SP); São José do Barreiro, 13-III-1999, *L. Freitas* 598 (SP); São Sebastião, Parque Estadual da Serra do Mar, 6-II-2000, *A.M. Amorim et al.* 3279 (SP)*.

Subfamília Tillandsioideae

Gênero *Catopsis* Griseb.

Catopsis berteroniana (Schult. &Schult. f.) Mez: BRASIL. SÃO PAULO: Boracéia-Bertioga. Próximo ao oleoduto no Condomínio Morada da Praia, III-1999, *A.N. Neger s.n.* (SP335725); Cananéia, Ilha do Cardoso. Estrada da Captação, 6-IV-1988, *M.G.L. Wanderley et al.* 994 (SP); Peruíbe, próximo à divisa de Itanhaém, cultivado no Instituto de Botânica (n. 1277), 18-IX-2001, *A.D. Ichikawa s.n.* (SP)*.

Gênero *Racinaea* Spencer & L.B. Smith

Racinaea spiculosa (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm.: BRASIL. SÃO PAULO: Estrada BR116, acesso à Barra do Turvo, estrada para o bairro dos Barreiros, 8-II-1994, *H.F. Leitão Filho et al.* 32885 (UEC)*.

Gênero *Tillandsia* L.

Tillandsia aeranthos (Loisel.) L.B. Sm.: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: Vieira, próximo ao Rio Grande, 1-XI-1936, *W.A. Archer* 4304 (SP). SÃO PAULO: Ilhabela, Ilha dos Búzios, V-1964, *A.B. Joly s.n.* (SP79631)*.

Tillandsia crocata (E. Morren) Baker: BRASIL. SÃO PAULO: Itararé, Campo de altitude, estrada Itararé-Bonsucesso, 14-VIII-1989, *C.A.M. Scaramuzza* 456 & *V.C. Souza* 930 (ESA)*.

Gênero *Vriesea* Lindley

Vriesea brusquensis Reitz: BRASIL. SÃO PAULO: Santo André, Reserva biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, 23-II-1996, *S. Kanashiro s.n.* (SP370160); idem, 2-II-2004, *I. Cordeiro et al.* 2799 (SP)*.

Vriesea gamba Wawra: BRASIL. SÃO PAULO: Cananéia, Ilha do Cardoso, restinga do Pereirinha, 29-IV-1982, *L.S.R. Duarte* 32 (SP); idem, 3-VI-2004, *M.G.L. Wanderley et al.* 2440 (SP); idem, IV-1988, *M.G.L. Wanderley* 996 (SP)*; Ribeirão Grande, Parque Estadual Fazenda Intervalles, 9-V-1997, *M.G.L. Wanderley* 2232 (SP); idem, 13-V-1999, *V.S. Oliveira et al.* 1 (SP).

Vriesea pardalina Mez: BRASIL. MINAS GERAIS: Extrema, Serra do Lopo, trilha pela pedra das flores, VII-2006, *T.T. Lima* 109 (SP); Serra do Cipó, Santana do Riacho, 10-XII-2005, *M.G.L. Wanderley* 2473 (SP)*.

Vriesea simplex (Vell.) Beer: BRASIL. SÃO PAULO: Bertiooga, Rodovia BR101, Km 216, floresta de restinga, 21-VIII-1995, *S.L. Proença et al.* 69 (SP); idem, Praia do Itaguaré, 3-II-2004, *B.A. Moreira* 239 (SP)*; São Luiz do Paraitinga, Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Santa Virgínia, 23°20'45"S 45°09'19"W. 13-X-1999, *G. Martinelli et al.* 15921 (SP); São Sebastião, 27-I-2004, *B.A. Moreira et al.* 233 (SP).

2.2. Métodos

Para análise da morfologia polínica das espécies da família Bromeliaceae, foram coletadas pelo menos duas flores fechadas de cada espécime, próximas à antese, para obtenção de uma amostra significativa de material polínico de acordo com Salgado-Labouriau *et al.* (1965).

As flores coletadas no campo ou nas coleções vivas foram preparadas para os estudos em microscopia óptica e em microscopia eletrônica de varredura e transmissão. De todos os materiais foram retiradas duas a três anteras de cada flor, cujos grãos de pólen foram submetidos às técnicas de preparação adequadas, conforme descritas a seguir. Como em *Hohenbergia augusta* os grãos de pólen apresentaram-se heteromorfos nas lâminas preparadas, decidiu-se isolar uma antera a fim de verificar se esse heteromorfismo estava presente dentro da mesma.

2.2.1. Microscopia óptica

A análise dos grãos de pólen em microscopia óptica foi realizada através do tratamento com acetólise láctica (ACLAC) de Raynal & Raynal (1971). Esta técnica é normalmente utilizada quando os grãos de pólen se apresentam frágeis no tratamento com a acetólise de Erdtman (1960) e consiste na observação da saída do conteúdo citoplasmático do grão de pólen, sob o microscópio óptico. Essa técnica permite a visualização da ornamentação e da estrutura da exina (Melhem *et al.* 2003) e evita o amassamento que ocorre após a saída do conteúdo do pólen.

2.2.1.1. Acetólise Láctica (ACLAC)

Na preparação dos grãos de pólen para o estudo em microscopia óptica foi utilizada a técnica da acetólise láctica (ACLAC) a 60%. A mistura de ACLAC foi constituída de 10% de ácido sulfúrico, 30% de anidrido acético e 60% de ácido láctico.

Para o preparo das lâminas foi feito o tratamento acetolítico em duas a três anteras na própria lâmina. Para a montagem das lâminas foram utilizadas esferas de massa de modelar com menos de 1mm de diâmetro, postas entre a lâmina e a lamínula para evitar a compressão dos grãos de pólen com parede frágil (Reistma 1969) e finalmente lutadas com parafina.

2.2.1.2. Medidas dos grãos de pólen

Os grãos de pólen foram medidos até três dias após sua preparação (Wanderley & Melhem 1991) no microscópio binocular Olympus BX50 com auxílio de uma ocular micrométrica Olympus OSM-4 (10x) de fio móvel e com tambor giratório.

No material padrão foram obtidas medidas dos diâmetros equatoriais maior e menor, em vista polar, e diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial, de 25 grãos de pólen tomados ao acaso. Para as medidas dos demais caracteres como aberturas, lumens e paredes dos grãos de pólen, bem como dos diâmetros dos materiais de comparação, foram feitas, sempre que possível, 10 medidas. Os lumens dos grãos de pólen foveolados,

perfurados, microrreticulados e reticulados foram contados e medidos, na vista equatorial, de 10 grãos de pólen de cada espécie, em uma área pré delimitada de $50\mu\text{m}^2$, com o auxílio do programa Image Pro-Plus versão 3, para Windows.

Nos grãos de pólen 2-porados, nos gêneros *Aechmea*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Quesnelia* e *Wittrockia* que possuem uma face plana e outra convexa, foi difícil distinguir a vista polar da vista equatorial; neste caso a polaridade foi definida por comparação seguindo a relação apresentada por Wanderley (1984). Nos grãos de pólen 3-porados da espécie *Aechmea vanhoutteana*, foram feitas medidas do diâmetro equatorial em vista polar e do diâmetro polar e diâmetro equatorial em vista equatorial.

Foram consideradas para o tamanho das columelas, as seguintes classes de tamanho: curtas $< 2,4\ \mu\text{m}$, longas $2,5\text{-}3,9\ \mu\text{m}$, muito longas $> 4,0\ \mu\text{m}$.

2.2.1.3. Análise de viabilidade

Os grãos de pólen de *Hohenbergia augusta* foram submetidos a uma análise de viabilidade através do método do Carmim acético de Marks (1954, *apud* Dickison & Bell 1974) visando relacionar o heteromorfismo floral com a viabilidade dos grãos de pólen.

A técnica baseia-se na coloração do citoplasma dos grãos de pólen. Os grãos de pólen viáveis absorvem o carmim acético apresentando uma coloração púrpura, já os grãos de pólen não viáveis, nos quais o protoplasma está ausente ou em quantidade muito baixa, ficam transparentes por não absorverem o corante. Para o teste foram utilizadas anteras, de material fresco, que estavam fixadas em sílica gel; e, posteriormente, para retirada dos grãos de pólen, estas foram dissecadas em uma lâmina com uma gota de carmim acético. A partir dessa preparação foram contados aleatoriamente 100 grãos de pólen e calculada a porcentagem.

2.2.2. Microscopia eletrônica de varredura

A análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) teve como objetivo observar em detalhe a ornamentação da exina e a forma das aberturas dos grãos de pólen de pelo menos uma espécie de cada gênero, com exceção de *Ananas*, *Racinaea* e *Tillandsia* que não tiveram material satisfatório para análise. A técnica utilizada para o estudo da

morfologia polínica em microscopia eletrônica de varredura (MEV) seguiu Melhem *et al.* (2003), para grãos de pólen não acetolizados.

2.2.3. Microscopia eletrônica de transmissão

Para visualização perfeita da estratificação da exina de algumas espécies de Bromeliaceae foi utilizada a microscopia eletrônica de transmissão (MET). A técnica seguiu o protocolo de Martelli & Russo (1984) modificadodo pela PqC Silvia Regina Galleti, do Instituto Biológico, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, vinculada à Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo:

a. os grãos de pólen foram fixados em um pequeno tubo de ensaio com glutaraldeído 2,5% diluído em solução Tampão fosfato 0,1 M pH 7,2 (TF). A seguir foram centrifugados, por 10 minutos a 2.000 rpm, e conservados por 24 horas (no máximo por uma semana);

b. após esse período, nova centrifugação, por 10 minutos, foi realizada para a retirada do glutaraldeído;

c. a amostra foi lavada em TF, por duas vezes, sendo centrifugada, por 10 minutos a 2.000 rpm, em cada passagem;

d. a amostra foi pós-fixada em Tetróxido de Ósmio 1% em TF, por duas horas, em temperatura ambiente, seguida de nova centrifugação para retirada do fixador;

e. o material foi lavado, então, em água destilada, por três vezes, e centrifugado, por 10 minutos a 2.000 rpm, em cada passagem;

f. a seguir foi feita contração, *in bloc*, da amostra com Acetato de Uranila a 2,5%, por 12 horas, e posterior centrifugação, por 10 minutos a 2.000 rpm, para retirada do contrastante;

g. a desidratação da amostra foi realizada em série cetônica crescente. Nas concentrações de 50, 70, 90 e 100%; o material sofreu duas passagens de 10 minutos em cada concentração e três passagens de 15 minutos na acetona 100%. Em cada etapa, para se proceder a troca da solução de acetona, foi realizada centrifugação por 10 minutos a 2.000 rpm;

h. o material foi, então, colocado em cápsulas de plástico, destinadas a polimerização da resina, onde se deu o início da infiltração da amostra em resina através de

uma mistura de resina Spurr e acetona 100%, na proporção 1:1, em estufa a 37 °C por 12 horas, em rotação, com as cápsulas abertas para a evaporação da acetona;

i. posteriormente o material foi centrifugado por 10 minutos a 2.000 rpm e, então, substituído a mistura anterior por resina pura, na qual o material permaneceu por quatro horas em rotação em estufa a 37°C;

j. após as quatro horas e nova centrifugação, a cápsula foi preenchida por resina Spurr e coloca em estufa para a sua polimerização à 70 °C por 24 horas;

k. o bloco obtido foi seccionado em ultramicrotomo LKB III e os cortes selecionados depositados em tela de cobre recoberta por filme colódio e reforçado com carvão. As secções foram contrastadas em acetato de uranila 2,5% e citrato de chumbo;

l. o material foi, então, observado no microscópio eletrônico de transmissão.

2.2.4. Tratamento estatístico

Foram feitos tratamentos estatísticos e, dada a faixa de variação, sendo calculados: média aritmética ($\bar{x}$), desvio padrão da média ($s_{\bar{x}}$), desvio padrão da amostra (s) e o coeficiente de variabilidade (V). Nos casos em que foram tomadas apenas 10 medidas, calculou-se apenas a média aritmética. As comparações das médias foram feitas através da análise do intervalo de confiança (IC) a 95% (Vieira 1981). As tabelas foram feitas com todos os dados analisados de cada espécie e utilizado o pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows (2003), para a representação gráfica do intervalo de confiança a 95%.

2.2.5. Ilustrações

Os grãos de pólen acetolisados e preparados para exame em microscopia óptica foram fotografados digitalmente, com fotomicroscópio Olympus modelo BX50, acoplado a uma câmara de vídeo Sony, e microcomputador (PC) empregando o software Image Pro-plus, versão 3.0 para Windows. Os grãos de pólen não acetolisados foram fotografados digitalmente no microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo PHILIPS XL Series XL 20, S/W, ver. 5.21. No microscópio eletrônico de transmissão (MET) modelo PHILIPS EM 208, as imagens dos grãos de pólen não acetolisados foram registradas em chapas de celulóide e reproduzidas em papel fotográfico, sendo posteriormente

“escaneadas”. Todas as imagens foram, então, processadas digitalmente, para montagem das pranchas.

2.2.6. Descrições polínicas

As descrições polínicas das 55 espécies de Bromeliaceae estudadas do Estado de São Paulo seguiram a seqüência proposta por Barth & Melhem (1988) onde são considerados o tamanho, a polaridade e a forma dos grãos de pólen; o número e o tipo das aberturas e os aspectos da ornamentação e estrutura da exina. As descrições morfopolínicas serão apresentadas em ordem alfabética dentro das respectivas subfamílias, gêneros e subgêneros quando se aplicar, adotando-se a classificação de Smith & Downs (1974, 1977, 1979). As tabelas serão apresentadas ao final da descrição de cada gênero. As ilustrações serão apresentadas também após cada gênero com exceção dos gêneros *Acanthostachys*, *Aechmea*, *Ananas* que estão juntos após *Ananas*; *Quesnelia* e *Wittrockia* que virão após *Wittrockia*; *Dyckia* e *Pitcairnia* que virão após *Pitcairnia*; e *Catopsis*, *Racinaea*, *Tillandsia* e *Vriesea* que virão após *Vriesea*.

2.2.7. Terminologia

Foi utilizada a terminologia adotada por Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007).

3. Resultados

Subfamília Bromelioideae

Acanthostachys Klotzsch

Acanthostachys strobilacea (Schult. & Schult. f.) Klotzsch (figuras 1-4; tabelas 1-2)

Grãos de pólen de tamanho grande, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 2-porados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens geralmente arredondados, preenchidos por granulações e/ou báculos isolados ou soldados (figuras 2, 4); muros lisos, largos, raramente perfurados, perfurações circulares, pluricolumelados, columelas longas, sexina mais espessa que a nexina, teto com espessura igual à da nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura e no segundo foco em microscopia óptica (figuras 2, 4) a exina mostra a borda dos muros com reentrâncias irregulares entre columelas adjacentes.

Confrontando-se os grãos de pólen do materiais de comparação com o material padrão, observa-se que todos os valores dos diâmetros do espécime *M. Sugiyama* & *W. Mantovani* 80 encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão, enquanto no espécime *A. Custodio Filho* 410 as dimensões dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora do intervalo de confiança e da faixa de variação do material padrão por serem maiores.

Tabela 1. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Acanthostachys strobilacea*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	53,38-73,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$63,08 \pm 0,70$
	s (μm)	3,50
	V (%)	5,55
	IC (μm)	61,64-64,52
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	45,25-60,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$50,24 \pm 0,71$
	s (μm)	3,57
	V (%)	7,10
	IC (μm)	48,78-51,70
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	56,13-67,88
	$x \pm s_x$ (μm)	$62,06 \pm 0,72$
	s (μm)	3,58
	V (%)	5,77
	IC (μm)	60,58-63,54
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	39,25-52,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$46,77 \pm 0,68$
	s (μm)	3,38
	V (%)	7,23
	IC (μm)	45,37-48,17
Poro		
Comprimento	x (μm)	15,98
Largura	x (μm)	5,45
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	6-8
Diâmetro	Faixa de variação	1,77-12,97
Muro		
Largura	Faixa de variação	1,06-3,80
Exina	x (μm)	3,35
Sexina	x (μm)	2,76
Nexina	x (μm)	0,51
Teto	x (μm)	0,51

Tabela 2. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Acanthostachys strobilacea*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécie/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Acanthostachys strobilacea</i>				
<i>A. Custodio Filho 410</i>	76,14 ^c	61,85 ^c	75,80 ^c	58,15 ^c
<i>M. Sugiyama & W. Mantovani 80</i>	63,55 ^a	53,61 ^b	64,08 ^b	50,29 ^b

Aechmea Ruiz & Pav.

Subgênero *Aechmea*

Aechmea phanerophlebia Baker (figuras 5-8; tabelas 3-4)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3-4)-porados, poros pequenos; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos com contornos variáveis; muros ligeiramente curvos, com apêndices laterais, duplicolumelados, columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

O espécime padrão *S.L. Proença 222* apresentou 92% de grãos de pólen 2-porados, 7% de grãos de pólen 3-porados e 1% de grãos de pólen 4-porados.

Todos os valores dos diâmetros em vista polar e equatorial do espécime *S.L. Proença 180* encontram-se fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 3. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Aechmea phanerophlebia*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	34,50-43,00
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$39,06 \pm 0,42$
	s (μm)	2,10
	V (%)	5,38
	IC (μm)	38,19-39,93
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	26,25-34,13
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$30,53 \pm 0,39$
	s (μm)	1,96
	V (%)	6,43
	IC (μm)	29,73-31,33
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	37,63-43,13
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$40,66 \pm 0,31$
	s (μm)	1,53
	V (%)	3,76
	IC (μm)	40,02-41,30
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	26,38-30,88
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$27,79 \pm 0,24$
	s (μm)	1,19
	V (%)	4,27
	IC (μm)	27,30-28,28
Poro		
Comprimento	x (μm)	8,71
Largura	x (μm)	6,36
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	5-6
Diâmetro	Faixa de variação	0,79-5,96
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,37-2,08
Exina	x (μm)	5,50
Sexina	x (μm)	4,58
Nexina	x (μm)	0,98
Teto	x (μm)	1,33

Tabela 4. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Aechmea phanerophlebia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécie/espécime	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Aechmea phanerophlebia</i>				
<i>S.L. Proença 180</i>	48,95 ^c	40,08 ^c	48,51 ^c	35,46 ^c

Subgênero *Ortgiesia* (tabelas 5-8)

Aechmea caudata Lindm. (figuras 9-13)

Aechmea coelestis (K. Koch) E. Morren (figuras 14-18)

Aechmea cylindrata Lindm. (figuras 19-22)

Aechmea organensis Wawra (figuras 23-26)

Aechmea sp. (figuras 27-30)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3)-porados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos, arredondados a poligonais; muros lisos, retos, estreitos a largos (*A. coelestis*, *A. cylindrata*), simplescolumelados (*A. caudata*, *A. organensis*, *Aechmea* sp.), simples a duplicolumelados (*A. cylindrata*) ou pluricolumelados (*A. coelestis*), columelas curtas e longas (*A. caudata*), sexina mais espessa que a nexina.

Grãos de pólen 2(3)-porados ocorrem nos espécimes *L. Silva*, s.n., SP48736 (2 = 99%; 3 = 1%); *A.S. Pires* s.n., SP51109 (2 = 97%; 3 = 3%) de *A. cylindrata*; *M.G.L. Wanderley* 2453 (2 = 99%; 3 = 1%); *S.E. Martins* 884 (2 = 91%; 3 = 9%) de *A. organensis*; *O. Handro* s.n., SP40209 (2 = 98%; 3 = 2%) de *Aechmea* sp.

Confrontando os grãos de pólen dos materiais de comparação com os dos materiais padrão observa-se que:

a. em *A. caudata* nos espécimes *V.C. Souza* 11022, *A. Gehrt* s.n., SP41659 e *A. Amaral & Domingues* 21A os grãos de pólen apresentam tamanho bem distintos e estão fora da faixa de variação do material padrão;

b. nos espécimes de comparação, *H.F. Leitão Filho* 34280 de *A. coelestis*; *O. Handro* s.n., SP40209 de *Aechmea* sp.; *A.S. Pires* s.n., SP51109 e *F.C. Hoehne* s.n. SP36834 de *A. cylindrata*; *S.E. Martins* 952 e *G. Martinelli & M.G.L. Wanderley* 15772 de *A. organensis*, todas as medidas de todos os diâmetros estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão;

c. em *A. cylindrata* nos espécimes *L. C. Silva* s.n., SP48736 e *O. Handro* 381 apenas os valores do diâmetro polar em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão;

d. em *A. organensis*, nos espécimes *M.G.L. Wanderley 2454* e *S.E. Martins 884*, apenas os valores do diâmetro equatorial maior em vista polar estão fora da faixa de variação do material padrão, já no espécime *M.G.L. Wanderley 2453* os valores do diâmetro equatorial maior e menor, em vista polar, estão fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 5. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies do gênero *Aechmea* subg. *Ortgiesia*.

Espécies/Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Aechmea caudata</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	37,00-43,75	$40,67 \pm 0,32$	1,60	3,94	40,01-41,33
	Diâmetro Equatorial menor	26,88-34,13	$31,08 \pm 0,41$	2,05	6,60	30,23-31,93
VE	Diâmetro Equatorial	38,50-46,13	$42,48 \pm 0,46$	2,32	5,46	41,53-43,43
	Diâmetro Polar	27,50-31,88	$29,68 \pm 0,23$	1,14	3,85	29,21-30,15
<i>Aechmea coelestis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	35,63-45,63	$40,51 \pm 0,42$	2,09	5,17	39,64-41,38
	Diâmetro Equatorial menor	28,25-36,00	$32,73 \pm 0,34$	1,68	5,13	32,03-33,43
VE	Diâmetro Equatorial	35,00-46,75	$40,35 \pm 0,53$	2,64	6,55	39,26-41,44
	Diâmetro Polar	27,50-33,50	$30,64 \pm 0,27$	1,36	4,45	30,08-31,20
<i>Aechmea cylindrata</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	33,50-47,50	$38,73 \pm 0,64$	3,18	8,22	37,41-40,05
	Diâmetro Equatorial menor	26,88-47,13	$35,25 \pm 0,74$	3,72	10,56	33,73-36,77
VE	Diâmetro Equatorial	31,88-46,25	$39,16 \pm 0,65$	3,25	8,30	37,82-40,50
	Diâmetro Polar	29,75-39,13	$33,88 \pm 0,54$	2,69	7,94	32,77-34,99
<i>Aechmea organensis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	41,25-52,75	$45,03 \pm 0,59$	2,96	6,57	43,81-46,25
	Diâmetro Equatorial menor	32,13-45,38	$37,64 \pm 0,65$	3,24	8,62	36,30-38,98
VE	Diâmetro Equatorial	38,75-51,13	$44,10 \pm 0,63$	3,17	7,18	42,80-45,40
	Diâmetro Polar	29,88-40,38	$34,22 \pm 0,45$	2,25	6,56	33,29-35,15
<i>Aechmea</i> sp.						
VP	Diâmetro Equatorial maior	39,88-49,75	$46,54 \pm 0,47$	2,36	5,08	45,57-47,51
	Diâmetro Equatorial menor	32,38-38,38	$34,60 \pm 0,31$	1,53	4,43	33,96-35,24
VE	Diâmetro Equatorial	42,13-54,25	$47,42 \pm 0,57$	2,83	5,96	46,25-48,59
	Diâmetro Polar	31,00-38,13	$33,96 \pm 0,33$	1,65	4,86	33,28-34,64

Tabela 6. Medidas, em μm , das aberturas e camadas da exina das espécies do gênero *Aechmea* subg. *Ortgiesia*.

Espécies	Poros	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Aechmea coelestis</i>	14,20 x 8,83	3,66	2,55	0,84	0,93
<i>Aechmea caudata</i>	17,96 x 12,74	5,56	4,28	0,91	1,20
<i>Aechmea cylindrata</i>	19,19 x 12,91	4,09	2,85	0,93	0,99
<i>Aechmea organensis</i>	19,90 x 13,11	3,98	2,93	0,84	1,14
<i>Aechmea</i> sp.	17,18 x 12,91	4,70	3,39	1,15	1,19

Tabela 7. Medidas do retículo de *Aechmea* subg. *Ortgiesia*.

Espécies	Lúmen		Muro
	Número/50 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)
<i>Aechmea bocainensis</i>	18-31	0,61-2,17	0,41-1,54
<i>Aechmea caudata</i>	5-12	0,87-9,21	0,41-1,55
<i>Aechmea coelestis</i>	13-17	0,82-5,80	0,32-1,63
<i>Aechmea cylindrata</i>	8-20	0,71-4,67	0,41-1,45
<i>Aechmea organensis</i>	17-24	0,72-2,88	0,42-1,23
<i>Aechmea</i> sp.	5-9	0,91-7,25	0,42-1,29

Tabela 8. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Aechmea* subg. *Ortgiesia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Aechmea caudata</i>				
<i>A. Amaral & Domingues 21A</i>	46,28 ^c	43,15 ^c	46,14 ^c	39,31 ^c
<i>A. Gehrt s.n.</i> , SP41659	49,38 ^c	41,90 ^c	46,88 ^c	38,38 ^c
<i>V.C. Souza 11022</i>	45,36 ^c	38,39 ^c	46,49 ^c	36,79 ^c
<i>Aechmea coelestis</i>				
<i>H.F. Leitão Filho 34280</i>	43,34 ^b	33,76 ^b	40,44 ^a	31,11 ^a
<i>Aechmea cylindrata</i>				
<i>O. Handro 381</i>	36,64 ^b	31,83 ^b	36,51 ^b	29,20 ^c
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> , SP36834	39,63 ^a	33,34 ^b	40,73 ^b	33,18 ^a
<i>A.S. Pires s.n.</i> , SP51109	35,30 ^b	31,89 ^b	36,15 ^b	30,80 ^b
<i>L. Silva s.n.</i> , SP48736	35,66 ^b	30,15 ^b	34,73 ^b	28,61 ^c
<i>Aechmea organensis</i>				
<i>G. Martinelli & M.G.L. Wandeley 15772</i>	42,61 ^b	35,56 ^b	43,19 ^b	34,44 ^a
<i>S.E. Martins 884</i>	39,64 ^c	36,49 ^a	43,15 ^a	39,84 ^b
<i>S.E. Martins 952</i>	41,28 ^b	35,50 ^b	45,35 ^a	34,50 ^a
<i>M.G.L. Wanderley 2453</i>	33,99 ^c	31,88 ^c	36,26 ^c	32,60 ^b
<i>M.G.L. Wanderley 2454</i>	39,60 ^c	33,04 ^b	38,94 ^b	32,41 ^b
<i>Aechmea</i> sp.				
<i>O. Handro s.n.</i> , SP40209	43,79 ^b	38,29 ^b	43,00 ^b	35,94 ^b

Subgênero *Pothuava* (tabelas 9-11)

Aechmea bocainensis E. Pereira & Leme (figuras 31-35)

Aechmea ornata Baker (figuras 36-42)

Aechmea pectinata Baker (figuras 43-44)

Aechmea vanhoutteana (Van Houtte) Mez (figuras 45-51)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral e/ou radial em *A. vanhoutteana*, subisopolares, heteropolares (*A. bocainensis*, *A. ornata*), âmbito elíptico a ovalado (*A. ornata*), subtriangular a quadrangular (*A. vanhoutteana*), apresentam em geral contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpado (*A. bocainensis*, *A. ornata*), 2-porado (*A. pectinata*), 2-3(4)-porado (*A. vanhoutteana*), poros pequenos; exina semitectada, microrreticulada, heterobrocada, lumens lisos, largos, arredondados, muros lisos, retos, largos, raramente perfurados, simplecolumelados, columelas curtas; tectada, psilado-perfurada nas demais espécies; sexina mais espessa que a nexina.

Aechmea bocainensis apresenta colpo de contorno definido, aproximadamente do mesmo comprimento do diâmetro equatorial ou maior, neste último caso quando a abertura está voltada para baixo tem-se a impressão que o grão de pólen é 2-porado (figuras 31).

Os colpos dos grãos de pólen de *A. ornata* são muito frágeis, e durante o processo de ACLAC mostram-se, ainda, colpados, mas após 15 minutos verifica-se que os colpos começam a perder sua característica de 2:1, distendendo-se e transformando-se em poro, o que pode gerar confusão quando se define as aberturas.

Quanto ao número de aberturas registrou-se em *A. vanhoutteana* 54% de grãos de pólen 2-porados, 45% de 3-porados (a terceira abertura ligeiramente maior) e 1% de 4-porados; esta variação no número de aberturas foi confirmada no material de comparação.

Quanto à ornamentação *A. ornata* e *A. pectinata*, sob MO, apresentam exina psilado-perfurada; entretanto sob MEV, observa-se em *A. ornata* (figura 40) um teto esparsamente perfurado com estrias pequenas, curtas e imbricadas e em *A. pectinata* (figura 44) um teto extremamente ondulado formando depressões, no fundo das quais se localizam perfurações muito pequenas.

Em microscopia eletrônica de transmissão nota-se nos grãos de pólen de *A. ornata* (figuras 41-42) que há variação no diâmetro e na altura das columelas, embora estas sejam curtas, distribuídas de forma irregular, parcial ou totalmente desenvolvidas. Externamente as

columelas sustentam um teto espesso contínuo, compacto, ondulado internamente, não se observando perfurações. Nexina não diferenciada em nexina 1 e nexina 2, aproximadamente de mesma espessura que o teto, apresentando-se ondulada na face voltada para sexina. Nota-se, na figura 42, a abertura desprovida de sexina e nexina e recoberta por uma intina extremamente espessada.

Naquelas espécies em que foi possível analisar espécimes de comparação, a relação entre as medidas dos materiais padrão e de comparação foram as seguintes:

a. em *A. bocainensis* (S.E. Martins 948) somente o valor do diâmetro polar em vista equatorial está dentro da faixa de variação do material padrão;

b. em *A. ornata* (M.G.L. Wanderley 2460) somente o valor do diâmetro equatorial em vista equatorial está fora da faixa de variação do material padrão, enquanto que os valores dos outros diâmetros estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão;

c. em *A. pectinata* (B.A. Moreira et al. 232) apenas os valores dos diâmetros polar em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão;

d. em *A. vanhoutteana* (M. Kuhlmann s.n., SP59101) 2-porado e 3-porado apenas os valores dos diâmetros em vista polar e diâmetro polar em vista equatorial, respectivamente estão dentro da faixa de variação do material padrão.

Tabela 9. Medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies do gênero *Aechmea* subg. *Pothuava*.

Espécies/ Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Aechmea bocainensis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	34,75-46,38	$41,30 \pm 0,56$	2,81	6,80	40,15-42,45
	Diâmetro Equatorial menor	29,75-39,75	$34,04 \pm 0,58$	2,91	8,56	32,84-35,24
VE	Diâmetro Equatorial	36,88-46,25	$41,54 \pm 0,53$	2,63	6,33	40,45-42,63
	Diâmetro Polar	27,25-38,50	$32,54 \pm 0,65$	3,27	10,05	31,20-33,88
<i>Aechmea ornata</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	39,88-55,00	$47,04 \pm 0,79$	3,94	8,38	45,41-48,66
	Diâmetro Equatorial menor	28,63-44,13	$35,94 \pm 0,68$	3,40	9,47	34,53-37,34
VE	Diâmetro Equatorial	44,25-55,13	$48,59 \pm 0,56$	2,80	5,76	47,43-49,74
	Diâmetro Polar	26,88-38,00	$32,15 \pm 0,67$	3,35	10,41	30,77-33,53
<i>Aechmea pectinata</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	33,25-44,13	$40,38 \pm 0,53$	2,65	6,56	39,29-41,47
	Diâmetro Equatorial menor	32,75-39,75	$35,85 \pm 0,37$	1,86	5,20	35,09-36,61
VE	Diâmetro Equatorial	38,50-45,88	$42,09 \pm 0,48$	2,42	5,75	41,10-43,08
	Diâmetro Polar	29,88-37,75	$32,44 \pm 0,38$	1,91	5,90	31,66-33,22
<i>Aechmea vanhoutteana</i> 2-porados						
VP	Diâmetro Equatorial maior	38,38-46,88	$43,01 \pm 0,45$	2,26	5,26	42,08-43,94
	Diâmetro Equatorial menor	33,63-39,88	$37,60 \pm 0,32$	1,62	4,30	36,94-38,26
VE	Diâmetro Equatorial	40,25-49,75	$44,80 \pm 0,43$	2,16	4,83	43,91-45,69
	Diâmetro Polar	33,13-40,13	$37,16 \pm 0,37$	1,87	5,03	36,40-37,92
<i>Aechmea vanhoutteana</i> 3-porados						
VP	Diâmetro Equatorial	37,25-45,63	$40,95 \pm 0,41$	2,04	4,98	40,10-41,80
VE	Diâmetro equatorial	39,13-47,25	$44,71 \pm 0,38$	1,88	4,20	43,93-45,49
	Diâmetro Polar	31,63-41,88	$38,47 \pm 0,46$	2,28	5,92	37,52-39,42

Tabela 10. Medidas, em μm, das aberturas e camadas da exina das espécies do gênero *Aechmea* subg. *Pothuava*.

Espécies	Aberturas	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Aechmea bocainensis</i>	35,65 x 7,24	5,13	3,98	1,13	1,64
<i>Aechmea ornata</i>	37,19 x 12,46	4,93	3,73	0,99	1,59
<i>Aechmea pectinata</i>	8,70 x 4,99	4,83	3,36	1,34	1,35
<i>Aechmea vanhoutteana</i>	11,83 x 6,88	4,39	3,10	0,96	1,38

Tabela 11. Medidas do retículo de *Aechmea* subg. *Pothuava*.

Espécie	Lúmen		Muro
	Número/50 μm ²	Diâmetro (μm)	Largura (μm)
<i>Aechmea bocainensis</i>	18-31	0,61–2,17	0,41–1,54

Tabela 12. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Aechmea* subg. *Pothuava*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Aechmea bocainensis</i>				
<i>S.E. Martins</i> 948	47,83 ^c	40,75 ^c	48,55 ^c	37,29 ^b
<i>Aechmea ornata</i>				
<i>M.G.L. Wanderley</i> 2460	46,10 ^a	38,10 ^b	43,74 ^c	30,46 ^b
<i>Aechmea pectinata</i>				
<i>B.A. Moreira et al.</i> 232	42,88 ^b	39,13 ^b	43,89 ^b	38,25 ^c
<i>Aechmea vanhoutteana</i>				
<i>M. Kuhlmann s.n.</i> , SP59101 - 2-poros	41,90 ^b	33,90 ^b	40,06 ^c	31,48 ^c
<i>M. Kuhlmann s.n.</i> , SP59101 - 3-poros	32,96 ^c	-----	38,25 ^c	32,28 ^b

Ananas Miller*Ananas fritzmuelleri* Camargo (figuras 52-55; tabelas 13-14)

Grãos de pólen de tamanho médio, subisopolares, simetria bilateral, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpado; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos, arredondados, muros estreitos, ligeiramente curvos, simplescolumelados, columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

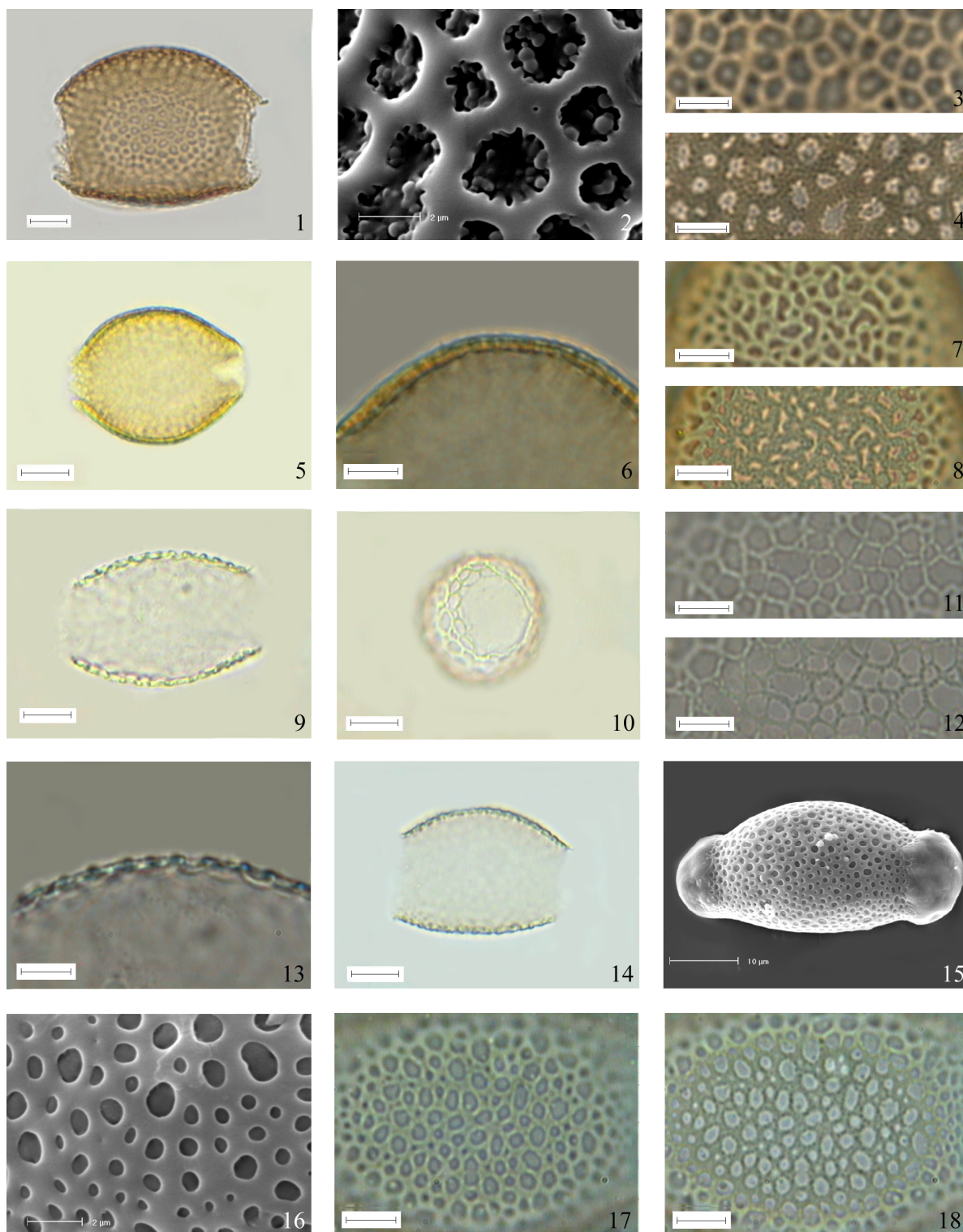
Em *A. fritzmuelleri* o espécime de comparação *I.F. Borges 101* apresenta todos os valores dos diâmetros em vista polar e equatorial fora da faixa de variação do material padrão, ao passo que o espécime *F.C. Hoehne & A. Gehrt s.n.*, SP 41321 apresenta apenas os valores do diâmetro polar em vista equatorial e do diâmetro equatorial maior em vista polar dentro da faixa de variação do material padrão.

Tabela 13. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Ananas fritzmuelleri*.

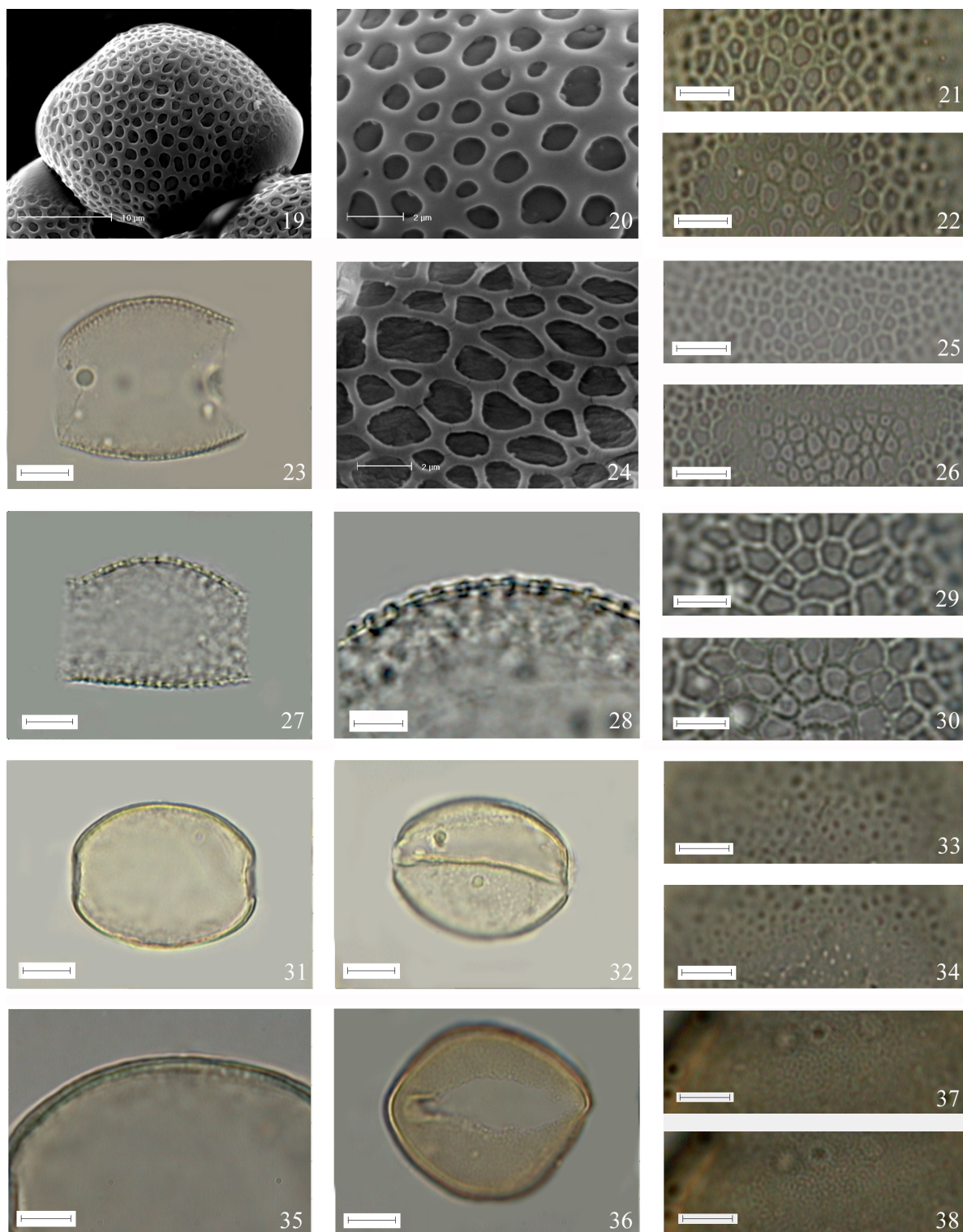
Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	31,13-47,63
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$35,39 \pm 0,85$
	s (μm)	4,26
	V (%)	12,03
	IC (μm)	33,64-37,14
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	19,63-32,88
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$25,88 \pm 0,65$
	s (μm)	3,24
	V (%)	12,52
	IC (μm)	24,54-27,22
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	27,00-41,75
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$35,75 \pm 0,77$
	s (μm)	3,87
	V (%)	10,82
	IC (μm)	34,16-37,34
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	19,13 - 35,00
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$22,92 \pm 0,69$
	s (μm)	3,47
	V (%)	15,12
	IC (μm)	21,50-24,34
Colpo		
Comprimento	x (μm)	31,11
Largura	x (μm)	13,08
Lúmen		
Número /50 μm^2	Faixa de variação	15-28
Diâmetro	Faixa de variação	0,61-3,25
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,23-1,24
Exina	x (μm)	4,89
Sexina	x (μm)	3,59
Nexina	x (μm)	0,93
Teto	x (μm)	1,10

Tabela 14. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Ananas fritzmuelleri*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

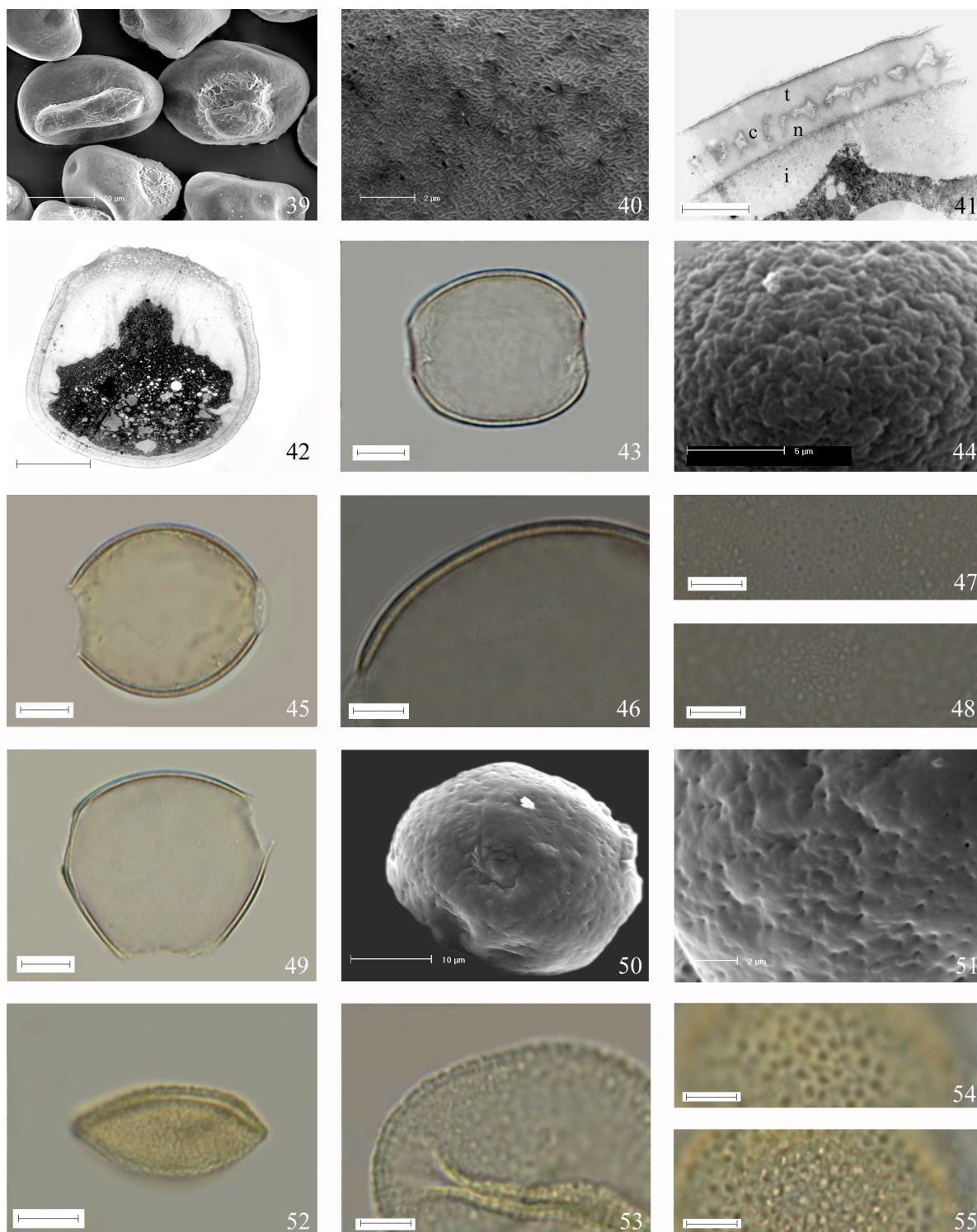
Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Ananas fritzmuelleri</i>				
<i>I.F. Borges 101</i>	50,08 ^c	39,34 ^c	52,33 ^c	36,51 ^c
<i>F.C. Hoehne & A. Gehrt s.n.</i> , SP41321	45,61 ^b	39,94 ^c	43,98 ^c	31,61 ^b



Figuras 1-4. *Acanthostachys strobilacea*. 1. Vista equatorial. 2. Detalhe da ornamentação (MEV). 3-4. Análise de LO. 5-8. *Aechmea phanerophlebia* (subgênero *Aechmea*). 5. Vista polar. 6. Corte óptico. 7-8. Análise de LO. 9-13. *Aechmea caudata* (subgênero *Ortigiesia*). 9. Vista polar. 10. Abertura. 11-12. Análise de LO. 13. Corte óptico. 14-18. *Aechmea coelestis*. 14. Vista equatorial. 15. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 16. Detalhe da exina (MEV). 17-18. Análise de LO. Escalas: figuras 2, 16 = 2 μm ; figuras 3, 4, 6-8, 11-13, 15, 17, 18 = 5 μm ; figuras 1, 5, 9, 10, 14 = 10 μm .



Figuras 19-22. *Aechmea cylindrata* (subgênero *Ortigiesia*). 19. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 20. Detalhe da ornamentação. 21-22. Análise de LO. 23-26. *Aechmea organensis*. 23. Vista equatorial. 24. Detalhe da ornamentação (MEV). 25-26. Análise de LO. 27-30. *Aechmea* sp. 27. Vista equatorial. 28. Corte óptico. 29-30. Análise de LO. 31-35. *Aechmea bocainensis* (subgênero *Pothuava*). 31. Vista polar. 32. Abertura. 33-34. Análise de LO. 35. Corte óptico. 36-38. *Aechmea ornata*. 36. Abertura. 37-38. Análise de LO. Escalas: figuras 20, 24 = 2 μm ; figuras 21, 22, 25, 26, 28-30, 33, 34, 37, 38 = 5 μm ; figuras 19, 23, 27, 31, 32, 36 = 10 μm .



Figuras 39-42. *Aechmea ornata* (subgênero *Pothuava*). 39. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 40. Detalhe da ornamentação (MEV). 41. Detalhe da exina (MET). 42. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 43-44. *Aechmea pectinata*. 43. Vista polar. 44. Detalhe da ornamentação (MEV). 45-51. *Aechmea vanhoutteana*. 45. Vista polar. 46. Corte óptico. 47-48. Análise de LO. 49. Vista polar evidenciando 3 aberturas. 50. Vista geral evidenciando uma abertura do grão de pólen (MEV). 51. Detalhe da ornamentação (MEV). 52-55. *Ananas fritzmuelleri*. 52. Vista equatorial. 53. Corte óptico. 54-55. Análise de LO. C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 41 = 1 μm ; figuras 40, 51 = 2 μm ; figuras 44, 46-48, 53-55 = 5 μm ; figuras 42, 43, 45, 49, 50, 52 = 10 μm .

Billbergia Thunb.

Subgênero *Billbergia* Thunb.

Billbergia nutans H. Wendl. ex Regel (figuras 56-59; tabelas 15-16)

Grãos de pólen de tamanho grande, subisopolares, heteropolares, âmbito ovalado, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpado, colpo de contorno mais ou menos irregular; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, com malhas menores em direção as extremidades do colpo, muros retos, lisos, simplescolumelados, columelas longas, lumens raramente granulados, arredondados, observa-se a presença de lumens grandes circundados por microrretículos e raras perfurações, nesses pontos tem-se a impressão de que os muros são duplicolumelados; sexina mais espessa que a nexina.

No único espécime de comparação estudado, *R.C. Tardivo s.n.*, SP382085, todos os valores dos diâmetros encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão.

Tabela 15. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Billbergia nutans*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	39,75-68,00
	$x \pm s_x (\mu\text{m})$	$53,30 \pm 1,48$
	s (μm)	7,40
	V (%)	13,63
	IC (μm)	50,25-56,35
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	23,00-42,25
	$x \pm s_x (\mu\text{m})$	$34,33 \pm 1,01$
	s (μm)	5,05
	V (%)	14,70
	IC (μm)	32,25-36,41
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	45,63-65,63
	$x \pm s_x (\mu\text{m})$	$54,26 \pm 0,99$
	s (μm)	4,95
	V (%)	9,13
	IC (μm)	52,22-56,30
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	21,38-36,88
	$x \pm s_x (\mu\text{m})$	$27,44 \pm 0,88$
	s (μm)	4,42
	V (%)	16,11
	IC (μm)	25,63-29,25
Colpo		
Comprimento	x (μm)	47,04
Largura	x (μm)	13,20
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	6-15
Diâmetro	Faixa de variação	0,93-6,85
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,37-1,42
Exina	x (μm)	5,88
Sexina	x (μm)	4,38
Nexina	x (μm)	0,96
Teto	x (μm)	1,33

Tabela 16. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Billbergia nutans*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécime	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Billbergia nutans</i>				
<i>R.C. Tardivo s.n.</i> , SP382085	56,91 ^b	37,95 ^b	55,64 ^a	30,43 ^b

Subgênero *Helicodea* (Lem.) Baker (tabelas 17-18)

Billbergia porteana Brongn. ex Beer (figuras 60-62)

Billbergia zebrina (Herb.) Lindl. (figuras 63-68)

Grãos de pólen de tamanho grande, simetria bilateral, heteropolares, âmbito ovalado, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpado, contornos irregulares, colpos bem ornamentados em *B. zebrina* ou pouco ornamentados em *B. porteana*; exina tectada, psilado-perfurada (*B. zebrina*) a foveolada (*B. porteana*), columelas muito longas; sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se em *B. porteana* (figura 60, 62) que o colpo é levemente ornamentado e a exina tectada, microrreticulada na região mais plana e foveolada em direção à abertura; lumens lisos, geralmente arredondados, muros lisos, com a borda de alguns muros mostrando reentrâncias irregulares entre as columelas adjacentes. Em *B. zebrina* (figura 65-66) nota-se que o colpo é densamente ornamentado e a exina levemente ondulada, perfurações densamente distribuídas, arredondadas ou alongadas, com tamanhos diferentes.

Em microscopia eletrônica de transmissão nota-se nos grãos de pólen de *B. zebrina* (figura 68) columelas incompletas que ora partem do teto sem atingir a nexina, ora emergem da nexina em direção ao teto. O teto é descontínuo com perfurações; levemente ondulado externamente a ondulado internamente, onde pode-se observar pequenos apêndices direcionados para a sexina. Nexina delgada, ondulada na região voltada para sexina.

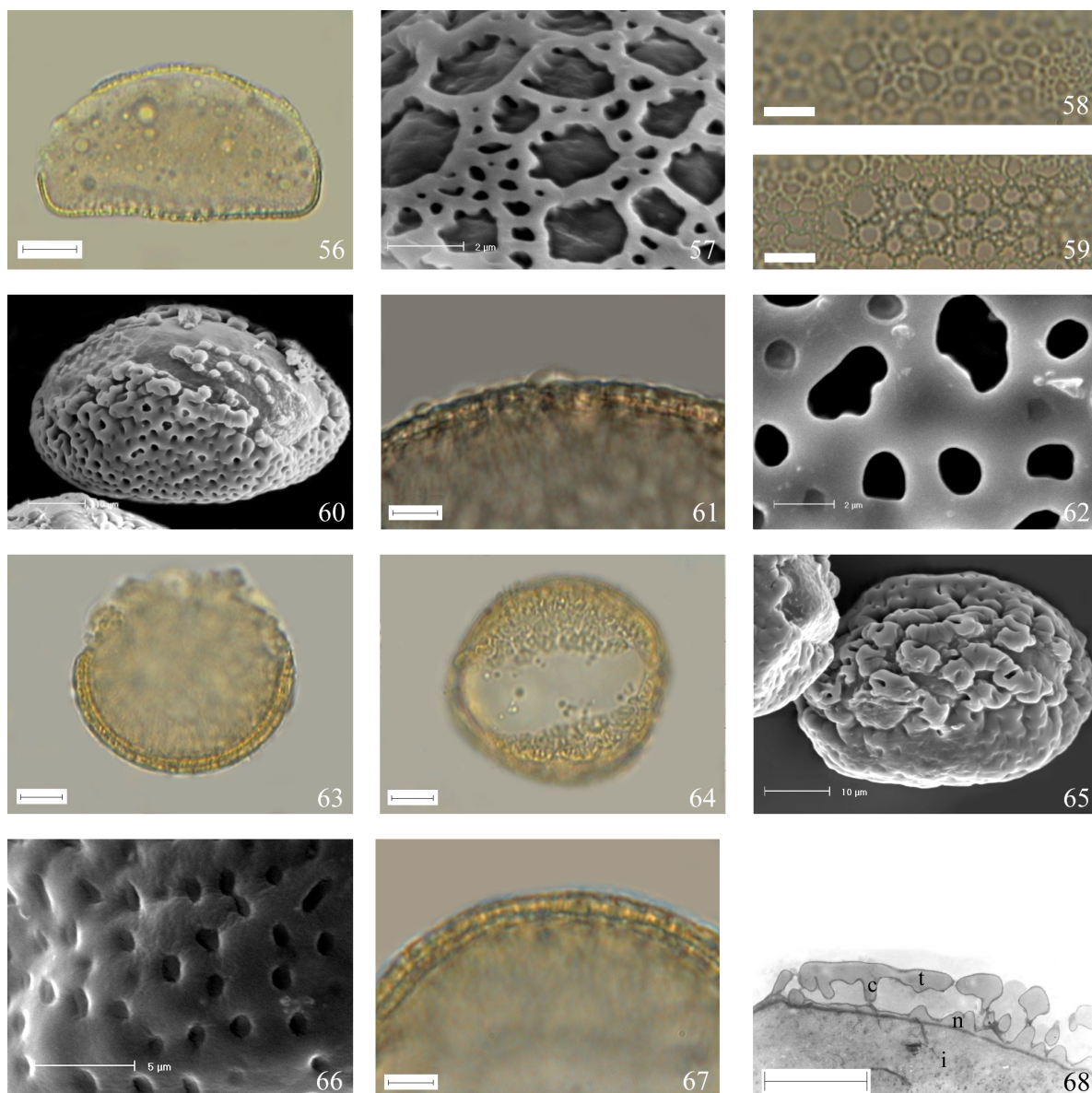
Nos espécimes de comparação estudados de *B. porteana* (L.C. Bernacci et al. 1972) e *B. zebrina* (A. Furlan et al. 1997), todos os valores dos diâmetros polar e equatorial se encontram dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão.

Tabela 17. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Billbergia* subg. *Helicodea*.

Grandezas/ Espécies		<i>Billbergia porteana</i>	<i>Billbergia zebrina</i>
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	58,25-69,13	57,00-66,50
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$63,51 \pm 0,57$	$60,04 \pm 0,54$
	s (μm)	2,83	2,72
	V (%)	4,45	4,54
	IC (μm)	62,34-64,68	58,91-61,16
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	48,13-61,50	44,63-61,13
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$56,11 \pm 0,70$	$53,29 \pm 0,70$
	s (μm)	3,52	3,51
	V (%)	6,28	6,58
	IC (μm)	54,65-57,56	51,85-54,73
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	58,88-76,88	54,63-74,13
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$66,10 \pm 0,84$	$63,02 \pm 1,18$
	s (μm)	4,21	5,90
	V (%)	6,37	9,37
	IC (μm)	64,36-67,83	60,59-65,45
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	35,13-60,63	39,00-59,88
	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	$51,11 \pm 0,93$	$49,83 \pm 1,01$
	s (μm)	4,63	5,07
	V (%)	9,06	10,17
	IC (μm)	49,20-53,02	47,74-51,92
Colpo			
Comprimento	x (μm)	52,91	51,26
Largura	x (μm)	24,88	27,59
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	4-7	6-9
Diâmetro	Faixa de variação	1,74-5,98	1,02-5,89
Muro			
Largura	Faixa de variação	0,43-2,63	0,51-2,43
Exina	x (μm)	9,56	9,93
Sexina	x (μm)	8,09	8,31
Nexina	x (μm)	0,98	0,91
Teto	x (μm)	1,30	1,13

Tabela 18. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Billbergia* subg. *Helicodea*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Billbergia porteana</i>				
<i>L.C. Bernacci et al. 1752</i>	68,17 ^b	53,65 ^b	69,43 ^b	52,84 ^a
<i>Billbergia zebrina</i>				
<i>A. Furlan et al. 1397</i>	58,31 ^b	44,96 ^b	61,94 ^a	41,78 ^b



Figuras 56-59. *Billbergia nutans* (subgênero *Billbergia*). 56. Vista equatorial. 57. Detalhe da ornamentação (MEV). 58-59. Análise de LO. 60-62. *Billbergia porteana* (subgênero *Helicocoea*). 60. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 61. Corte óptico. 62. Detalhe da exina (MET). 63-68. *Billbergia zebrina*. 63. Vista equatorial. 64. Vista polar evidenciando abertura. 65. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 66. Detalhe da ornamentação (MEV). 67. Corte óptico. 68. Detalhe da exina (MET). C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figuras 57, 62, 66 = 2 μm ; figuras 58, 59, 61, 67, 68 = 5 μm ; figuras 56, 60, 63, 64 = 10 μm .

Edmundoa Leme (tabelas 19-22)

Edmundoa ambigua (Wand. & Leme) Leme (figuras 69-74)

Edmundoa lindenii (Regel) Leme (figuras 75-81)

Edmundoa perplexa (L.B. Sm.) Leme (figuras 82-85)

Grãos de pólen de tamanho médio (*E. ambigua*, *E. perplexa*), médio a grande (*E. lindenii*), simetria bilateral, subisopolares, âmbito ovalado, em geral apresentam equatorialmente contorno plano de um lado e convexo do outro; 2-porados, poros pequenos; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens com contornos variáveis, preenchidos por granulações, muros lisos, largos, ligeiramente curvos ou retos (*E. lindenii*), simplescolumelados, columelas curtas a longas (*E. ambigua*, *E. lindenii*), esparsamente perfurados; sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se nos grãos de pólen de *E. ambigua* (figura 72) lumens preenchidos por granulações, muros com inúmeros apêndices laterais, esparsamente perfurados, perfurações circulares de diferentes tamanhos.

Quando analisada sob microscopia eletrônica de transmissão, observa-se em *E. lindenii* um teto espesso, descontínuo, columelas com diferentes diâmetros, nexina delgada e intina espessada (figura 76). Nota-se, em um aumento maior (figura 76), teto levemente ondulado, externa e internamente com perfuração, e columelas incompletas partindo da nexina em direção ao teto. A figura 77 mostra um grão de pólen inteiro, colapsado, onde se percebe as columelas com diferentes diâmetros, sobre uma nexina extremamente delgada, subdividida em nexina 1 e 2. A nexina 2 não é continua.

Em *E. ambigua* (M.G.L. Wanderley 282), *E. lindenii* (J.R. Pirani & O. Yano 563) e *E. perplexa* (B.A. Moreira s.n., SP374427) todos os valores dos diâmetros em vista equatorial e vista polar encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão.

Tabela 19. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen de *Edmundoa*.

Espécies/Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Edmundoa ambigua</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	38,25-48,50	$43,25 \pm 0,53$	2,63	6,07	42,16-44,33
	Diâmetro Equatorial menor	32,25-40,13	$36,94 \pm 0,36$	1,80	4,86	36,20-37,68
VE	Diâmetro Equatorial	38,25-48,75	$42,98 \pm 0,53$	2,63	6,13	41,89-44,07
	Diâmetro Polar	30,88-39,50	$34,10 \pm 0,45$	2,27	6,67	33,17-35,03
<i>Edmundoa lindenii</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	41,50-55,75	$49,21 \pm 0,68$	3,41	6,94	47,81-50,61
	Diâmetro Equatorial menor	36,25-47,75	$42,11 \pm 0,70$	3,49	8,29	40,67-43,55
VE	Diâmetro Equatorial	43,13-63,50	$51,87 \pm 0,83$	4,15	8,00	50,16-53,58
	Diâmetro Polar	31,75-43,50	$38,76 \pm 0,72$	3,58	9,23	37,28-40,24
<i>Edmundoa perplexum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	34,75-50,75	$42,64 \pm 0,88$	4,41	10,34	40,83-44,45
	Diâmetro Equatorial menor	29,63-45,88	$37,63 \pm 0,83$	4,14	10,99	35,92-39,34
VE	Diâmetro Equatorial	36,13-47,63	$42,74 \pm 0,67$	3,35	7,83	41,36-44,12
	Diâmetro Polar	26,13-42,25	$35,49 \pm 0,79$	3,94	11,10	33,86-37,12

Tabela 20. Medidas, em μm , das aberturas e camadas da exina de *Edmundoa*.

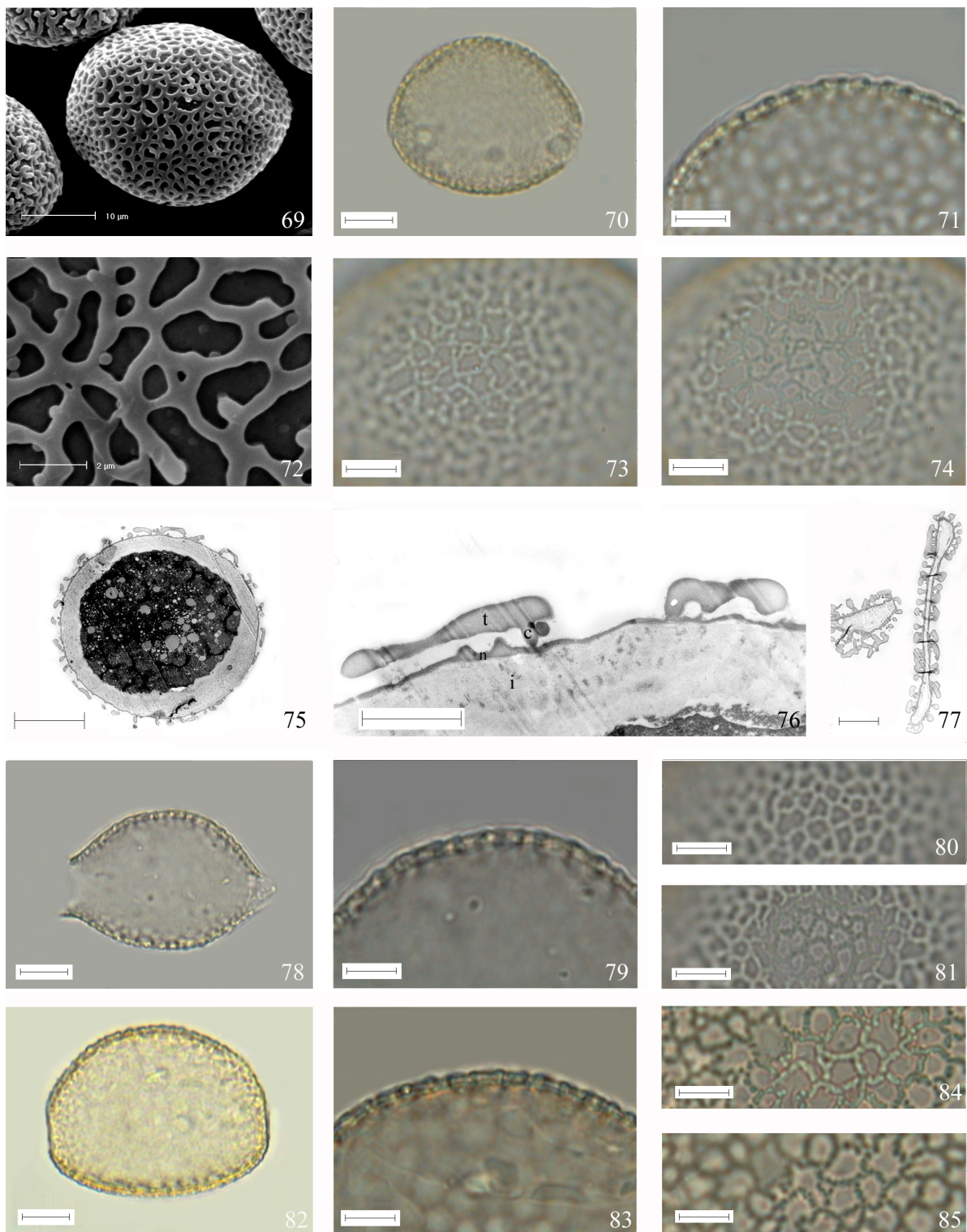
Espécies	Poro	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Edmundoa ambigua</i>	11,23x8,15	5,05	3,94	0,84	0,90
<i>Edmundoa lindenii</i>	13,06x7,75	5,37	4,58	0,90	1,01
<i>Edmundoa perplexa</i>	11,15x6,14	3,51	2,58	1,04	0,94

Tabela 21. Medidas do retículo de *Edmundoa*

Espécies	Lúmen		Muro	
	Número/50 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)	Perfurações/50 μm^2
<i>Edmundoa ambigua</i>	8-13	1,21-6,38	0,41-1,44	1
<i>Edmundoa lindenii</i>	5-8	1,23-8,00	0,32-1,41	1
<i>Edmundoa perplexa</i>	8-13	1,22-5,31	0,37-1,51	1

Tabela 22. Medidas dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Edmundoa*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Edmundoa ambigua</i>				
M.G.L. Wanderley 282	43,81 ^a	38,09 ^b	45,90 ^b	38,12 ^b
<i>Edmundoa lindenii</i>				
J.R. Pirani & O.Yano 563	49,33 ^a	43,35 ^a	52,56 ^a	41,75 ^b
<i>Edmundoa perplexa</i>				
B.A. Moreira s.n., SP374427	37,50 ^b	31,89 ^b	37,20 ^b	29,63 ^b



Figuras 69-74. *Edmundoa ambigua*. 69. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 70. Vista equatorial. 71. Corte óptico. 72. Detalhe da ornamentação (MEV). 73-74. Análise de LO. 75-81. *Edmundoa lindenbergii*. 75. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 76. Detalhe da exina (MET). 77. Retículo destacado do grão de pólen (MET). 78. Vista equatorial. 79. Corte óptico. 80-81. Análise de LO. 82-85. *Edmundoa perplexa*. 82. Vista polar. 83. Corte óptico. 84-85. Análise de LO. C = columela, n = nexina, i = intina, t = teto. Escalas: figuras 72, 76 = 2 μm; figuras 71, 73, 74, 77, 79-81, 83-85 = 5 μm; figuras 69, 70, 75, 78, 82 = 10 μm.

Fernseea Baker (tabelas 23-24)

Fernseea bocainensis E. Pereira & Moutinho (figuras 86-93)

Fernseea itatiaiae (Wawra) Baker (figuras 94-96)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente, apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpado, colpo bem delimitado; exina tectada, psilado-perfurada (*F. bocainensis*) a semitectada, reticulada (*F. itatiaiae*), heterobrocada, muros retos, esparsamente perfurados, geralmente simplescolumelados ocorrendo, entretanto, regiões duplicolumeladas, columelas curtas, lumens com granulações, poligonais; sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura os grãos de pólen de *F. bocainensis* (figura 90) apresentam uma invaginação da abertura resultante do processo de metalização. Na figura 91, verifica-se que as perfurações são densamente distribuídas, arredondadas ou alongadas, com diferentes tamanhos.

Nota-se, sob microscopia eletrônica de transmissão (figura 93), columelas infratectais consistentes, que sustentam um teto espesso, compacto, descontínuo com perfurações. Os espaços intercolumelares são ocupados, na parte voltada para nexina, por material que pode ser ainda resto da matriz ou do tapete. A nexina é ligeiramente menos espessa que o teto. Na figura 93 observa-se columelas não consistentes deixando a camada infratectal com um aspecto granular, e intina fortemente espessada na região da abertura.

Confrontando os grãos de pólen dos materiais de comparação com os dos materiais padrão observa-se que:

a. em *F. itatiaiae* (T.T. Lima 114) os valores de todos os diâmetros em vista equatorial e polar estão dentro do intervalo de confiança e da faixa de variação do material padrão;

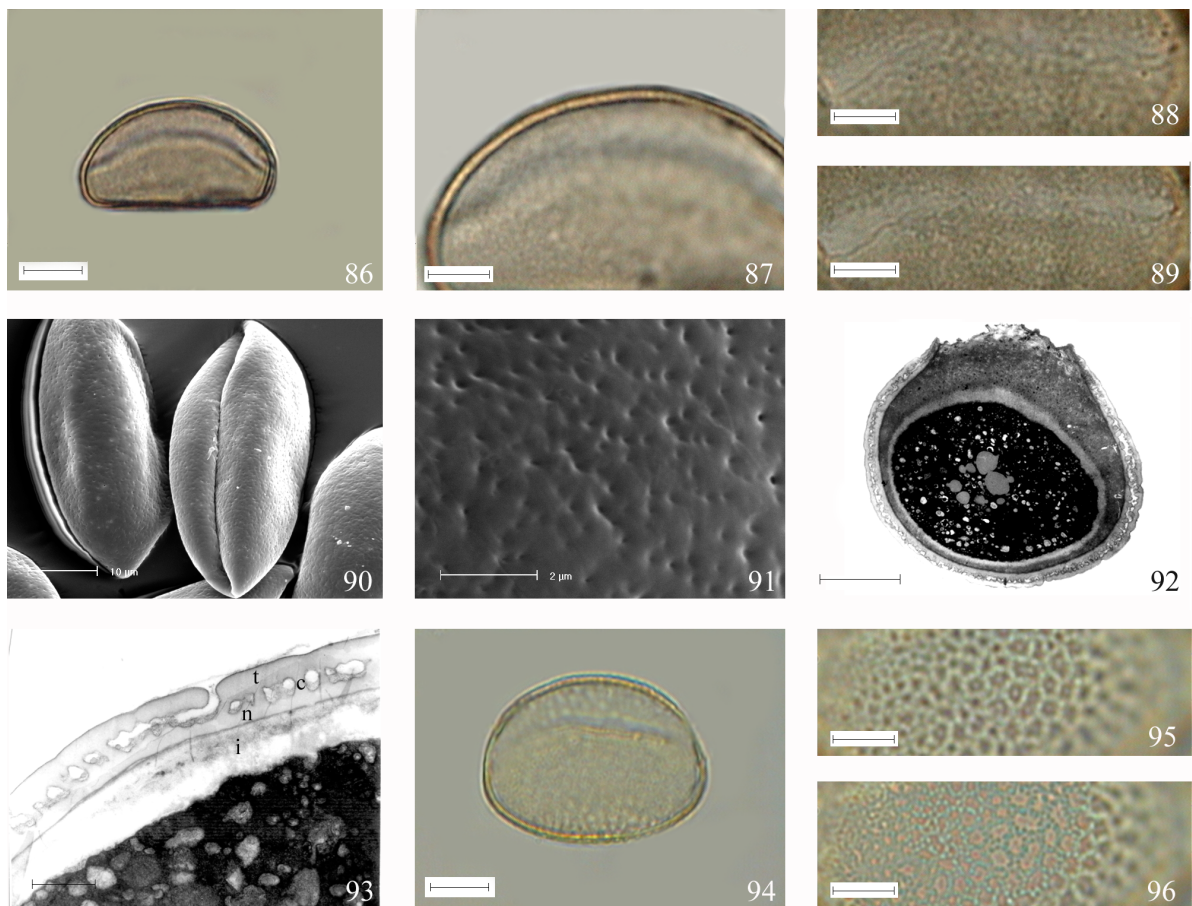
b. em *F. bocainensis* (S. Gurken 13) os valores do diâmetro equatorial menor em vista polar estão dentro do intervalo de confiança do material padrão, ao passo que os valores dos diâmetros equatorial em vista equatorial e diâmetro equatorial em vista polar estão fora da faixa de variação do material padrão; já no espécime E.L. Catharino 2064 apenas os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial está fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 23. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Fernseea*.

Grandezas / Espécies		<i>Fernseea bocainensis</i>	<i>Fernseea itatiaiae</i>
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	33,50-42,38	37,00-47,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$37,99 \pm 0,50$	$41,18 \pm 0,54$
	s (μm)	2,51	2,71
	V (%)	6,61	6,57
	IC (μm)	36,96-39,02	40,07-42,29
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	23,13-29,75	25,63-36,25
	$x \pm s_x$ (μm)	$27,25 \pm 0,34$	$31,03 \pm 0,61$
	s (μm)	1,71	3,03
	V (%)	6,28	9,77
	IC (μm)	26,55-27,95	29,77-32,29
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	29,88-40,00	38,63-50,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$37,22 \pm 0,52$	$43,46 \pm 0,59$
	s (μm)	2,58	2,97
	V (%)	6,94	6,84
	IC (μm)	36,15-38,29	42,24-44,68
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	20,00-26,38	23,13-31,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$23,99 \pm 0,29$	$27,20 \pm 0,35$
	s (μm)	1,45	1,74
	V (%)	6,04	6,40
	IC (μm)	23,39-24,59	26,48-27,92
Colpo			
Comprimento	x (μm)	31,36	36,68
Largura	x (μm)	4,05	7,79
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	-	12-17
Diâmetro	Faixa de variação	-	0,57-3,04
Muro			
Largura	Faixa de variação	-	0,32-1,72
Exina	x (μm)	3,99	4,36
Sexina	x (μm)	2,91	3,24
Nexina	x (μm)	0,94	0,80
Teto	x (μm)	1,18	0,98

Tabela 24. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Fernseea*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Fernseea bocainensis</i>				
<i>E.L.M. Catharino 2064</i>	39,53 ^b	25,34 ^{ab}	40,08 ^c	21,41 ^b
<i>S. Gurken 13</i>	47,19 ^c	27,95 ^a	41,91 ^c	22,73 ^b
<i>Fernseea itatiaiae</i>				
<i>T.T. Lima 114</i>	44,55 ^b	32,15 ^a	46,00 ^b	27,59 ^a



Figuras 86-93. *Fernseea bocainensis*. 86. Vista equatorial. 87. Corte óptico. 88-89. Análise de LO. 90. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 91. Detalhe da ornamentação (MEV). 92. Detalhe da exina (MET). 93. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MET). 94-96. *Fernseea itatiaiae*. 94. Vista equatorial. 95-96. Análise de LO. C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 92 = 1 μm ; figura 91 = 2 μm ; figuras 87-89, 93, 95, 96 = 5 μm ; figuras 86, 90, 94 = 10 μm .

Hohenbergia Schult. & Schult. f.

Hohenbergia augusta (Vell.) E. Morren (figuras 97-114; tabelas 25-28)

Grãos de pólen de tamanho médio, subisopolares, âmbito elíptico, suboblato a prolato-esferoidal; 3-4-porados; exina verrugosa, rugulado-microrreticulada, microrreticulado-rugulada; sexina mais espessa que a nexina.

Nos grãos de pólen com quatro aberturas, todas localizam-se na região equatorial, entretanto uma é menor, com equidistância diferente das outras.

Os grãos de pólen da espécie estudada apresentaram variações heteromórficas tanto no número de aberturas quanto na ornamentação. Quanto ao número de aberturas, o espécime padrão apresentou 56% de grãos de pólen 4-porados e 44% de grãos de pólen 3-porados, enquanto que no espécime comparação esta relação mudou, prevalecendo os grãos de pólen 3-porados com 80% e os grãos de pólen 4-porados com 20%. Com relação à ornamentação, os grãos de pólen dentro de uma mesma antera apresentaram três tipos diferentes de ornamentação: verrugosa, rugulado-microrreticulada, microrreticulado-rugulada, porém às vezes, é difícil, sob MO, visualizar esta diferenciação entre estes dois últimos tipos. Dessa forma optou-se, nas tabelas, pela colocação deste dois últimos tipos como um único tipo. Na figura 98 observa-se, nitidamente, em corte óptico, as verrugas.

Os grãos de pólen de *H. augusta* foram analisados através do teste de carmim acético a fim de verificar a viabilidade dos mesmos. Foram observados os grãos de pólen tanto do material padrão *S.E. Martins & S.L. Pompéia 894* como do de comparação *S.E. Martins 956*, e, nestes, procurou-se relacionar a viabilidade polínica e os tipos de ornamentação encontrados. No material padrão os grãos de pólen com ornamentação verrugosa apresentaram 44% de grãos de pólen viáveis e 10% não viáveis, enquanto que nos grãos de pólen com ornamentação microrreticulado-rugulados e/ou rugulado-microrreticulados foram encontrados 36% de pólen viáveis e 10% não viáveis. No espécime *S.E. Martins 956* os grãos de pólen com ornamentação verrugosa apresentaram 14% de pólen viáveis e 3% não viáveis, enquanto que nos grãos de pólen com ornamentação microrreticulado-rugulados e/ou rugulado-microrreticulados foram encontrados 70% de pólen viáveis e 13% não viáveis.

Na figura 112, sob MEV, observam-se verrugas de diferentes tamanhos e formas, enquanto que na figura 113, notam-se rúgulas de diferentes tamanhos e entre estas a

presença de microrretículos; já na figura 114 percebe-se a predominância de microrretículos e entre estes rúgulas mais unidas, levemente onduladas.

Variações morfológicas na exina de *H. augusta* são evidentes também na microscopia eletrônica de transmissão. A figura 103 mostra o grão de pólen verrugoso e a intina espessa na região da abertura. Em detalhe (figura 104), observa-se verrugas de diferentes formas e tamanhos com espessura similar ou mais espessas que a nexina. A figura 105, mostra a estrutura da exina de um grão de pólen ruguloso-reticulado onde percebe-se o teto descontínuo, compacto, espesso, bem ondulado externa e internamente, nexina nitidamente subdividida em nexina 1 e 2; nexina 1 extremamente espessa, ondulada na parte voltada para a sexina, enquanto que a nexina 2 é delgada e lamelada e a intina espessa. A figura 111 apresenta a estrutura da exina de um grão de pólen reticulado-rugulado onde nota-se um teto espesso, compacto, descontínuo, com perfurações; teto ondulado, ondulações menores que a ornamentação da figura 105. Camada infratectal com columelas curtas, de diferentes diâmetros, espessadas; os espaços intercolumnelares são ocupados por material do tapete; nexina 1 bem espessada, algumas vezes mais espessa que o teto; nexina 2 delgada e lamelar.

No único espécime de comparação analisado de *H. augusta* (S.E. Martins 956) verifica-se que somente os valores dos diâmetros equatorial em vista equatorial e vista polar encontram-se dentro da faixa de variação do material padrão, enquanto que os valores do diâmetro polar em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 25. Medidas dos diâmetros dos grãos de pólen do gênero *Hohenbergia augusta*.

Espécies/Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
4-Porados/rugulado-microrreticulada, microrreticulado-rugulada						
VP	Diâmetro Equatorial maior	28,50-43,00	$34,00 \pm 0,65$	3,23	9,50	32,66-35,34
	Diâmetro Equatorial menor	26,25-40,13	$30,73 \pm 0,61$	3,07	9,99	29,47-31,99
VE	Diâmetro Equatorial	25,25-35,63	$30,08 \pm 0,61$	3,03	10,06	28,82-31,34
	Diâmetro Polar	25,00-37,88	$32,41 \pm 0,66$	3,30	10,19	31,05-33,77
3-Porados/rugulado-microrreticulada, microrreticulado-rugulada						
VP	Diâmetro Equatorial	27,00-37,88	$31,27 \pm 0,56$	2,79	8,93	30,12-32,42
VE	Diâmetro Equatorial	28,63-39,88	$33,83 \pm 0,61$	3,04	9,00	32,57-35,09
	Diâmetro Polar	24,75-29,13	$26,64 \pm 0,23$	1,16	4,35	26,17-27,11
4-Porados/verrugoso						
VP	Diâmetro Equatorial maior	27,38-44,00	$33,45 \pm 0,84$	4,18	12,50	31,72-35,18
	Diâmetro Equatorial menor	25,38-39,00	$29,69 \pm 0,73$	3,67	12,35	28,19-31,19
VE	Diâmetro Equatorial	24,25-40,25	$29,45 \pm 0,78$	3,90	13,26	27,84-31,06
	Diâmetro Polar	26,13-40,88	$31,73 \pm 0,77$	3,84	12,11	30,14-33,32
3-Porados/verrugoso						
VP	Diâmetro Equatorial	26,00-35,75	$30,41 \pm 0,52$	2,61	8,57	29,34-31,48
VE	Diâmetro Equatorial	30,75-41,00	$34,55 \pm 0,53$	2,63	7,61	33,46-35,64
	Diâmetro Polar	27,00-28,97	$27,99 \pm 0,48$	2,39	8,54	27,00-28,98

Tabela 26. Medidas, em μm, das aberturas e camadas da exina da espécie *Hohenbergia augusta*.

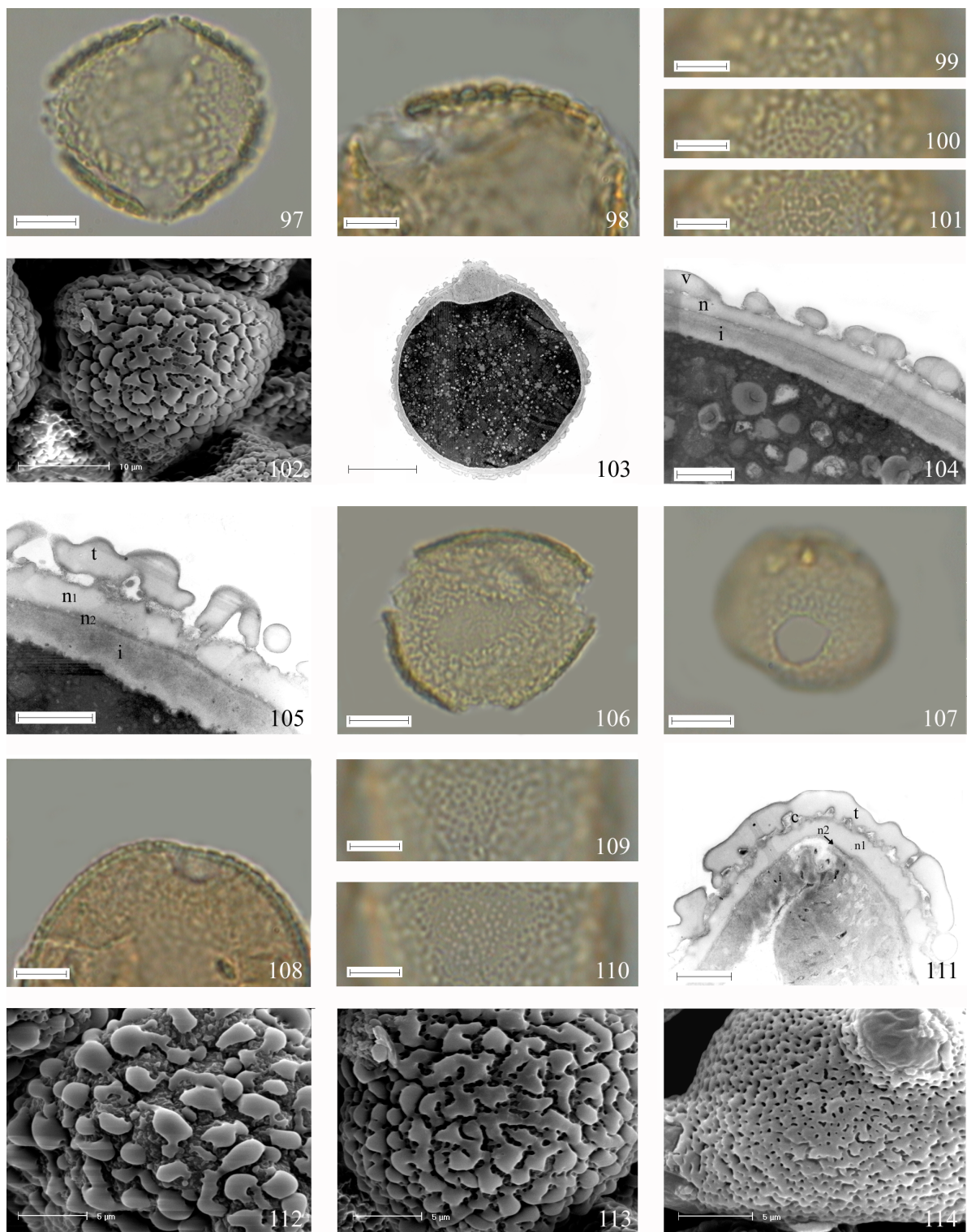
Ornamentações	Poros	Exina	Sexina	Nexina	Teto
Microrreticulado-rugulado e/ou rugulado-microrreticulado	10,45x6,90	4,85	3,65	0,96	1,21
Verrugoso	9,93x7,35	6,43	2,90	0,69	0,71

Tabela 27. Medidas do retículo de *Hohenbergia augusta*

Espécie	Lúmen		Muro
	Número/50 μm ²	Diâmetro (μm)	Largura (μm)
<i>Hohenbergia augusta</i>	20-32	0,61-2,52	0,32-1,22

Tabela 28. Medidas, em μm, dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Hohenbergia augusta*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies / espécimes	Vista Polar	Vista Equatorial	
	DE	DE	DP
<i>H. augusta</i> – 3-porados, microrreticulado-rugulado e/ou rugulado-microrreticulado			
<i>S.E. Martins 956</i>	32,60 ^b	35,63 ^b	30,20 ^c



Figuras 97-114. *Hohenbergia augusta*. 97. Vista geral do grão verrucado evidenciando 4 aberturas. 98. Corte óptico. 99-101. Análise de LO, em três níveis de focalização. 102. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 103. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 104. Detalhe da exina do grão verrucado (MET). 105. Detalhe da exina do grão intermediário a verrucado a reticulado (MET). 106. Vista polar evidenciando 3 aberturas do grão reticulado. 107. Vista equatorial evidenciando uma abertura. 108. Corte óptico. 109-110. Análise de LO. 111. Detalhe da exina do grão reticulado (MET). 112. Detalhe da ornamentação do grão de pólen verrugoso (MEV). 113. Detalhe da ornamentação do grão de pólen rugulado-microrreticulado (MEV). 114. Detalhe da ornamentação do grão de pólen microrreticulado-rugulado (MEV). C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto, v = verruga. Escalas: figuras 104, 111 = 1 μm ; figura 105 = 2 μm ; figuras 98-101, 108-110, 112-114 = 5 μm ; figuras 97, 102, 103, 106, 107 = 10 μm .

Neoregelia L.B. Sm. (tabelas 29-32)

Neoregelia concentrica (Vell.) L.B. Sm. (figuras 115-118)

Neoregelia johannis (Carrière) L.B. Sm. (figuras 119-124)

Neoregelia laevis (Mez) L.B. Sm. (figuras 125-128)

Neoregelia marmorata (Baker) L.B. Sm. (figuras 129-132)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, equatorialmente com contorno plano de um lado e convexo do outro; 2-porados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, malhas do retículo diminuem de tamanho em direção aos poros, lumens lisos ou com granulações e/ou báculas esparsas (*N. johannis*) arredondados a poligonais; muros lisos, retos, com perfurações esparsas, simplescolumelados (*N. concentrica*), simplescolumelados com algumas regiões duplicolumeladas (*N. johannis*, *N. marmorata*,) ou duplicolumelados (*N. laevis*), columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

Sob MEV, constatou-se em *N. concentrica* (figuras 115-116) que os lumens apresentam formas variáveis, sem granulações e muros mais perfurados; enquanto que em *N. johannis* (figura 121) nota-se alguns lumens com granulações e/ou báculas e muros raramente perfurados.

Sob microscopia eletrônica de transmissão (figura 124) observa-se em *N. johannis* columelas infratectais consistentes, longas que sustentam um teto espesso compacto descontínuo. Nos espaços intercolumelares há deposição de material do tapete; nexina extremamente delgada.

Nas espécies em que foi possível analisar espécimes de comparação, a relação entre as medidas dos materiais padrão e de comparação foram as seguintes:

a. em *N. johannis* o espécime *C. Figueiredo s.n.*, R197368 apresenta apenas os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial dentro da faixa de variação do material padrão; já no espécime *B.C. Mateo et al. 526*, apenas o valor do diâmetro equatorial menor em vista polar está fora da faixa de variação do material padrão, enquanto que no espécime *M. Sazima & I. Sazima 30200* os valores de todos os diâmetros encontram-se dentro da faixa de variação do material padrão, e apenas o diâmetro maior em vista polar está dentro do intervalo de confiança do material padrão;

b. em *N. marmorata* (B.A. Moreira s.n., SP 382082) as dimensões dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora da faixa de variação;

c. em *N. laevis* (M.G.L. Wanderley 2057) somente os valores dos diâmetros em vista equatorial encontram-se dentro da faixa de variação do material padrão.

Tabela 29. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen de *Neoregelia*.

Espécies/Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Neoregelia concentrica</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	35,13-42,50	$38,41 \pm 0,39$	1,93	5,02	37,61-39,21
	Diâmetro Equatorial menor	25,13-29,38	$27,68 \pm 0,22$	1,10	3,98	27,23-28,13
VE	Diâmetro Equatorial	25,25-40,88	$37,59 \pm 0,59$	2,96	7,87	36,37-38,81
	Diâmetro Polar	21,75-27,38	$24,36 \pm 0,33$	1,66	6,81	23,68-25,04
<i>Neoregelia johannis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	34,00-43,13	$39,56 \pm 0,43$	2,13	5,39	38,67-40,45
	Diâmetro Equatorial menor	28,50-34,13	$30,71 \pm 0,27$	1,36	4,44	30,15-31,27
VE	Diâmetro Equatorial	37,63-47,88	$40,65 \pm 0,43$	2,15	5,29	39,76-41,54
	Diâmetro Polar	26,63-33,63	$29,20 \pm 0,35$	1,74	5,97	28,48-29,92
<i>Neoregelia laevis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	37,50-46,88	$42,12 \pm 0,44$	2,21	5,24	41,21-43,03
	Diâmetro Equatorial menor	28,88-35,75	$32,14 \pm 0,40$	2,02	6,28	31,32-32,96
VE	Diâmetro Equatorial	39,00-48,00	$42,28 \pm 0,40$	2,00	4,74	41,46-43,10
	Diâmetro Polar	22,63-34,50	$29,77 \pm 0,55$	2,77	9,30	28,64-30,90
<i>Neoregelia marmorata</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	38,25-43,75	$41,07 \pm 0,33$	1,64	4,00	40,63-41,75
	Diâmetro Equatorial menor	23,50-28,75	$26,32 \pm 0,26$	1,29	4,89	25,78-26,86
VE	Diâmetro Equatorial	39,00-44,50	$41,36 \pm 0,30$	1,52	3,68	40,39-41,98
	Diâmetro Polar	20,38-25,75	$23,11 \pm 0,29$	1,45	6,27	22,51-23,71

Tabela 30. Medidas, em μm , das aberturas e camadas da exina das espécies do gênero *Neoregelia*.

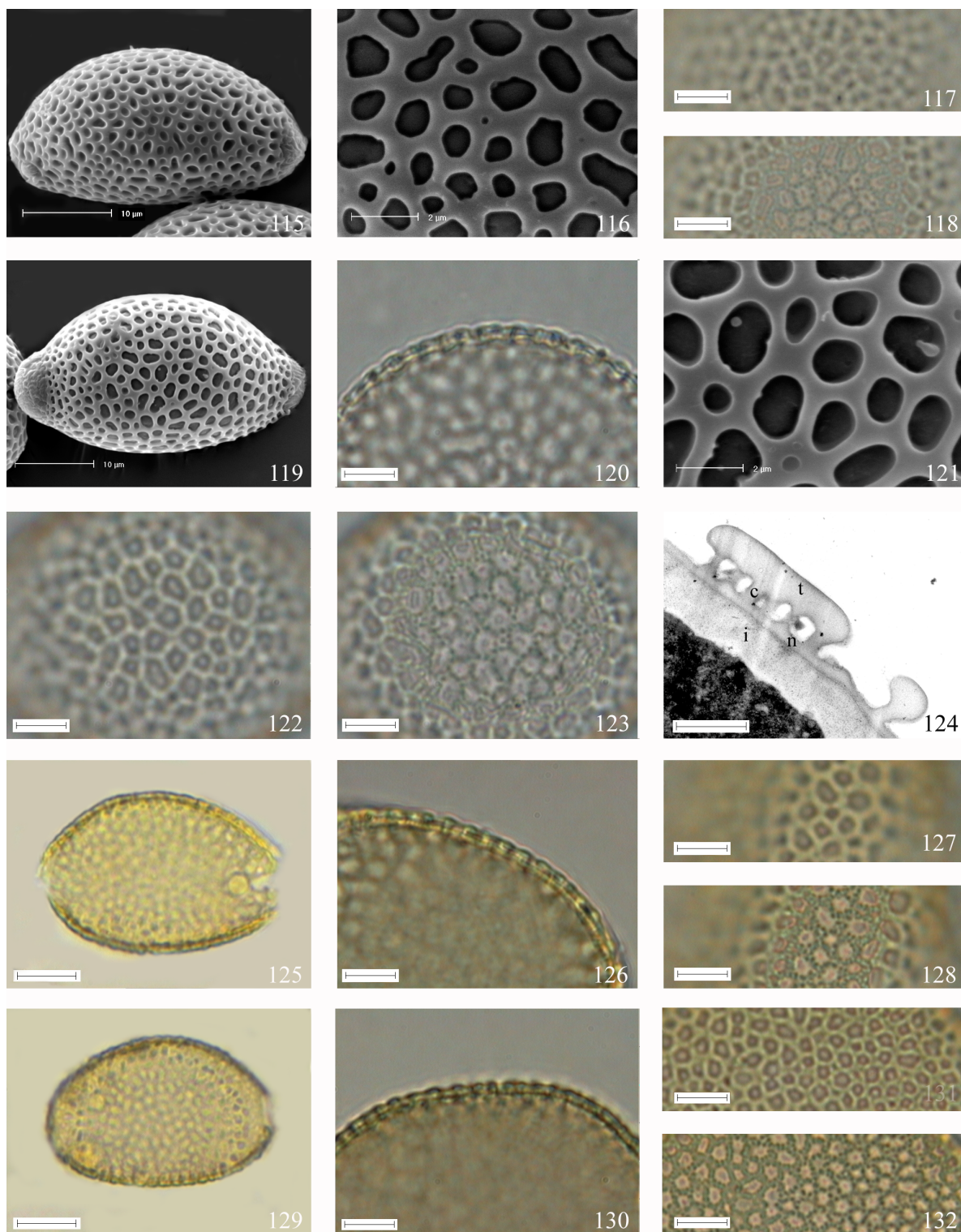
Espécies	Poros	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Neoregelia concentrica</i>	7,05 x 4,66	5,09	3,94	0,93	1,14
<i>Neoregelia johannis</i>	11,48 x 6,48	4,63	3,66	0,86	1,18
<i>Neoregelia laevis</i>	8,79 x 6,70	5,53	4,64	0,86	1,21
<i>Neoregelia marmorata</i>	6,59 x 4,25	4,64	3,58	0,78	1,06

Tabela 31. Medidas de retículo de *Neoregelia*.

Espécies	Lúmen		Muro	
	Número/50 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)	Perfurações/50 μm^2
<i>Neoregelia concentrica</i>	10-16	1,22-4,28	0,41-2,01	1-4
<i>Neoregelia johannis</i>	7-10	1,21-7,24	0,30-2,05	1
<i>Neoregelia laevis</i>	7-11	1,21-4,23	0,45-1,99	1
<i>Neoregelia marmorata</i>	10-18	1,19-4,90	0,23-2,05	1-3

Tabela 32. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Neoregelia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies /espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Neoregelia johannis</i>				
<i>C. Figueiredo s.n., R197368</i>	46,95 ^c	40,89 ^c	47,81 ^b	36,45 ^c
<i>B.C. Mateo et al. 526</i>	41,41 ^b	35,51 ^c	41,75 ^b	31,36 ^b
<i>M. Sazima & I. Sazima 30200</i>	40,05 ^a	32,09 ^b	41,83 ^b	30,33 ^b
<i>Neoregelia laevis</i>				
<i>M.G.L. Wanderley 2057</i>	47,60 ^c	37,31 ^c	47,98 ^b	32,83 ^b
<i>Neoregelia marmorata</i>				
<i>B.A. Moreira s.n., SP 382082</i>	46,15 ^c	38,63 ^c	46,89 ^c	35,43 ^c



Figuras 115-118. *Neoregelia concentrica*. 115. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 116. Detalhe da ornamentação (MEV). 117-118. Análise do LO. 119-124. *Neoregelia johannis*. 119. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 120. Corte óptico. 121. Detalhe da ornamentação (MEV). 122-123. Análise do LO. 124. Detalhe da exina (MET). 125-128. *Neoregelia laevis*. 125. Vista polar. 126. Corte óptico. 127-128. Análise do LO. 129-132. *Neoregelia marmorata*. 129. Vista equatorial. 130. Corte óptico. 131-132. Análise do LO. C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 124 = 1 μm ; figuras 116, 121 = 2 μm ; figuras 117, 118, 120, 122, 123, 126-128, 130-132 = 5 μm ; figuras 115, 119, 125, 129 = 10 μm .

Nidularium Lem.

Subgênero *Canistropsis* Mez

Nidularium exiguum (E. Pereira & Leme) B.A. Moreira, Wand. & G. Martinelli (comb. inéd.) (figuras 133-139; tabelas 33-34)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3)-porados; exina semitectada, microrreticulada, heterobrocada, lumens com contornos variáveis, com granulações; muros lisos, retos, largos, simplescolumelados, perfurados, columelas curtas; sexina mais espessa que a nexina.

Registrou-se em *N. exiguum* 87% de grãos de pólen 2-porados e 13% de grãos de pólen 3-porados.

O espécime de comparação *M.G.L. Wanderley 2339* apresenta apenas os valores do diâmetro polar em vista equatorial e do diâmetro equatorial menor em vista polar dentro da faixa de variação do material padrão, enquanto que no espécime *I.F. Borges & B.A. Moreira 8* apenas os valores do diâmetro equatorial maior estão dentro da faixa de variação do material padrão.

Sob microscopia eletrônica de varredura (figura 138), observa-se na ornamentação retículos com alguns lumens granulados e contornos variáveis; muros densamente perfurados, alguns com estrias sutis transversais na região entre as columelas adjacentes.

Em microscopia eletrônica de transmissão nota-se nos grãos de pólen *N. exiguum* (figura 139), teto descontínuo, mais espesso que a nexina, columelas de diferentes diâmetros. Restos do tapete entre os espaços intercolumelares. Nexina 1 ondulada na parte voltada para a sexina; nexina 2 lamelar e muito delgada.

Tabela 33. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Nidularium exiguum*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	40,75-54,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$44,18 \pm 0,51$
	s (μm)	2,53
	V (%)	5,72
	IC (μm)	43,13-45,23
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	33,38-41,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$36,65 \pm 0,43$
	s (μm)	2,13
	V (%)	5,81
	IC (μm)	35,76-37,54
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	41,75-48,88
	$x \pm s_x$ (μm)	$44,65 \pm 0,37$
	s (μm)	1,84
	V (%)	4,11
	IC (μm)	43,89-45,41
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	31,88-37,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$34,10 \pm 0,31$
	s (μm)	1,54
	V (%)	4,51
	IC (μm)	33,46-34,74
Poros		8,05
Comprimento	x (μm)	7,53
Largura	x (μm)	
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	23-35
Diâmetro	Faixa de variação	0,55-2,40
Muro		
Perfurações/50 μm^2	Faixa de variação	1-3
Largura	Faixa de variação	0,37-1,73
Exina	x (μm)	5,08
Sexina	x (μm)	3,80
Nexina	x (μm)	1,11
Teto	x (μm)	1,88

Tabela 34. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Nidularium* subg. *Canistropsis*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Nidularium exiguum</i>				
I.F. Borges & B.A. Moreira 8	42,15 ^b	33,34 ^c	40,40 ^c	31,23 ^c
M.G.L. Wanderley 2339	39,95 ^c	35,84 ^a	40,44 ^c	32,25 ^b

Subgênero *Nidularium* Lem. (tabelas 35-38)

Nidularium albiflorum (L.B. Sm.) Leme (figuras 140-143)

Nidularium amazonicum (Baker) Linden & Morren ex Lindm. (figuras 144-147)

Nidularium antoineanum Wawra (figuras 148-151)

Nidularium bocainense Leme (figuras 152-155)

Nidularium campos-portoi (L.B. Sm.) Wand. & B.A. Moreira (figuras 156-159)

Nidularium corallinum (Leme) Leme (figuras 160-163)

Nidularium longiflorum Ule (figuras 164-167)

Nidularium marigoii Leme (figuras 168-171)

Nidularium minutum Mez (figuras 172-176)

Nidularium picinguabense Leme (figuras 177-181)

Nidularium rubens Mez (figuras 182-185)

Nidularium rutilans E. Morren (figuras 186-189)

Grãos de pólen de tamanho médio a grande, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico (*N. bocainense*, *N. corallinum*, *N. picinguabense*, *N. rubens*) a sub-retangular (*N. albiflorum*, *N. amazonicum*, *N. antoineanum*, *N. campos-portoi*, *N. longiflorum*, *N. marigoii*, *N. minutum*, *N. rutilans*), em geral apresentam equatorialmente contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3)-porados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos ou com raras granulações (*N. corallinum*), com contornos variáveis, muros lisos, retos, estreitos a largos (*N. amazonicum*, *N. antoineanum*, *N. bocainense*), somente simplescolumelado a simplescolumelados com algumas regiões duplicolumeladas (*N. albiflorum*, *N. antoineanum*, *N. bocainense*), perfurações esparsas, com apêndices laterais (*N. albiflorum*, *N. campos-portoi*, *N. corallinum*, *N. longiflorum*, *N. rutilans*), columelas curtas ou longas (*N. longiflorum*, *N. marigoii*, *N. minutum*); sexina mais espessa que a nexina.

Grãos de pólen 2(3)-porados ocorrem nas espécies *N. campos-portoi* (2 = 89%; 3 = 11%), *N. exiguum* (2 = 87%; 3 = 13%), *N. longiflorum* (2 = 99%; 3 = 1%), *N. picinguabense* (2 = 97%; 3 = 3%) e *N. rutilans* (2 = 99%; 3 = 1%).

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se que os retículos possuem lumens de contornos variáveis. Em *N. albiflorum* (figura 141) e *N. corallinum* (figura 161) os muros apresentam apêndices laterais. Os muros são estreitos em *N. picinguabense* (figura 179) e *N. amazonicum* (figura 145) e largos em *N. marigoii* (figura 169) e *N. minutum* (figura 174). Em

N. marigoi e *N. minutum* os muros mostram-se ondulados, curvos e estreitos, entretanto, sob microscopia óptica, percebe-se que os muros são retos, com lumens “abertos”; provavelmente as ondulações e estreitamento dos lumens quando vistos sob MEV sejam devidos a deformações sofridas pelos grãos de pólen durante a preparação.

Nas espécies em que foi possível analisar espécimes de comparação, a relação entre as medidas dos materiais padrão e de comparação foram as seguintes:

a. em *N. amazonicum* (G. Gatti & A.L.S. Gatti 625), *N. bocainense* (S.E. Martins 947), *N. campos-portoi* (E.L.M. Catharino s.n., SP374435), *N. corallinum* (A. Custodio 2399), *N. longiflorum* (M. Kuhlmann 3848), *N. marigoi* (E.M.C. Leme 937), *N. picinguabense* (E.M.C. Leme 3202), *N. rubens* (B.A. Moreira et al. 224) e *N. rutilans* (S. Kanashiro s.n., SP386719) todos os valores dos diâmetros se encontram dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação das espécies dos materiais padrão;

b. em *N. albiflorum* (R. Menescal & H. Mercier s.n., HB73861), *N. minutum* (S. Kanashiro s.n., SP 339607, T.B. Guimarães et al. 2, M.G.L. Wanderley 2323) e *N. rubens* (M.G.L. Wanderley 2326) as dimensões dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora da faixa de variação do material padrão;

c. em *N. amazonicum* (S. Kanashiro s.n., SP340274) e *N. longiflorum* (A. Furlan 1480) somente os valores dos diâmetros polares em vista equatorial estão dentro da faixa de variação dos materiais padrão;

d. em *N. albiflorum* (E.M.C. Leme 1740), *N. amazonicum* (S.E. Martins 893, M.G.L. Wanderley 1998) e *N. rubens* (R.J. Garcia et al. 1444) apenas os valores dos diâmetros equatoriais em vista equatorial estão fora da faixa de variação dos materiais padrão, enquanto que em *N. bocainense* (E.L.M. Catharino s.n., SP340275) apenas o valor do diâmetro equatorial em vista equatorial está dentro da faixa de variação do material padrão;

e. em *N. picinguabense* (B.A. Moreira et al. 258) e *N. rutilans* (S.E. Martins 880) os valores dos diâmetros polares em vista equatorial e diâmetros equatoriais menores em vista polar estão fora da faixa de variação do material padrão;

f. em *N. antioineanum* (S.E. Martins 939) os valores dos diâmetros equatorial maior em vista polar e diâmetro equatorial em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão;

g. em *N. longiflorum* (H.F. Leitão Filho 34293) apenas o valor do diâmetro equatorial maior em vista polar está fora da faixa de variação do material padrão;

h. em *N. marigoi* (B.A. Moreira 248a) somente o valor do diâmetro equatorial menor em vista polar está fora da faixa de variação do material padrão;

i. em *N. rubens* (Ferreira 30) somente os valores dos diâmetros equatorial maior e menor em vista polar encontram-se dentro da faixa de variação do material padrão;

j. em *N. rubens* (M.G.L. Wanderley 2326) todos os diâmetros estão fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 35. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies do subgênero *Nidularium*.

Espécies/Diâmetros		FV (μm)	$x \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Nidularium albiflorum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	37,88-45,38	$41,91 \pm 0,39$	1,95	4,66	41,11-42,71
	Diâmetro Equatorial menor	30,63-39,25	$34,10 \pm 0,39$	1,93	5,66	33,30-34,90
VE	Diâmetro Equatorial	39,25-45,88	$42,58 \pm 0,38$	1,88	4,42	41,80-43,36
	Diâmetro Polar	27,88-36,88	$32,67 \pm 0,55$	2,74	8,40	31,54-33,80
<i>Nidularium amazonicum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	31,88-54,13	$42,17 \pm 1,04$	5,19	12,31	40,03-44,31
	Diâmetro Equatorial menor	30,50-48,88	$41,25 \pm 1,13$	5,63	13,66	38,91-43,59
VE	Diâmetro Equatorial	30,75-50,25	$43,19 \pm 1,26$	6,29	14,56	40,59-45,79
	Diâmetro Polar	26,88-48,63	$39,70 \pm 1,38$	6,89	17,36	36,86-42,54
<i>Nidularium antioineanum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	50,63-69,00	$57,34 \pm 1,00$	4,98	8,69	55,28-59,40
	Diâmetro Equatorial menor	35,63-47,75	$41,93 \pm 0,59$	2,94	7,00	40,71-43,15
VE	Diâmetro Equatorial	51,38-70,88	$61,41 \pm 0,95$	4,74	7,72	59,45-63,37
	Diâmetro Polar	32,38-46,38	$40,75 \pm 0,71$	3,56	8,73	39,29-42,21
<i>Nidularium bocainense</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	35,25-49,38	$44,91 \pm 0,73$	3,67	8,16	43,41-46,41
	Diâmetro Equatorial menor	28,00-41,00	$35,93 \pm 0,56$	2,81	7,83	34,78-37,08
VE	Diâmetro Equatorial	39,50-52,38	$45,94 \pm 0,70$	3,50	7,61	44,50-47,38
	Diâmetro Polar	29,25-40,38	$34,38 \pm 0,52$	2,61	7,60	33,31-35,45
<i>Nidularium campos-portoi</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	52,13-70,25	$60,50 \pm 0,94$	4,68	7,74	58,56-62,44
	Diâmetro Equatorial menor	40,38-58,50	$49,61 \pm 0,88$	4,40	8,87	47,80-51,42
VE	Diâmetro Equatorial	50,00-75,00	$62,85 \pm 1,06$	5,28	8,41	60,67-65,03
	Diâmetro Polar	41,38-58,63	$49,45 \pm 0,84$	4,20	8,50	47,72-51,18
<i>Nidularium corallinum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	39,75-48,75	$44,53 \pm 0,42$	2,09	4,69	43,66-45,40
	Diâmetro Equatorial menor	28,38-34,25	$31,57 \pm 0,35$	1,74	5,53	30,85-32,29
VE	Diâmetro Equatorial	39,25-50,50	$45,93 \pm 0,51$	2,56	5,58	44,88-46,98
	Diâmetro Polar	27,63-32,00	$30,08 \pm 0,26$	1,30	4,32	29,54-30,62
<i>Nidularium longiflorum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	55,63-75,25	$63,26 \pm 0,83$	4,15	6,57	61,55-64,97
	Diâmetro Equatorial menor	38,00-61,63	$47,92 \pm 1,13$	5,65	11,79	45,58-50,26
VE	Diâmetro Equatorial	51,13-71,50	$63,82 \pm 0,87$	4,35	6,82	62,03-65,61
	Diâmetro Polar	32,38-51,75	$42,75 \pm 0,86$	4,30	10,07	40,98-44,52
<i>Nidularium marigoii</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	48,38-59,75	$53,42 \pm 0,51$	2,57	4,81	52,37-54,47
	Diâmetro Equatorial menor	39,38-47,63	$43,03 \pm 0,38$	1,90	4,42	42,25-43,81
VE	Diâmetro Equatorial	44,25-60,13	$54,64 \pm 0,75$	3,74	6,85	53,09-56,19
	Diâmetro Polar	31,75-51,13	$38,47 \pm 0,75$	3,74	9,73	36,92-40,02
<i>Nidularium minutum</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	34,50-47,50	$39,76 \pm 0,63$	3,16	7,95	38,46-41,06
	Diâmetro Equatorial menor	28,13-38,75	$32,11 \pm 0,51$	2,54	7,92	31,06-33,16
VE	Diâmetro Equatorial	35,25-49,63	$40,77 \pm 0,66$	3,29	8,08	39,41-42,13
	Diâmetro Polar	25,13-37,00	$29,94 \pm 0,68$	3,40	11,37	28,54-31,34
<i>Nidularium picinguabense</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	42,63-55,13	$48,58 \pm 0,60$	3,01	6,20	47,34-49,82
	Diâmetro Equatorial menor	35,75-44,13	$38,30 \pm 0,36$	1,82	4,76	37,56-39,04
VE	Diâmetro Equatorial	42,50-55,63	$49,04 \pm 0,65$	3,27	6,66	47,70-50,38
	Diâmetro Polar	34,63-41,75	$37,75 \pm 0,35$	1,77	4,68	37,03-38,47
<i>Nidularium rubens</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	37,50-51,75	$42,40 \pm 0,65$	3,23	7,62	41,06-43,72
	Diâmetro Equatorial menor	32,88-41,38	$36,67 \pm 0,50$	2,49	6,79	35,64-37,70

	Espécies/Diâmetros	FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x (\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
VE	Diâmetro Equatorial	35,63-50,63	$42,06 \pm 0,63$	3,13	7,44	40,76-43,36
	Diâmetro Polar	25,75-41,25	$34,66 \pm 0,68$	3,40	9,81	33,26-36,06
<i>Nidularium rutilans</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	45,63-54,75	$49,09 \pm 0,46$	2,32	4,73	48,14-50,04
	Diâmetro Equatorial menor	35,50-42,13	$38,71 \pm 0,40$	2,00	5,18	37,89-39,53
VE	Diâmetro Equatorial	40,13-57,13	$49,89 \pm 0,77$	3,83	7,68	48,30-51,48
	Diâmetro Polar	34,50-41,25	$37,41 \pm 0,36$	1,82	4,86	36,67-38,15

Tabela 36. Medidas, em μm , das aberturas e camadas da exina das espécies do subgênero *Nidularium*.

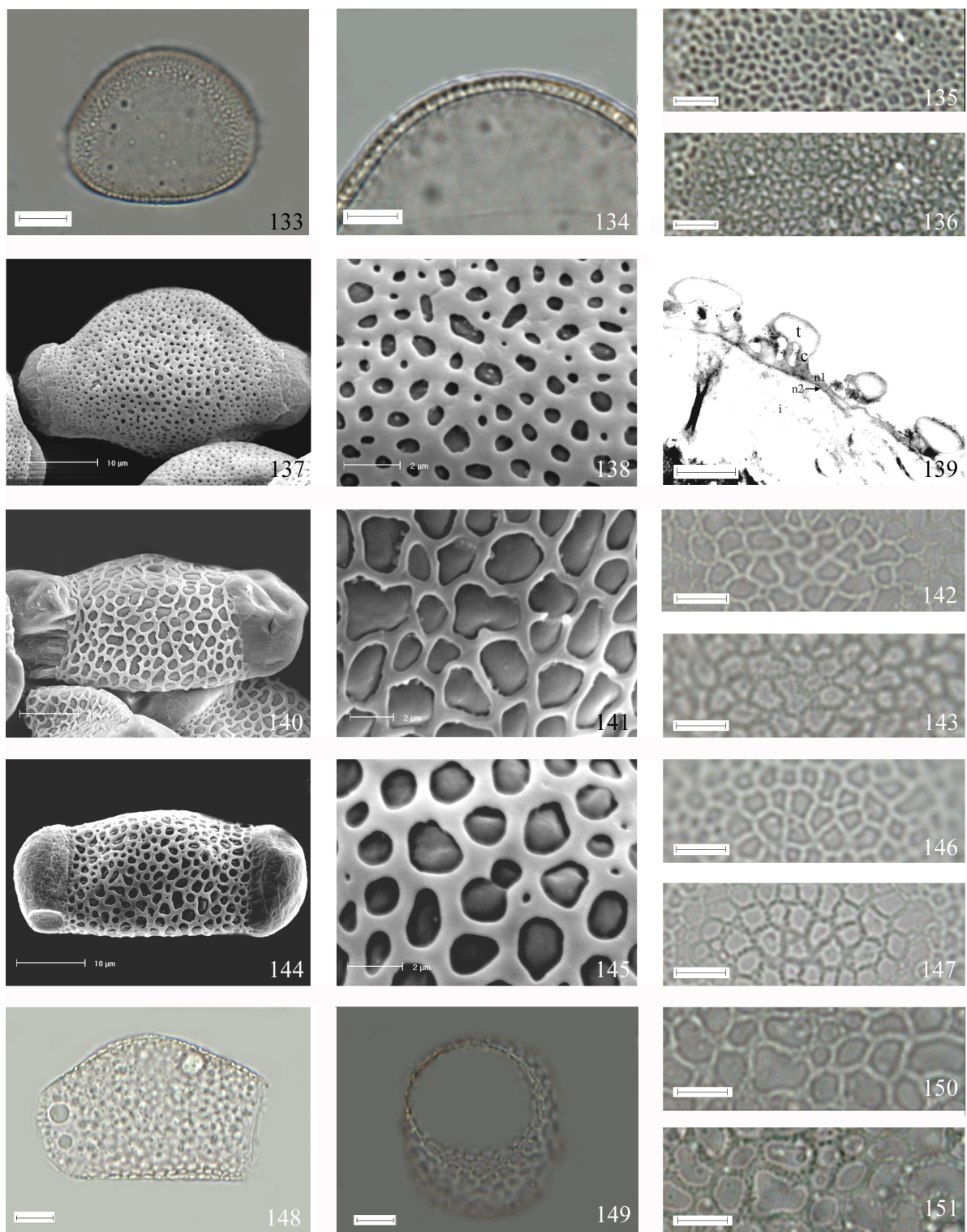
Espécies	Poros	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Nidularium albiflorum</i>	15,48 x 9,10	4,88	3,53	1,05	1,18
<i>Nidularium amazonicum</i>	16,68 x 7,11	4,23	3,23	0,96	1,23
<i>Nidularium antioineanum</i>	23,83 x 14,91	4,80	3,50	1,09	1,30
<i>Nidularium bocainense</i>	13,99 x 7,86	4,46	3,40	0,94	1,13
<i>Nidularium campos-portoi</i>	27,15 x 17,43	3,23	2,43	0,84	0,86
<i>Nidularium corallinum</i>	16,40 x 12,95	4,65	3,43	0,81	1,06
<i>Nidularium longiflorum</i>	21,25 x 13,03	4,65	3,66	0,75	0,88
<i>Nidularium marigoii</i>	21,87 x 13,06	4,99	3,90	1,08	1,19
<i>Nidularium minutum</i>	17,90 x 14,09	4,90	3,95	0,99	1,16
<i>Nidularium picinguabense</i>	15,80 x 9,00	4,74	3,41	0,86	0,99
<i>Nidularium rubens</i>	17,39 x 14,24	3,25	2,15	0,79	0,85
<i>Nidularium rutilans</i>	25,15 x 9,85	4,05	2,98	0,73	0,90

Tabela 37. Medidas de retículo do subgênero *Nidularium*.

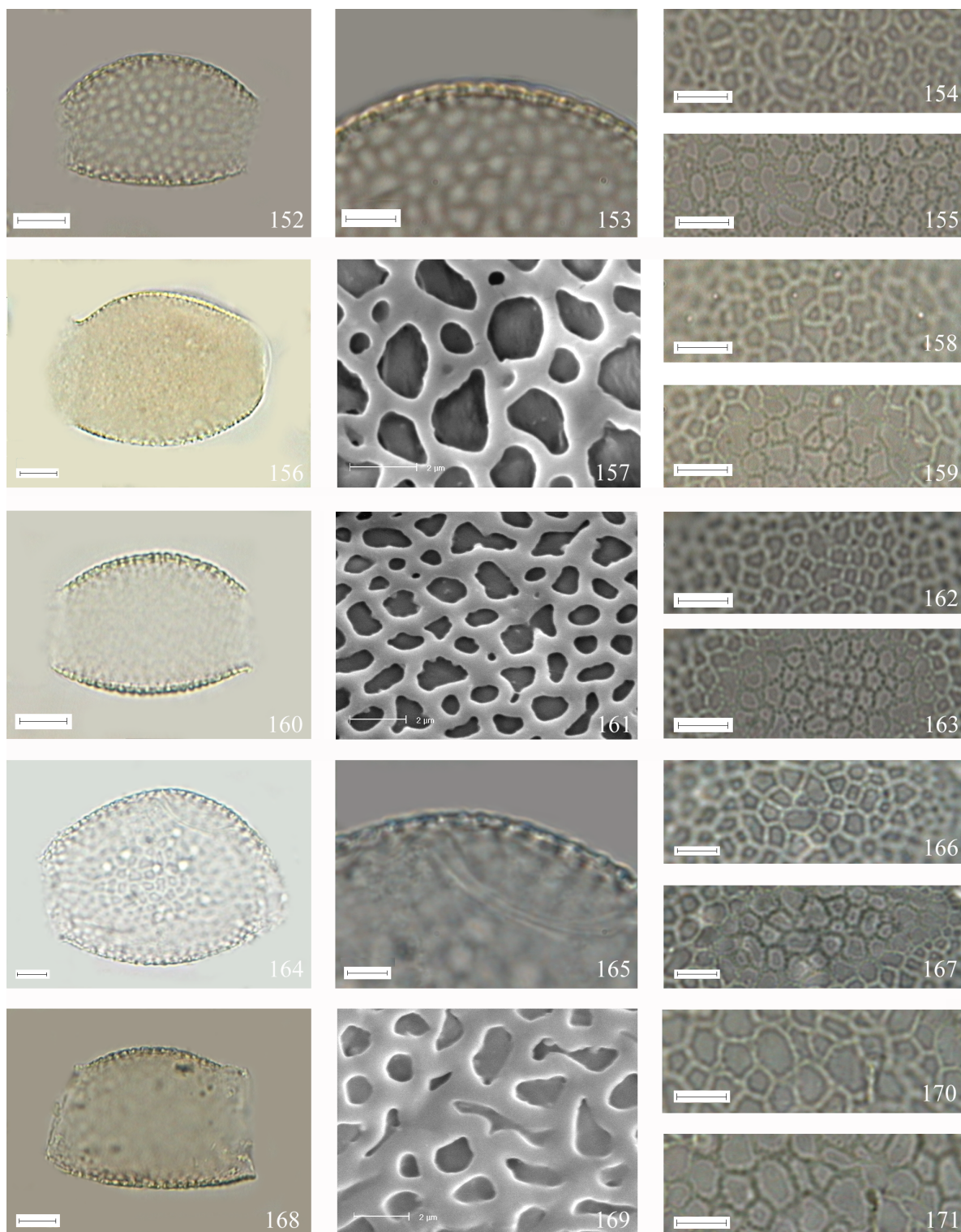
Espécies	Lúmen		Muro	
	Número/50 μm^2	Diâmetro (μm)	Largura (μm)	Perfurações/50 μm^2
<i>Nidularium albiflorum</i>	4-8	0,91-3,33	0,21-0,82	1-2
<i>Nidularium amazonicum</i>	5-7	0,73-2,80	0,24-1,07	1-2
<i>Nidularium antioineanum</i>	4-9	1,00-4,97	0,38-1,19	1-3
<i>Nidularium bocainense</i>	5-8	1,03-2,79	0,22-1,29	1-5
<i>Nidularium campos-portoi</i>	7-13	1,01-2,73	0,22-0,67	1-6
<i>Nidularium corallinum</i>	8-12	1,00-2,14	0,25-0,94	3-7
<i>Nidularium longiflorum</i>	5-11	1,03-2,14	0,19-0,49	1-5
<i>Nidularium marigoii</i>	1-3	0,62-1,95	0,24-0,87	1-3
<i>Nidularium minutum</i>	4-8	0,73-2,95	0,25-0,78	1-2
<i>Nidularium picinguabense</i>	7-15	1,02-3,29	0,26-0,79	1-2
<i>Nidularium rubens</i>	7-14	0,72-2,16	0,19-0,95	1-3
<i>Nidularium rutilans</i>	6-10	1,11-4,12	0,25-0,77	1-3

Tabela 38. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação do subgênero *Nidularium*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

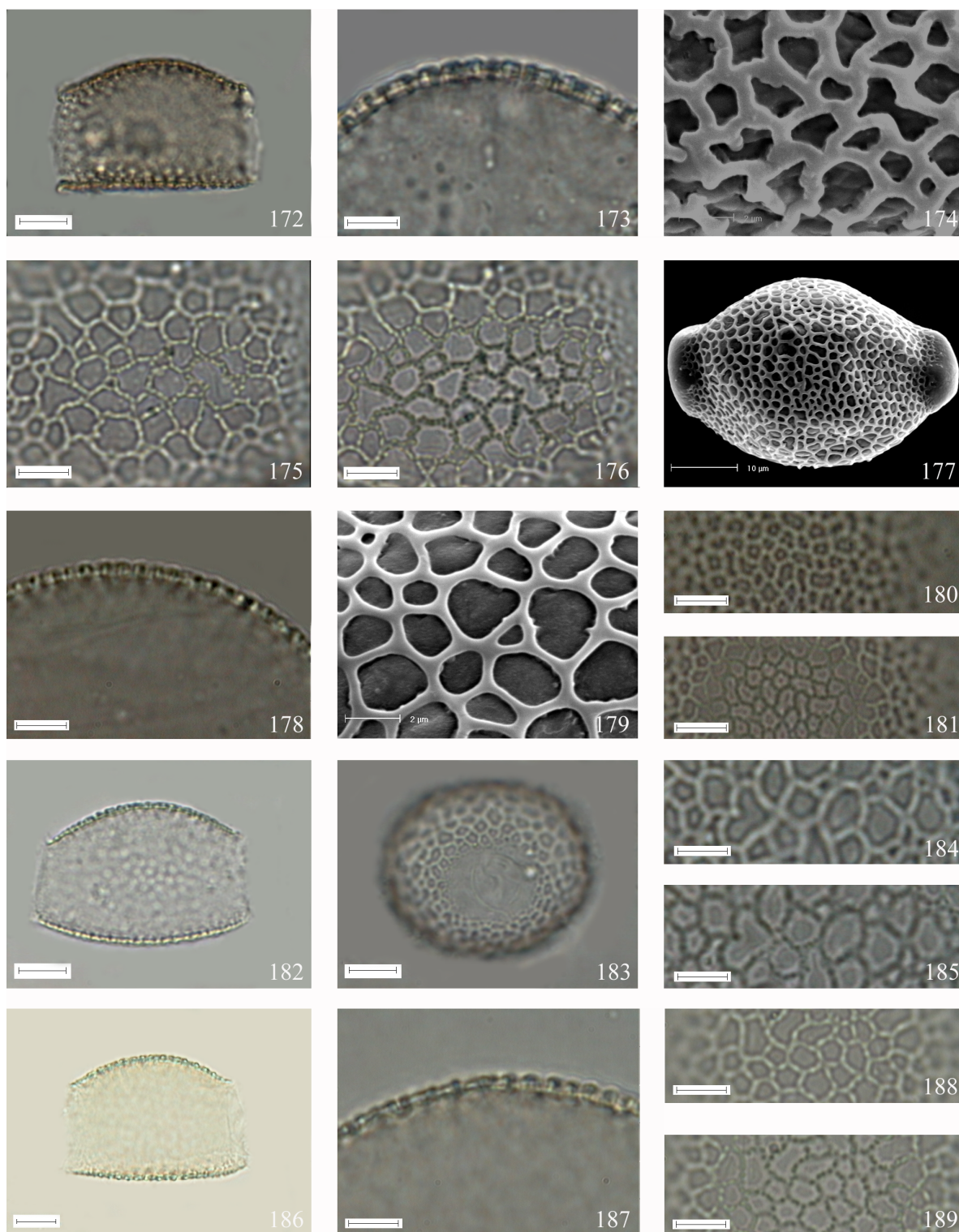
Espécies /espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Nidularium albiflorum</i>				
<i>E.M.C. Leme 1740</i>	45,35 ^b	38,21 ^b	47,54 ^c	36,34 ^b
<i>R. Menescal & H. Mercier s.n., HB73861</i>	52,93 ^c	43,34 ^c	54,95 ^c	42,95 ^c
<i>Nidularium amazonicum</i>				
<i>G. Gatti & A.L.S. Gatti 625</i>	51,78 ^b	44,09 ^b	49,84 ^b	40,73 ^a
<i>S. Kanashiro s.n., SP340274</i>	56,86 ^c	49,61 ^c	53,85 ^c	47,49 ^b
<i>S.E. Martins 893</i>	49,36 ^b	40,19 ^a	50,39 ^c	38,89 ^a
<i>M.G.L. Wanderley 1998</i>	52,50 ^b	46,40 ^b	56,01 ^c	41,73 ^a
<i>Nidularium antoineanum</i>				
<i>S.E. Martins 939</i>	45,43 ^c	37,43 ^b	45,01 ^c	36,63 ^b
<i>Nidularium bocainense</i>				
<i>E.L.M. Catharino s.n. SP340275</i>	54,03 ^c	52,49 ^c	51,99 ^b	42,41 ^c
<i>S.E. Martins 947</i>	45,69 ^a	38,24 ^b	48,29 ^b	35,95 ^b
<i>Nidularium campos-portoi</i>				
<i>E.L.M. Catharino s.n. SP374435</i>	64,75 ^b	52,66 ^b	66,96 ^b	51,51 ^b
<i>Nidularium corallinum</i>				
<i>A. Custodio 2399</i>	42,96 ^b	31,99 ^a	41,60 ^b	30,00 ^a
<i>Nidularium longiflorum</i>				
<i>A. Furlan 1480</i>	43,91 ^c	37,05 ^c	48,39 ^c	37,94 ^b
<i>M. Kuhlmann 3848</i>	63,94 ^a	42,26 ^b	59,65 ^b	41,26 ^a
<i>H.F. Leitão Filho 34293</i>	53,46 ^c	44,59 ^b	52,41 ^b	40,28 ^b
<i>Nidularium marigoi</i>				
<i>E.M.C. Leme 937</i>	49,16 ^b	40,30 ^b	48,73 ^b	39,23 ^a
<i>B.A. Moreira 248a</i>	55,54 ^b	47,64 ^c	59,06 ^b	46,69 ^b
<i>Nidularium minutum</i>				
<i>T.B. Guimarães et al. 2</i>	47,68 ^c	39,71 ^c	51,05 ^c	37,74 ^c
<i>S. Kanashiro s.n., SP339607</i>	54,20 ^c	50,29 ^c	52,38 ^c	47,59 ^c
<i>M.G.L. Wanderley 2323</i>	53,18 ^c	46,71 ^c	56,14 ^c	41,68 ^c
<i>Nidularium pinguabense</i>				
<i>E.M.C. Leme 3202</i>	49,26 ^a	38,89 ^a	53,25 ^b	38,36 ^a
<i>B.A. Moreira et al. 258</i>	44,83 ^b	34,45 ^c	44,88 ^b	32,20 ^c
<i>Nidularium rubens</i>				
<i>Ferreira 30</i>	48,13 ^b	40,10 ^b	51,03 ^c	44,50 ^c
<i>R.J.F. Garcia et al. 1444</i>	50,39 ^b	38,19 ^b	51,49 ^c	36,86 ^b
<i>B.A. Moreira et al. 224</i>	43,25 ^a	34,84 ^b	44,38 ^b	33,65 ^a
<i>M.G.L. Wanderley 2326</i>	52,96 ^c	48,89 ^c	53,06 ^c	43,91 ^c
<i>Nidularium rutilans</i>				
<i>S. Kanashiro s.n., SP386719</i>	48,59 ^a	40,73 ^b	51,91 ^b	41,08 ^b
<i>S.E. Martins 887</i>	49,88 ^a	44,43 ^c	53,84 ^b	42,26 ^c



Figuras 133-138. *Nidularium exiguum* (subgênero *Canistropsis*). 133. Vista equatorial. 134. Corte óptico. 135-136. Análise de LO. 137. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 138. Detalhe da ornamentação (MEV). 139. Detalhe da exina (MET). 140-143. *Nidularium albiflorum* (subgênero *Nidularium*). 140. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 141. Detalhe da ornamentação (MEV). 142-143. Análise de LO. 144-147. *Nidularium amazonicum*. 144. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 145. Detalhe da ornamentação (MEV). 146-147. Análise do LO. 148-151. *Nidularium antoineanum*. 148. Vista equatorial. 149. Abertura. 150-151. Análise de LO. C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 139 = 1 μm ; figuras 138, 141, 145 = 2 μm ; figuras 134, 135, 136, 142, 143, 146, 147, 150, 151 = 5 μm ; figuras 137, 140, 144, 148, 149 = 10 μm .



Figuras 152-155. *Nidularium bocainense* (subgênero *Nidularium*). 152. Vista equatorial. 153. Corte óptico. 154-155. Análise de LO. 156-159. *Nidularium campos-portoi*. 156. Vista geral. 157. Detalhe da ornamentação (MEV). 158-159. Análise de LO. 160-163. *Nidularium corallinum*. 160. Vista polar. 161. Detalhe da ornamentação (MEV). 162-163. Análise de LO. 164-167. *Nidularium longiflorum*. 164. Vista equatorial. 165. Corte óptico. 166-167. Análise de LO. 168-171. *Nidularium marigoi*. 168. Vista equatorial. 169. Detalhe da ornamentação (MEV). 170-171. Análise de LO. Escalas: figuras 157, 161, 169 = 2 μm ; figuras 153, 155, 158, 159, 162, 163, 165-167, 170, 171 = 5 μm ; figuras 152, 156, 160, 164, 168 = 10 μm .



Figuras 172-176. *Nidularium minutum* (subgênero *Nidularium*). 172. Vista equatorial. 173. Corte óptico. 174. Detalhe da ornamentação (MEV). 175-176. Análise de LO. 177-181. *Nidularium picinguabense*. 177. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 178. Corte óptico. 179. Detalhe da ornamentação (MEV). 180-181. Análise de LO. 182-185. *Nidularium rubens*. 182. Vista equatorial. 183. Abertura. 184-185. Análise de LO. 186-188. *Nidularium rutilans*. 186. Vista equatorial. 187. Corte óptico. 188-189. Análise de LO. Escalas: figuras 174, 179 = 2 μm ; figuras 173, 175, 176, 178, 180, 181, 184, 185, 187-189 = 5 μm ; figuras 172, 182, 183, 186 = 10 μm .

Quesnelia Gaudich.

Subgênero *Quesnelia* (tabelas 39-40)

Quesnelia arvensis (Vell.) Mez (figura 190)

Quesnelia testudo Lindm. (figuras 191-194)

Grãos de pólen de tamanho médio (*Q. testudo*), médio a grande (*Q. arvensis*), simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, em geral apresentam equatorialmente contorno plano de um lado e convexo do outro; 2-3-porados; exina em *Q. arvensis* tectada, psilada e em *Q. testudo* semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos, arredondados menores em direção às aberturas, muros lisos, retos, largos, duplicolumelados a pluricolumelados, perfurados, columelas curtas; sexina mais espessa que a nexina.

Quanto ao número de aberturas registrou-se no espécime padrão (*M.G.L. Wanderley & B.A. Moreira 2443*) de *Q. arvensis* 75% de grãos de pólen 3-porados e 25% de grãos de pólen 2-porados e, no espécime *F.C. Hoehne s.n.*, SP7542 de *Q. testudo*, 89% de grãos de pólen 2-porados e 11% de grãos de pólen 3-porados, neste último 6% dos grãos de pólen com a terceira abertura mais alongada e maior.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se o retículo com muros perfurados, perfurações de diferentes tamanhos.

Sob microscopia eletrônica de transmissão (figura 190), nota-se em *Q. arvensis* teto contínuo, compacto, extremamente ondulado na parte voltada para nexina, camada infratectal irregular, columelas de diferentes diâmetros, próximas entre si. Presença de restos de tapete nos espaços intercolumnelares. Nexina, às vezes, ondulada na parte voltada para a sexina, mais delgada que o teto, e de difícil distinção entre nexina 1 e 2.

Confrontando-se os materiais de comparação com os materiais padrão verificou-se que todas as medidas dos grãos de pólen dos espécimes de *Q. arvensis* (*C.F.S. Muniz & A. Custodio Filho 116*, *D.A. De Grande et al. 40*, *M.G.L. Wanderley 233*, *P.H. Miyagi 196*) e de *Q. testudo* (*J. Mattos 10613*, *F.C. Hoehne s.n.*, SP7542) estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão.

Tabela 39. Medidas dos grãos de pólen do subgênero *Quesnelia*

Espécies		<i>Quesnelia arvensis</i>	<i>Quesnelia testudo</i>
Grandezas			
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	40,25-59,63	40,50-54,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$49,39 \pm 1,05$	$47,40 \pm 0,66$
	s (μm)	5,27	3,30
	V (%)	10,08	6,97
	IC (μm)	47,23-51,55	46,04-48,76
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	28,88-49,00	35,63-47,75
	$x \pm s_x$ (μm)	$42,69 \pm 0,93$	$41,46 \pm 0,60$
	s (μm)	4,66	3,02
	V (%)	10,91	7,29
	IC (μm)	40,77-44,61	40,22-42,70
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	39,88-53,50	41,63-61,38
	$x \pm s_x$ (μm)	$48,42 \pm 0,93$	$47,70 \pm 0,97$
	s (μm)	4,63	4,83
	V (%)	9,56	10,13
	IC (μm)	46,50-50,34	45,70-49,70
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	27,13-44,63	34,75-46,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$36,17 \pm 0,78$	$39,88 \pm 0,53$
	s (μm)	3,90	2,65
	V (%)	10,78	6,65
	IC (μm)	34,56-37,78	38,79-40,97
Poro			
Comprimento	x (μm)	16,95	17,25
Largura	x (μm)	11,56	10,23
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	-	8-12
Diâmetro	Faixa de variação	-	1,03-4,21
Muro			
Perfuração/50 μm^2	Faixa de variação	-	1
Largura	Faixa de variação	-	0,43-1,68
Exina	x (μm)	4,55	3,90
Sexina	x (μm)	3,35	3,13
Nexina	x (μm)	0,79	0,64
Teto	x (μm)	1,23	0,70

Tabela 40. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação do subgênero *Quesnelia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE= Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies / espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Quesnelia arvensis</i>				
<i>D.A. De Grande et al.</i> 40	45,56 ^b	40,30 ^b	47,25 ^a	36,53 ^a
<i>P.H. Miyagi</i> 196	49,75 ^a	42,13 ^a	53,01 ^a	36,85 ^a
<i>C.F.S. Muniz & A. Custodio Filho</i> 116	47,63 ^a	40,20 ^b	49,03 ^a	35,46 ^a
<i>M.G.L. Wanderley</i> 233	44,98 ^b	41,41 ^a	48,26 ^a	36,58 ^a
<i>Quesnelia testudo</i>				
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> , SP 7542	47,71 ^a	39,99 ^b	47,10 ^a	36,83 ^b
<i>J. Mattos</i> 10613	49,71 ^b	40,74 ^b	50,33 ^b	38,39 ^b

Subgênero *Billbergiopsis* (tabelas 41-42)

Quesnelia marmorata (Lem.) R.W. Read (figuras 195-197)

Quesnelia violacea Wand. & S.L. Proença (figuras 198-199)

Grãos de pólen de tamanho médio (*Q. marmorata*), médio a grande (*Q. violacea*), simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico (figura 195) a sub-retangular (figuras 198), em geral apresentam equatorialmente contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3)-porado; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens poligonais; muros lisos, largos, ligeiramente curvos, com apêndices laterais; simplescolumelados (*Q. marmorata*), simples a duplicolumelado (*Q. violacea*), columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

Registrou-se no espécime de comparação *M. Kuhlmann 4074* de *Q. marmorata* 3% de grãos de pólen 3-porados. *Q. violacea* no espécime padrão (*B.A. Moreira s.n.*, SP382078) apresentou 95% dos grãos de pólen 2-porados e 5% dos grãos de pólen 3-porados (a terceira abertura mais alongada, dando a impressão de colpo).

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se em *Q. violacea* (figura 198) que os retículos diminuem de tamanho em direção às aberturas. Na figura 199 verifica-se que os lumens apresentam contornos variáveis, alguns deles com granulações.

Confrontando-se os materiais de comparação com os materiais padrão verifica-se que:

- a. no espécime *A. Gehrt s.n.*, SP42196, de *Q. marmorata*, todos os diâmetros encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão;
- b. em *Q. marmorata* nos espécimes *O. Handro 2667* e *M. Kuhlmann 4074*, apenas os valores do diâmetro equatorial maior em vista polar estão dentro da faixa de variação do material de comparação;
- c. em *Q. violacea* no espécime *B.A. Moreira s.n.*, SP382078, o valor do diâmetro equatorial em vista equatorial e do diâmetro equatorial menor em vista polar estão dentro da faixa de variação do material padrão.

Tabela 41. Medidas dos grãos de pólen do subgênero *Billbergiopsis*

Espécies Grandezas		<i>Quesnelia marmorata</i>	<i>Quesnelia violacea</i>
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	38,88-54,63	45,38-59,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$45,98 \pm 0,80$	$50,57 \pm 0,69$
	s (μm)	4,02	3,47
	V (%)	8,74	6,87
	IC (μm)	44,33-47,63	49,15-51,99
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	30,38-41,50	35,75-52,250
	$x \pm s_x$ (μm)	$35,36 \pm 0,63$	$39,54 \pm 0,67$
	s (μm)	3,15	3,36
	V (%)	8,92	8,50
	IC (μm)	34,06-36,66	38,16-40,92
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	41,50-50,75	43,63-56,25
	$x \pm s_x$ (μm)	$45,10 \pm 0,69$	$50,99 \pm 0,70$
	s (μm)	3,45	3,52
	V (%)	7,65	6,91
	IC (μm)	43,68-46,52	49,55-52,43
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	27,50-38,38	31,38-39,75
	$x \pm s_x$ (μm)	$33,77 \pm 0,56$	$35,31 \pm 0,50$
	s (μm)	2,81	2,50
	V (%)	8,33	7,07
	IC (μm)	32,62-34,92	34,28-36,34
Poro			
Comprimento	x (μm)	20,68	19,51
Largura	x (μm)	8,49	12,70
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	6-9	2-4
Diâmetro	Faixa de variação	1,07-5,60	1,09-8,87
Muro			
Perfurações / 50 μm^2	Faixa de variação	1-3	1
Largura	Faixa de variação	0,30-1,33	0,41-1,45
Exina	x (μm)	5,30	6,16
Sexina	x (μm)	4,03	4,36
Nexina	x (μm)	0,84	0,95
Teto	x (μm)	1,09	1,13

Tabela 42. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação do subgênero *Billbergiopsis*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies /espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Quesnelia marmorata</i>				
<i>A. Gehrt s.n.</i> , SP42196	44,76 ^a	37,21 ^b	45,50 ^a	35,95 ^b
<i>O. Handro 2267</i>	51,50 ^b	43,96 ^c	52,31 ^c	42,23 ^c
<i>M. Kuhlmann 4074</i>	53,55 ^b	42,19 ^c	51,28 ^c	42,10 ^c
<i>Quesnelia violacea</i>				
<i>B.A. Moreira s.n.</i> , SP382078	43,52 ^c	35,92 ^b	44,56 ^b	31,01 ^c

Wittrockia Lindm.

Wittrockia cyathiformis (Vell.) Leme (figuras 200-203)

Wittrockia superba Lindm. (figura 204)

Grãos de pólen de tamanho médio a grande, simetria bilateral, subisopolares, âmbito elíptico, em geral apresentam equatorialmente contorno plano de um lado e convexo do outro; 2(3-4)-porados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens lisos, arredondados a poligonais; muros retos, lisos, largos, duplicolumelados, columelas curtas (*W. cyathiformis*) ou longas (*W. superba*); sexina mais espessa que a nexina.

Wittrockia cyathiformis apresentou no material padrão (*B.A. Moreira* 252) 92% de grãos de pólen 2-porados, 7% de grãos de pólen 3-porados e 1% de grãos de pólen 4-porados.

Confrontando-se os materiais de comparação com os materiais padrão verifica-se que:

a. no espécime *M. Foster & R. Foster* 359 de *W. superba* todos os diâmetros encontram-se dentro da faixa de variação do material padrão;

b. em *W. cyathiformis*, o espécime *B.A. Moreira* 255 apresenta os valores do diâmetro equatorial em vista polar fora da faixa de variação do material padrão, enquanto que o espécime *B.A. Moreira* 253 apresenta apenas os valores do diâmetro polar em vista equatorial fora da faixa de variação do material padrão;

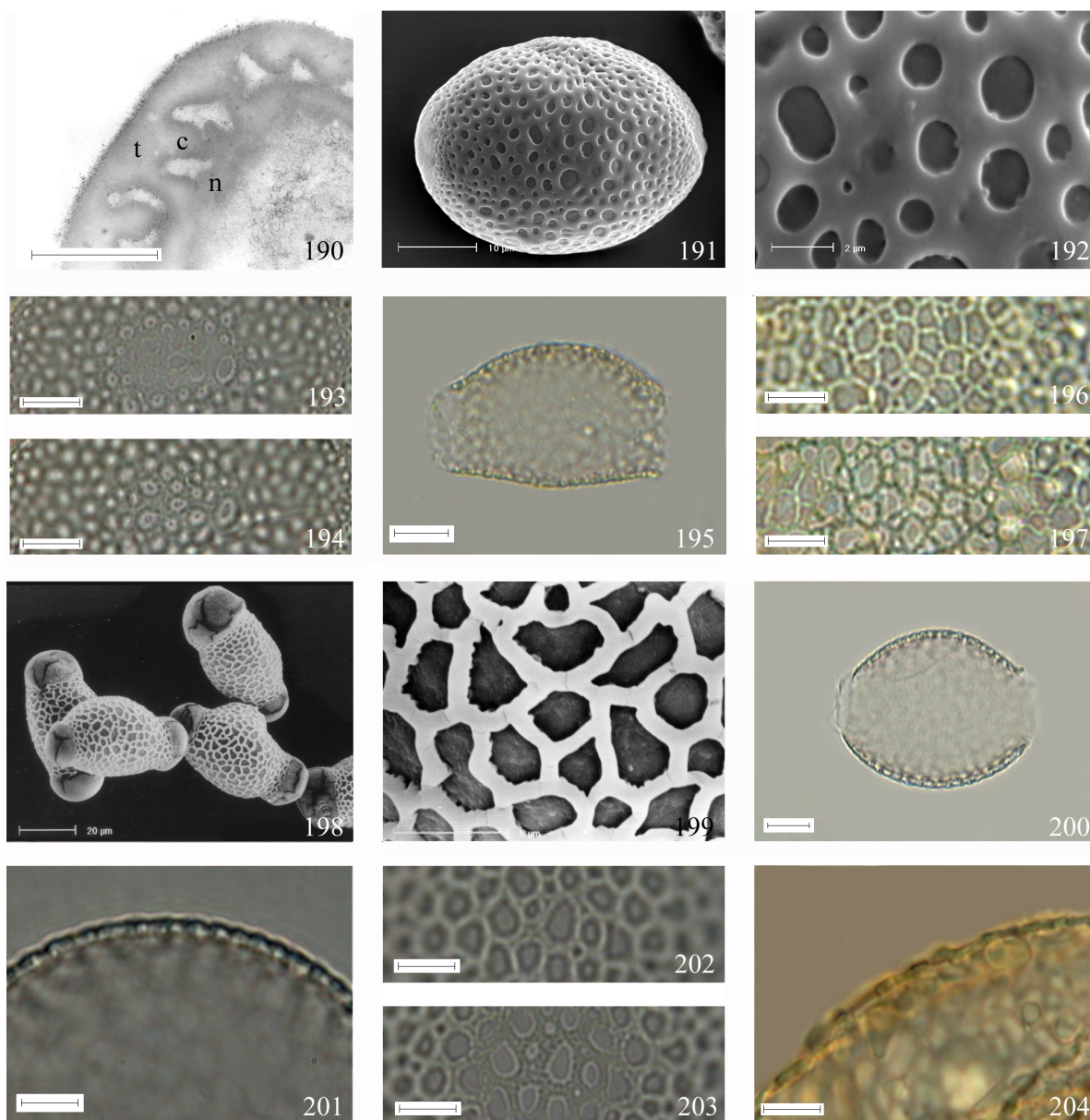
c. em *W. superba* (*S.A. Nicolau et al.* 395), somente os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial e do diâmetro equatorial menor em vista polar estão dentro da faixa de variação do material padrão.

Tabela 43. Medidas dos grãos de pólen do subgênero *Wittrockia*.

Espécies		<i>Wittrockia cyathiformis</i>	<i>Wittrockia superba</i>
Grandezas			
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	38,63-51,13	39,38-54,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$44,28 \pm 0,54$	$46,51 \pm 0,80$
	s (μm)	2,71	4,01
	V (%)	6,11	8,63
	IC (μm)	43,16-45,39	44,86-48,16
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	36,13-41,50	33,13-49,25
	$x \pm s_x$ (μm)	$39,04 \pm 0,30$	$38,94 \pm 0,76$
	s (μm)	1,49	3,79
	V (%)	3,80	9,74
	IC (μm)	38,43-39,65	37,38-40,50
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	41,88-48,88	37,88-55,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$44,62 \pm 0,36$	$45,72 \pm 0,87$
	s (μm)	1,82	4,35
	V (%)	4,07	9,52
	IC (μm)	43,87-45,36	43,92-47,51
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	36,13-42,88	27,75-40,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$38,87 \pm 0,27$	$34,57 \pm 0,69$
	s (μm)	1,34	3,47
	V (%)	3,45	10,05
	IC (μm)	38,31-39,42	33,13-36,00
Poro			
Comprimento	x (μm)	17,69	10,34
Largura	x (μm)	10,28	7,35
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	5-12	5-9
Diâmetro	Faixa de variação	1,22-5,80	1,24-4,90
Muro			
Perfurações/50 μm^2	Faixa de variação	1-3	1-2
Largura	Faixa de variação	0,45-2,13	0,43-2,07
Exina	x (μm)	4,75	4,89
Sexina	x (μm)	3,54	4,15
Nexina	x (μm)	0,84	0,73
Teto	x (μm)	1,21	0,95

Tabela 44. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Wittrockia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies / espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Wittrockia cyathiformis</i>				
<i>B.A. Moreira 253</i>	44,81 ^a	37,04 ^b	45,91 ^b	35,33 ^c
<i>B.A. Moreira 255</i>	50,40 ^b	47,10 ^c	50,75 ^c	43,38 ^c
<i>Wittrockia superba</i>				
<i>M. Foster & R. Foster 359</i>	49,83 ^b	42,15 ^b	50,43 ^b	38,19 ^b
<i>S.A. Nicolau et al. 395</i>	57,84 ^c	49,03 ^b	55,24 ^b	42,93 ^c



Figuras 190. *Quesnelia arvensis* (subgênero *Quesnelia*). Detalhe da exina (MET). 191-194. *Quesnelia testudo*. 191. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 192. Detalhe da ornamentação (MEV). 193-194. Análise de LO. 195-197. *Quesnelia marmorata* (subgênero *Billbergiopsis*). 195. Vista geral. 196-197. Análise de LO. 198-199. *Quesnelia violacea*. 198. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 199. Detalhe da ornamentação (MEV). 200-203. *Wittrockia cyathiforme*. 200. Vista polar. 201. Corte óptico. 202-203. Análise de LO. 204. *Wittrockia superba*. Corte óptico. C = columela, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 190 = 1 μm ; figuras 193, 194, 196, 197, 201, 202, 203, 204 = 5 μm ; figura 191 = 10 μm ; figura 198 = 20 μm .

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar das espécies poradas da subfamília Bromelioideae (gráficos 1 A-B, 2 A-B), verifica-se que:

- a. os grãos de pólen de *Nidularium marigoii* se separam dos das demais espécies quando se leva em consideração o diâmetro equatorial maior em vista polar (gráfico 1 A);
- b. *Nidularium antoineanum*, *Nidularium campos-portoi*, *Nidularium longiflorum* e *Acanthostachys strobilacea*, com base no diâmetro equatorial maior em vista polar, formam um grupo contínuo com grãos de pólen maiores no tamanho. Dentro do grupo é possível separar algumas espécies entre si, mas, no total, a variação é contínua (gráfico 1 A);
- c. *Aechmea cylindrata*, *Neoregelia concentrica*, *Aechmea phanerophlebia*, *Nidularium minutum*, *Neoregelia johannis*, *Aechmea pectinata*, *Aechmea coelestis*, *Nidularium amazonicum*, *Neoregelia marmorata*, *Edmundoa perplexa*, *Nidularium rubens*, *Nidularium albiflorum*, *Neoregelia laevis*, *Edmundoa ambigua*, *Aechmea vanhoutteana*, *Quesnelia violacea*, *Nidularium exiguum*, *Wittrockia cyathiformis*, *Nidularium bocainense*, *Nidularium corallinum*, *Aechmea organensis*, *Aechmea caudata*, *Quesnelia marmorata*, *Wittrockia superba*, *Aechmea* sp., *Quesnelia testudo*, *Quesnelia arvensis*, *Nidularium picinguabense*, *Edmundoa lindenbergii* e *Nidularium rutilans* formam um grupo contínuo com grãos de pólen menores no tamanho, quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista polar, no qual é possível separar algumas espécies (gráfico 1 A);
- d. os grãos de pólen de *Neoregelia marmorata* e *Neoregelia concentrica* separam-se dos das demais espécies pelo valor do diâmetro equatorial menor em vista polar (gráfico 1 B);
- e. os grãos de pólen de *Nidularium longiflorum*, *Nidularium campos-portoi* e *Acanthostachys strobilacea* separam-se dos das demais espécies por serem maiores, levando-se em consideração o valor do diâmetro equatorial menor em vista polar, mas não se separam entre si (gráfico 1 B);
- f. quando se leva em consideração as medidas do diâmetro equatorial menor em vista polar, as espécies *Aechmea phanerophlebia*, *Neoregelia johannis*, *Nidularium corallinum*, *Nidularium minutum*, *Neoregelia laevis*, *Aechmea coelestis*, *Nidularium*

albiflorum, *Aechmea cylindrata*, *Aechmea* sp., *Quesnelia marmorata*, *Nidularium bocainense*, *Aechmea pectinata*, *Quesnelia violacea*, *Nidularium rubens*, *Nidularium exiguum*, *Edmundoa perplexa*, *Edmundoa ambigua*, *Aechmea organensis*, *Aechmea vanhoutteana*, *Aechmea caudata*, *Wittrockia superba*, *Nidularium picinguabense*, *Nidularium rutilans*, *Wittrockia cyathiformis*, *Nidularium amazonicum*, *Quesnelia testudo*, *Edmundoa lindenii*, *Nidularium antoineanum*, *Quesnelia arvensis* e *Nidularium marigo* formam um grupo intermediário no qual é possível separar algumas espécies (gráfico 1 B);

- g. os grãos de pólen de *Nidularium antoineanum*, *Acanthostachys strobilacea*, *Nidularium campos-portoi* e *Nidularium longiflorum* não diferem entre si quando se leva em consideração o tamanho do diâmetro equatorial em vista equatorial mas se separam dos demais espécies por serem maiores (gráfico 2 A);
- h. as espécies *Neoregelia concentrica*, *Aechmea cylindrata*, *Aechmea coelestis*, *Nidularium minutum*, *Neoregelia johannis*, *Aechmea phanerophlebia*, *Nidularium amazonicum*, *Neoregelia marmorata*, *Nidularium rubens*, *Aechmea pectinata*, *Edmundoa perplexa*, *Neoregelia laevis*, *Aechmea caudata*, *Nidularium albiflorum*, *Edmundoa ambigua*, *Aechmea organensis*, *Quesnelia marmorata*, *Wittrockia cyathiformis*, *Nidularium exiguum*, *Aechmea vanhoutteana*, *Wittrockia superba*, *Nidularium bocainense*, *Nidularium corallinum*, *Quesnelia testudo*, *Aechmea* sp., *Quesnelia arvensis*, *Nidularium picinguabense*, *Nidularium rutilans*, *Quesnelia violacea*, *Edmundoa lindenii* e *Nidularium marigo* formam um grupo contínuo com grãos de pólen menores no tamanho quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista equatorial. Dentro do grupo é possível separar algumas espécies entre si (gráfico 2 A);
- i. os grãos de pólen das espécies *Neoregelia marmorata* e *Neoregelia concentrica* separam-se dos demais espécies por serem menores, quanto se leva em consideração o diâmetro polar em vista equatorial, mas não se separam entre si (gráfico 2 B);
- j. em *Acanthostachys strobilacea* e *Nidularium campos-portoi* os grãos de pólen não se separam entre si, quanto ao tamanho do diâmetro polar em vista equatorial, mas se separam dos demais espécies, por serem maiores (gráfico 2 B);

- k. os grãos de pólen de *Aechmea phanerophlebia*, *Neoregelia johannis*, *Nidularium minutum*, *Neoregelia laevis*, *Aechmea caudata*, *Nidularium corallinum* e *Aechmea coelestis* formam um grupo contínuo quando se leva em consideração a medida do diâmetro polar em vista equatorial, com base na qual é possível separar algumas espécies (gráfico 2 B);
- l. os grãos de pólen de *Nidularium albiflorum*, *Aechmea pectinata*, *Quesnelia marmorata*, *Aechmea cylindrata*, *Wittrockia superba*, *Nidularium rubens*, *Nidularium bocainense*, *Aechmea* sp., *Aechmea organensis*, *Nidularium exiguum*, *Edmundoa perplexa*, *Quesnelia violacea*, *Quesnelia arvensis*, *Edmundoa ambigua*, *Aechmea vanhoutteana*, *Nidularium amazonicum*, *Nidularium marigoi*, *Nidularium picinguabense*, *Edmundoa lindenbergii*, *Wittrockia cyathiformis*, *Quesnelia testudo*, *Nidularium antiochianum*, *Nidularium rutilans* e *Nidularium longiflorum* formam, igualmente, um grupo contínuo quando se leva em consideração a medida do diâmetro polar em vista equatorial, com base na qual é possível separar algumas espécies (gráfico 2 B).

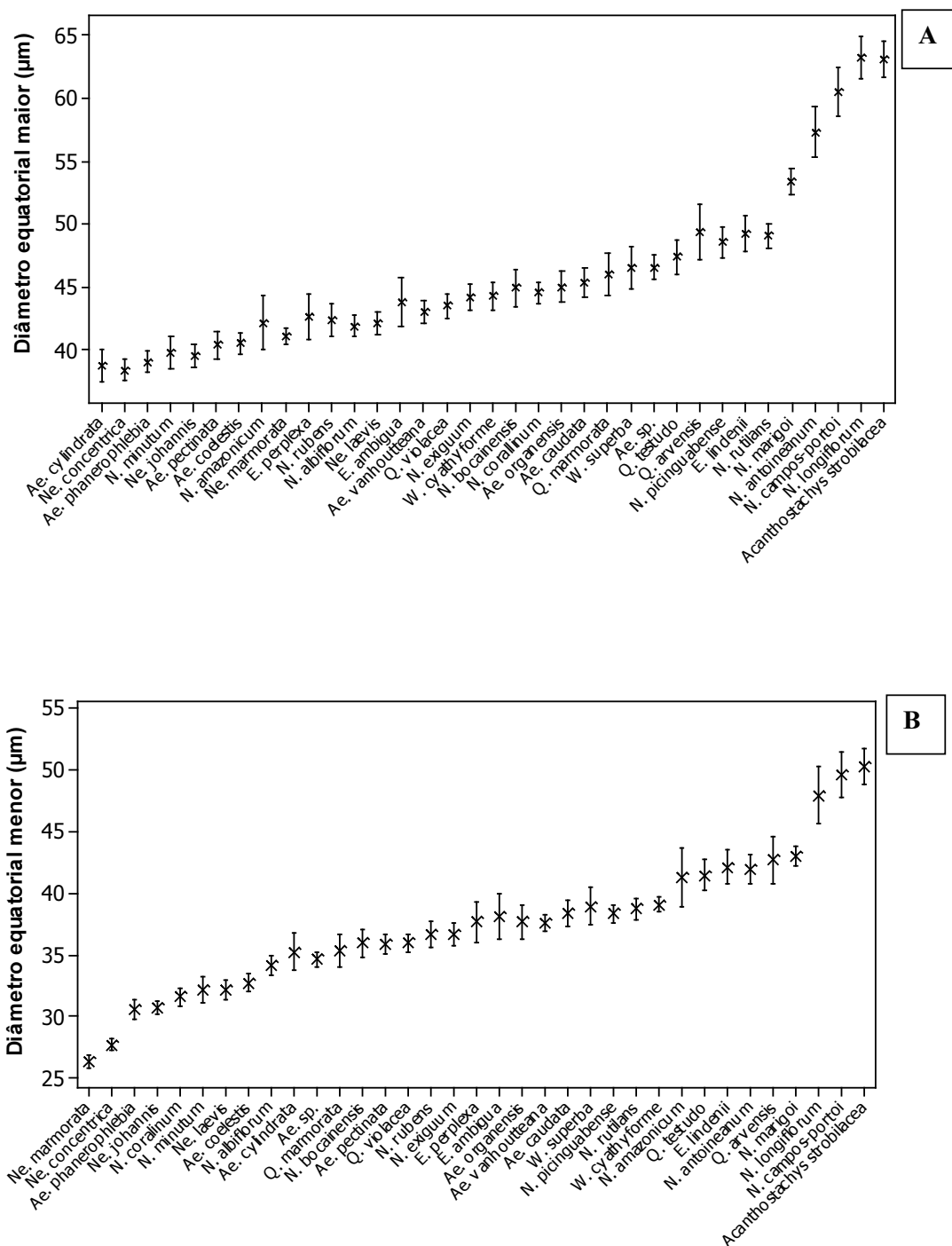


Gráfico 1. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista equatorial das espécies poradas da subfamília Bromelioideae. A. Diâmetro equatorial maior. B. Diâmetro equatorial menor. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

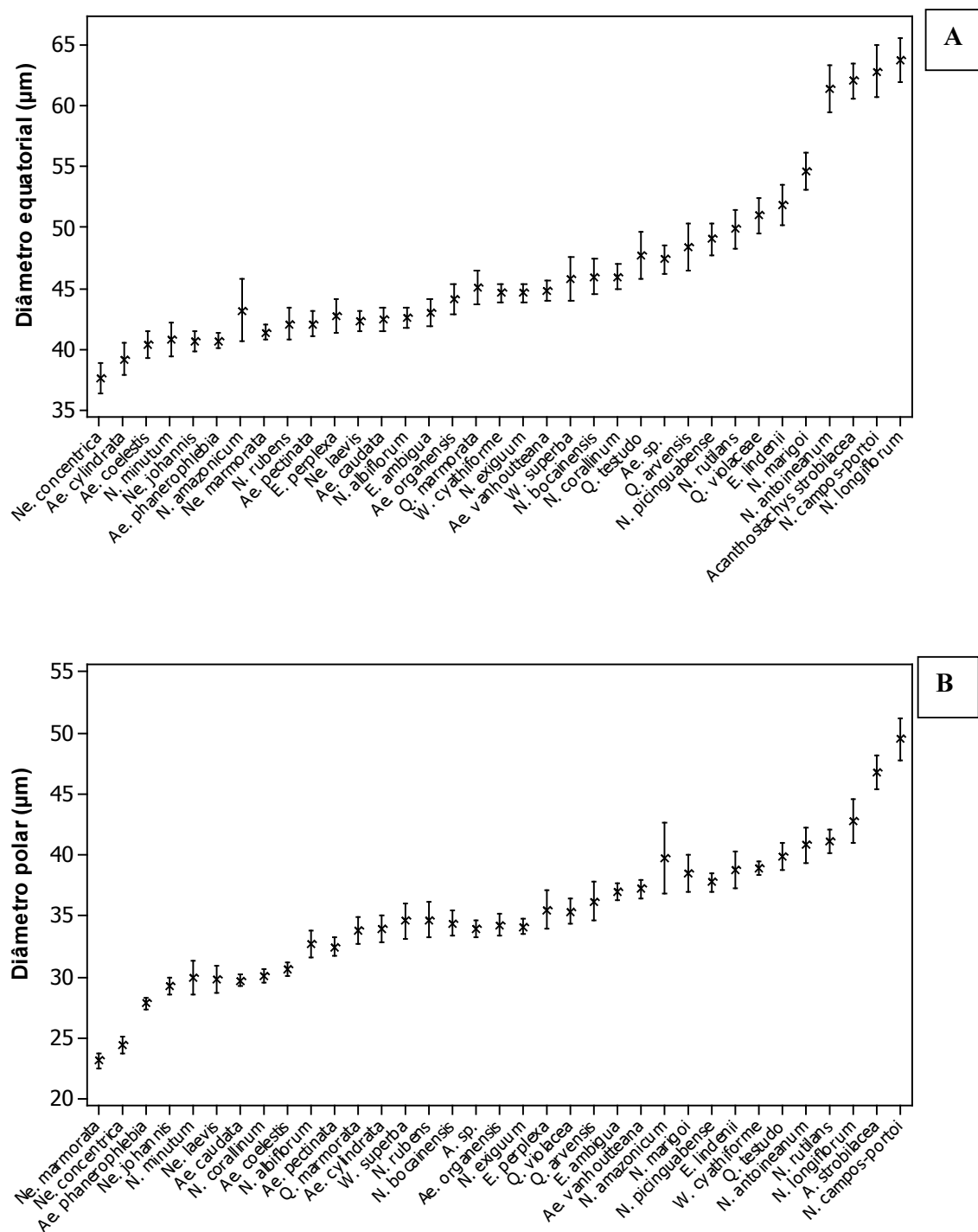


Gráfico 2. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista equatorial das espécies poradas da subfamília Bromelioideae. A. Diâmetro equatorial. B. Diâmetro polar. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar das espécies colpadas da subfamília Bromelioideae (gráficos 3 A-B, 4 A-B), verifica-se que:

- a. os grãos de pólen de *Ananas fritzmuelleri* e *Fernseea bocainensis* separam-se dos demais espécies por serem menores, tanto em vista equatorial quanto em vista polar, mas não se separam entre si;
- b. os grãos de pólen de *Billbergia porteara* e *Billbergia zebrina*, separam-se das demais espécies por serem maiores, tanto em vista equatorial quanto em vista polar; os grãos de pólen de *Billbergia porteara* são significativamente maiores que os de *Billbergia zebrina*, no que diz respeito ao diâmetro equatorial maior em vista polar;
- c. Pelos valores do diâmetro equatorial em vista equatorial e diâmetro equatorial maior em vista polar, os grãos de pólen de *Billbergia nutans* separam-se dos demais espécies; os grãos de pólen de *Aechmea ornata* e *Billbergia nutans* separam-se tanto entre si quanto dos demais espécies pelo valor do diâmetro equatorial maior em vista polar;
- d. *Aechmea bocainensis*, *Fernseea itatiaiae* e *Aechmea ornata* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro equatorial dos grãos de pólen em vista equatorial, mas não se separam entre si;
- e. Em *Billbergia nutans* e *Fernseea itatiaiae*, os grãos de pólen não diferem entre si quanto ao tamanho, mas levando-se em consideração o diâmetro polar em vista equatorial, mas separam-se dos demais espécies;
- f. *Aechmea ornata* e *Aechmea bocainensis* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro polar dos grãos de pólen em vista equatorial, mas não se separam entre si;
- g. os grãos de pólen de *Aechmea ornata*, separam-se de todas os demais espécies pelo diâmetro equatorial maior em vista polar;
- h. *Fernseea itatiaiae* e *Aechmea bocainensis* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro equatorial maior em vista polar, mas os grãos de pólen dessas espécies não se separam entre si;
- i. *Fernseea itatiaiae*, *Billbergia nutans*, *Aechmea bocainensis* e *Aechmea ornata*, formam um grupo contínuo com os grãos de pólen intermediários no tamanho

quando se leva em consideração o diâmetro equatorial menor em vista polar. Dentro do grupo é possível separar algumas espécies entre si.

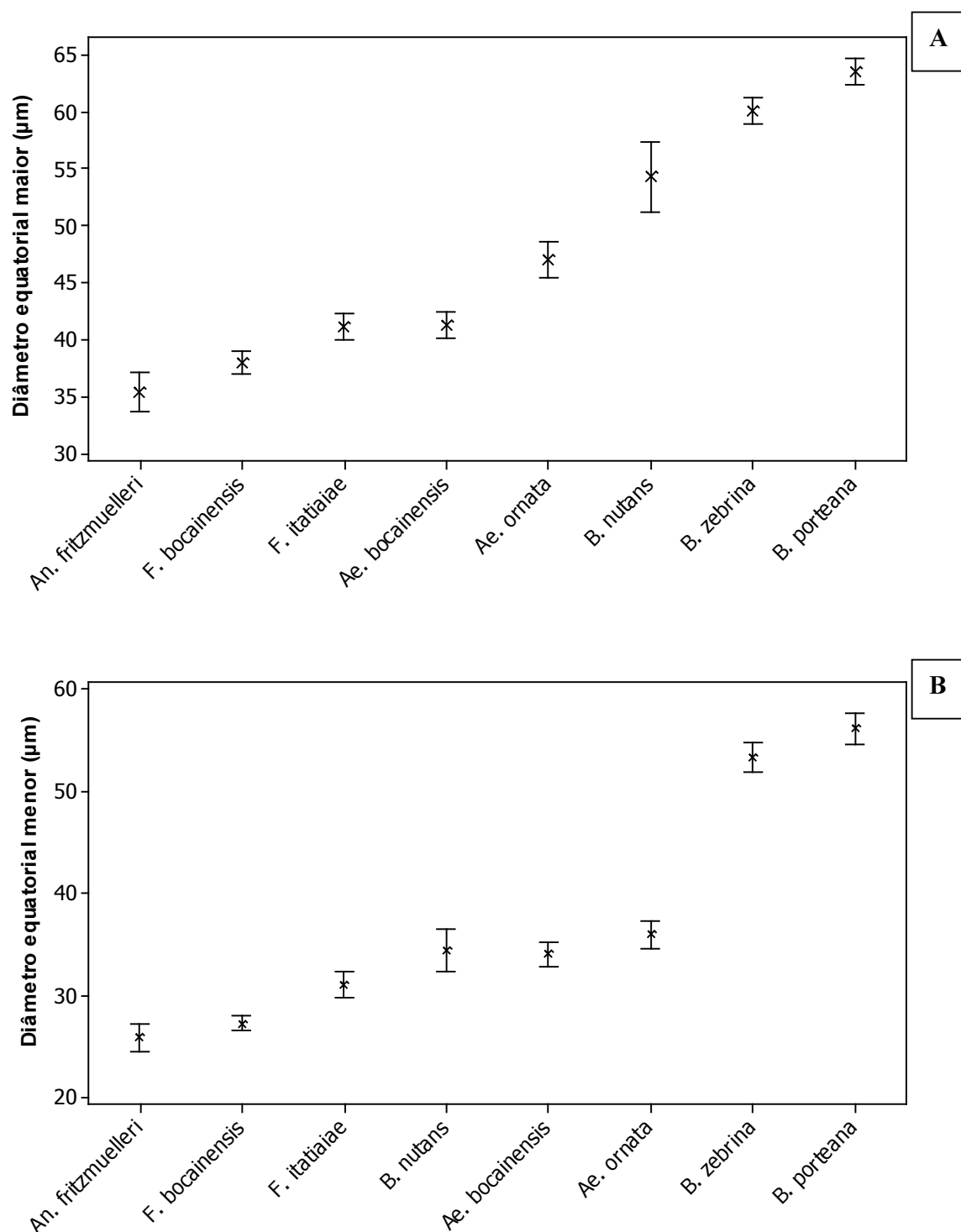


Gráfico 3. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista polar das espécies colpadas da subfamília Bromelioideae. A. Diâmetro equatorial maior. B. Diâmetro equatorial menor. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

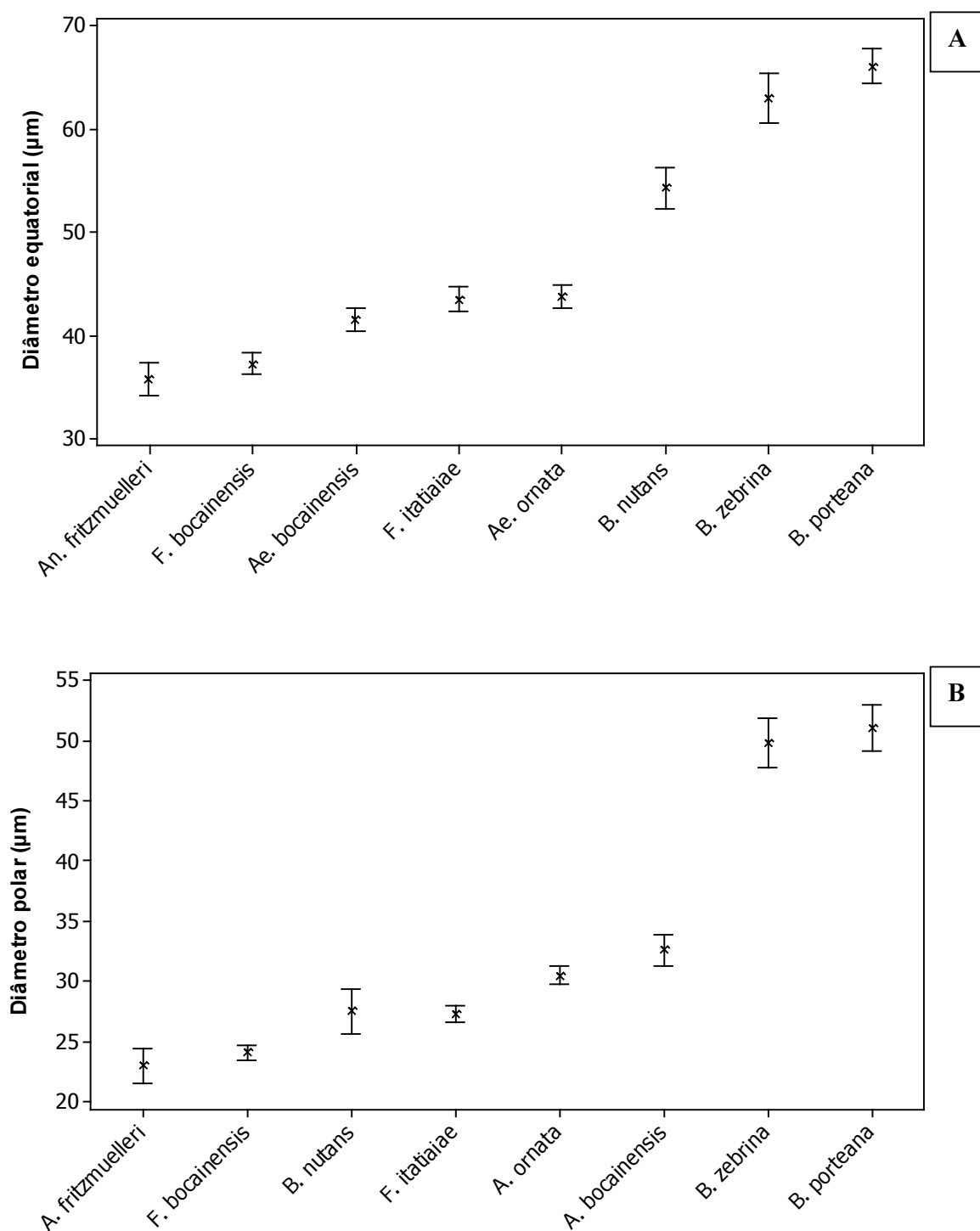


Gráfico 4. Representação do intervalo de confiança da média ($\bar{x}$) a 95% dos grãos de pólen em vista equatorial das espécies colpadas da subfamília Bromelioideae. A. Diâmetro equatorial. B. Diâmetro polar. $\bar{x}$ = média aritmética. Os valores são dados em μm .

Subfamília Pitcairnioideae

Dyckia Schult. & Schult. f. (tabelas 45-46)

Dyckia encholirioides (Gaudich.) Mez (figuras 205-209)

Dyckia linearifolia Baker (figuras 210-213)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico à ovalado, equatorialmente, apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados, golpes bem delimitados; exina semitectada, reticulado-perfurada, heterobrocada, malhas diminuem de tamanho em direção aos golpes e nas extremidades do diâmetro equatorial maior; muros lisos, retos, esparsamente perfurados, simplescolumelados (*D. linearifolia*) a simples e duplicolumelados (*D. encholirioides*), columelas curtas (*D. encholirioides*) ou longas simplescolumelados (*D. linearifolia*); sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se nos grãos de pólen de *Dyckia encholirioides* (figura 206) uma invaginação da abertura, resultante do processo de metalização. Nota-se, ainda, na figura 207, que os retículos possuem lumens lisos, com contornos variáveis e muros com algumas perfurações.

Sob microscopia eletrônica de transmissão é possível observar nos grãos de pólen de *Dyckia encholirioides* (figuras 208-209), um espessamento da intina na região da abertura. Nota-se, ainda, um teto consistente, descontínuo, com perfurações e mais espesso que a nexina; columelas bem definidas com diâmetros relativamente similares. Presença de material do tapete sobre o teto e entre as columelas infratectais; nexina subdividida em nexina 1 e 2, sendo a última extremamente delgada.

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação com os dos materiais padrão observa-se que:

a. em *Dyckia encholirioides* o espécime *M. Fonseca 493* apresenta todos os valores dos diâmetros tanto em vista equatorial quanto em vista polar, dentro da faixa de variação do material padrão, enquanto que o espécime *B.A. Moreira 262* apresenta somente os valores dos diâmetros equatorial maior e menor, em vista polar, dentro da faixa de variação; já o espécime *M.G.L. Wanderley 237* apresenta apenas os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial fora da faixa de variação do material padrão.

b. em *Dyckia linearifolia* o espécime *F. Barros 398* apresenta somente os valores do diâmetro polar em vista equatorial dentro da faixa de variação do material padrão, enquanto que o espécime *S.L. Jung et al. 105* apresenta apenas os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial dentro da faixa de variação de material padrão.

Tabela 45. Medidas dos grãos de pólen de *Dyckia*.

Espécies		<i>Dyckia encholirioides</i>	<i>Dyckia linearifolia</i>
Grandezas			
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	27,75-36,38	25,88-36,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$30,73 \pm 0,39$	$30,25 \pm 0,44$
	s (μm)	1,93	2,21
	V (%)	6,28	7,31
	IC (μm)	29,94-31,53	29,34-31,16
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	17,75-28,13	17,75-24,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$21,61 \pm 0,46$	$21,86 \pm 0,37$
	s (μm)	2,28	1,86
	V (%)	10,55	8,52
	IC (μm)	20,66-22,54	21,10-22,62
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	27,38-34,38	28,75-36,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$31,66 \pm 0,33$	$31,49 \pm 0,40$
	s (μm)	1,66	2,02
	V (%)	5,24	6,41
	IC (μm)	30,98-32,34	30,67-32,31
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	17,25-20,50	16,88-21,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$18,80 \pm 0,21$	$19,47 \pm 0,30$
	s (μm)	1,05	1,49
	V (%)	5,57	7,66
	IC (μm)	18,37-19,23	18,87-20,09
Colpo			
Comprimento	x (μm)	26,31	24,36
Largura	x (μm)	7,99	8,36
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	40-61	30-42
Diâmetro	Faixa de variação	0,24-1,44	0,35-1,27
Muro			
Perfurações / 50 μm^2	Faixa de variação	-	-
Largura	Faixa de variação	0,18-0,52	0,24-0,70
Exina	x (μm)	4,61	4,89
Sexina	x (μm)	3,49	3,73
Nexina	x (μm)	1,01	0,80
Teto	x (μm)	1,24	0,99

Tabela 46. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Dyckia*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Dyckia encholirioides</i>				
<i>M. Fonseca 493</i>	33,98 ^b	24,58 ^b	33,73 ^b	20,11 ^b
<i>B.A. Moreira 262</i>	34,11 ^b	24,69 ^b	35,51 ^c	20,83 ^c
<i>M.G.L. Wanderley 237</i>	34,59 ^b	25,74 ^b	36,41 ^c	19,74 ^b
<i>Dyckia linearifolia</i>				
<i>F. Barros 398</i>	36,05 ^c	25,89 ^c	36,89 ^c	20,73 ^b
<i>S.L. Jung et al. 105</i>	34,63 ^b	26,93 ^c	35,19 ^b	23,03 ^c

Pitcairnia L'Hér.

Pitcairnia flammea Lind. (figuras 214-216; tabelas 47-48)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados, colpos de contorno mais ou menos irregular; exina semitectada, reticulada, heterobrocada; muros lisos, estreitos, perfurados, simplescolumelados, columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se que os retículos possuem lumens de contornos variáveis, com algumas granulações; muros ondulados, com perfurações esparsas e com apêndices laterais; columelas altas.

Sob microscopia eletrônica de transmissão nota-se nos grãos de pólen de *Pitcairnia flammea* (figura 216) um teto descontínuo, com perfurações, mais espesso que a nexina. Columelas incompetas partem da nexina em direção ao teto; as columelas apresentam diâmetros similares. Os espaços intercolumelares são ocupados por material do tapete. Nexina 2 delgada. Intina espessa.

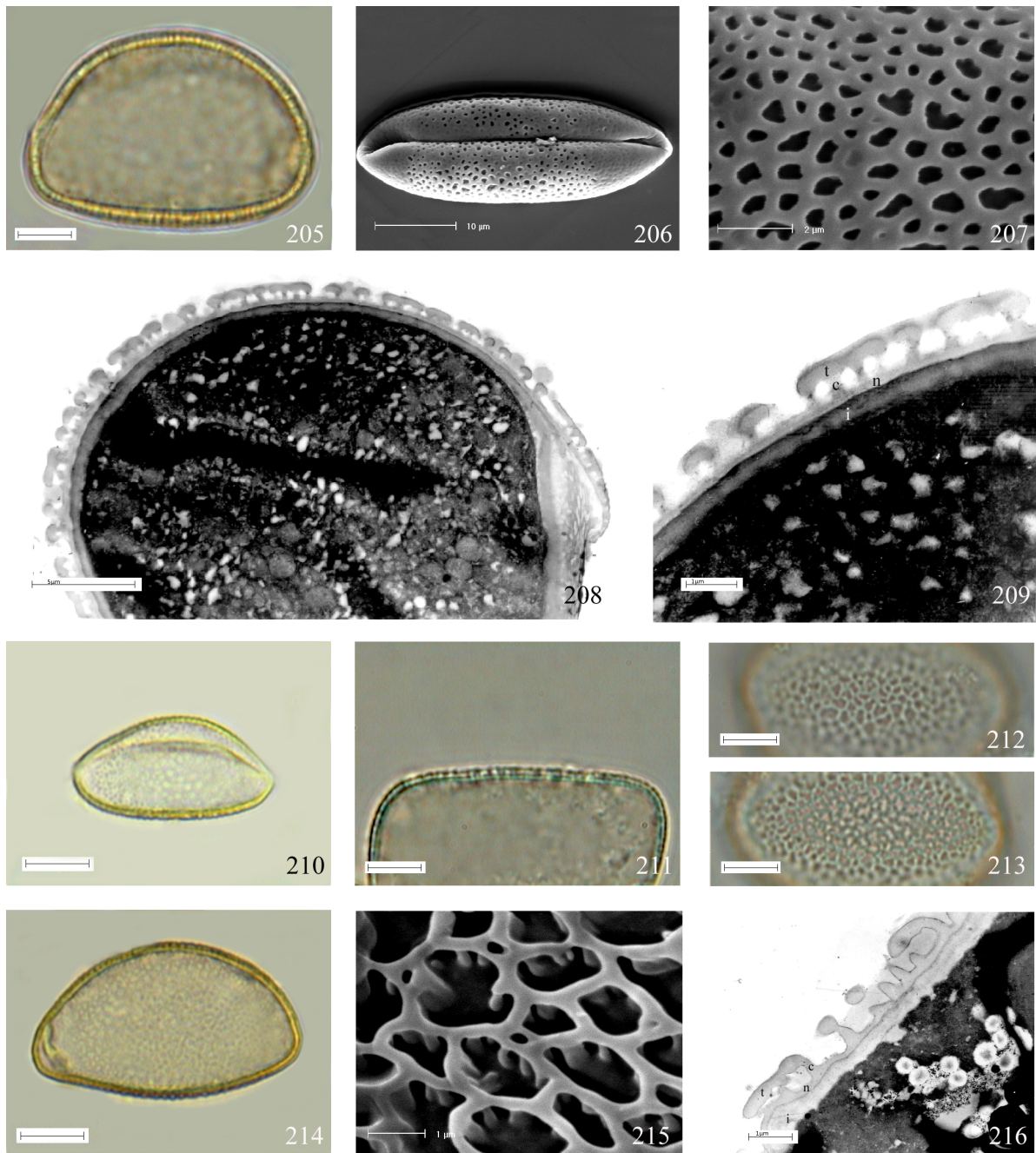
Confrontando-se os grãos de pólen dos espécimes de comparação (*R.J.F. Garcia et al.* 532, *L. Freitas* 598, *L.M. Versieux* 272) com o material padrão, observa-se que todos os valores dos diâmetros tanto em vista equatorial quanto em vista polar encontram-se dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão.

Tabela 47. Medidas dos grãos de pólen de *Pitcairnia flammea*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	38,00-48,88
	$x \pm s_x$ (μm)	$42,90 \pm 0,44$
	s (μm)	2,21
	V (%)	5,16
	IC (μm)	41,98-43,81
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	27,13-34,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$30,51 \pm 0,36$
	s (μm)	1,81
	V (%)	5,94
	IC (μm)	29,76-31,25
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	40,00-47,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$43,37 \pm 0,43$
	s (μm)	2,15
	V (%)	4,97
	IC (μm)	42,48-44,26
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	23,50-31,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$28,05 \pm 0,42$
	s (μm)	2,08
	V (%)	7,43
	IC (μm)	27,19-28,90
Colpo		
Comprimento	x (μm)	34,35
Largura	x (μm)	9,80
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	16-33
Diâmetro	Faixa de variação	0,50-2,88
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,18-0,81
Exina	x (μm)	5,23
Sexina	x (μm)	4,04
Nexina	x (μm)	0,94
Teto	x (μm)	1,05

Tabela 48. Medidas em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Pitcairnia flammea*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies/espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Pitcairnia flammea</i>				
<i>L. Freitas 598</i>	39,45 ^b	27,66 ^b	41,99 ^b	24,59 ^b
<i>R.J.F. Garcia et al. 532</i>	41,56 ^b	30,66 ^a	45,58 ^b	25,70 ^b
<i>L.M. Versieux & A.M. Calvente 272</i>	41,90 ^b	29,29 ^b	41,70 ^b	26,16 ^b



Figuras 205-209. *Dyckia encholirioides*. 205. Vista equatorial. 206. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 207. Detalhe da ornamentação (MEV). 208. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 209. Detalhe da exina (MET). 210-213. *Dyckia linearifolia*. 210. Vista equatorial. 211. Corte óptico. 212-213. Análise de LO. 214-216. *Pitcairnia flammea*. 214. Vista equatorial. 215. Detalhe da ornamentação (MEV). 216. Detalhe da exina (MET). C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figuras 209, 216 = 1 μm ; figuras 208, 211-213 = 5 μm ; figuras 205, 206, 210, 214 = 10 μm .

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar das espécies da subfamília Pitcairnioideae (gráficos 5 A-B, 6 A-B), verifica-se que:

- a. os grãos de pólen de *Pitcairnia flammea* separam-se dos de *Dyckia linearifolia* e *D. encholirioides*, tanto em vista equatorial quanto em vista polar, por serem maiores;
- b. os grãos de pólen de *Dyckia linearifolia* e *Dyckia encholirioides*, separam-se dos de *Pitcairnia flammea* por serem menores, tanto em vista equatorial quanto em vista polar, mas não se separam entre si.

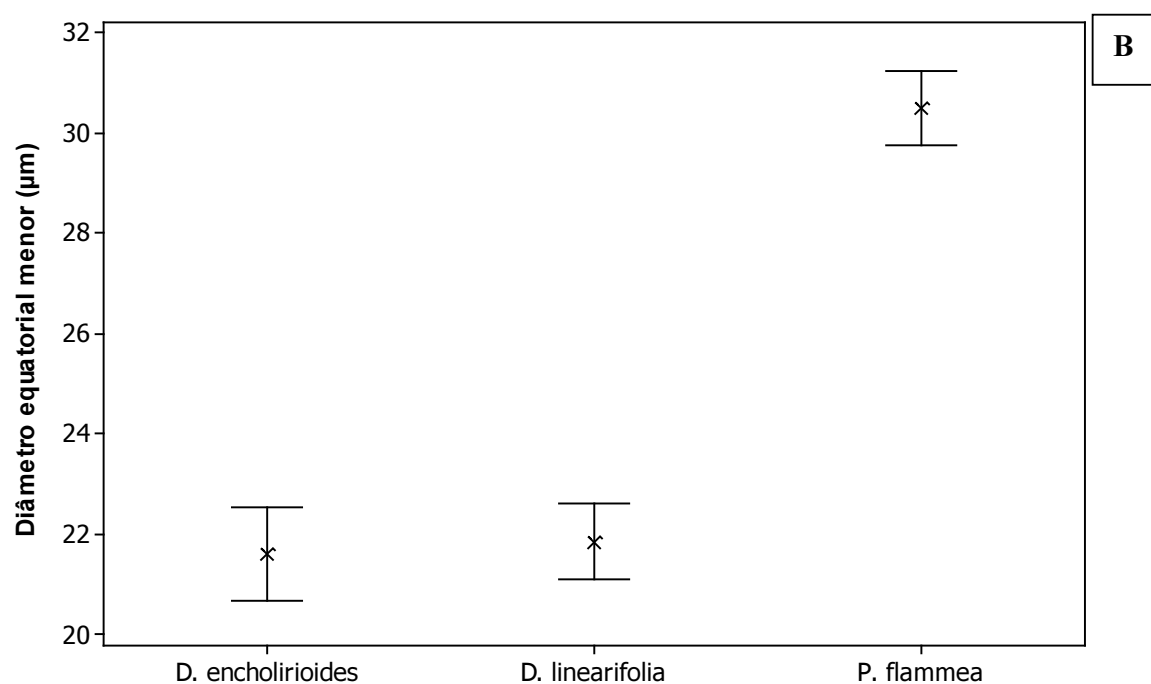
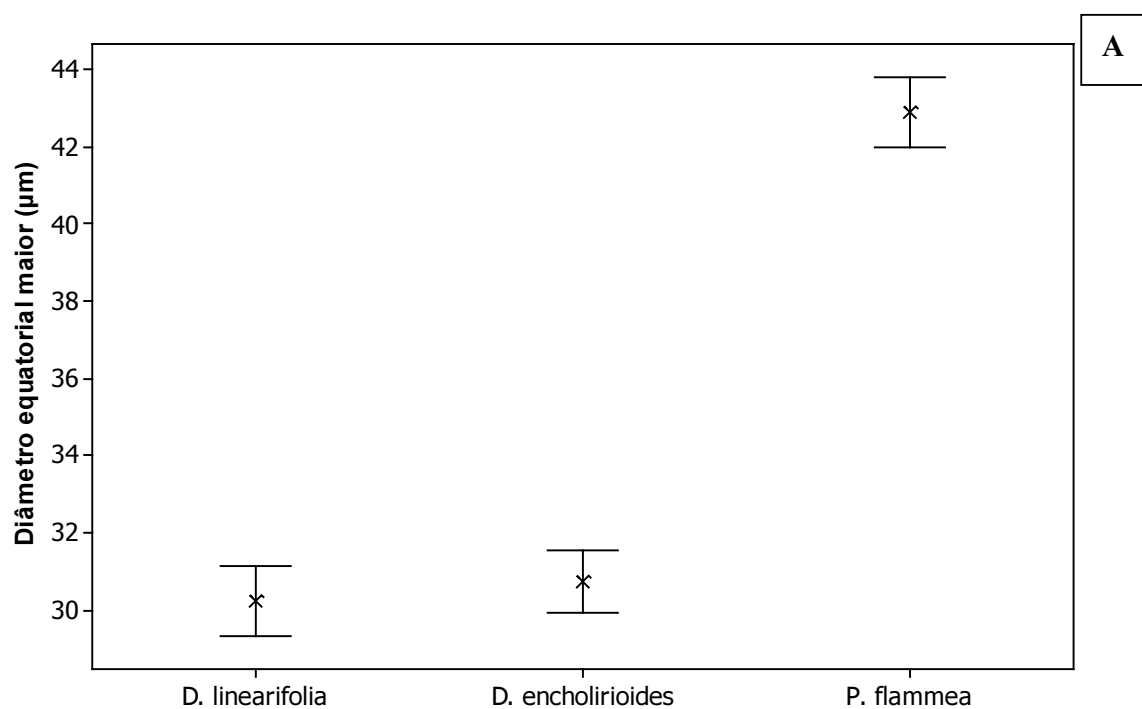


Gráfico 5. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista polar das espécies da subfamília Pitcairnioideae. A. Diâmetro equatorial maior. B. Diâmetro equatorial menor. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

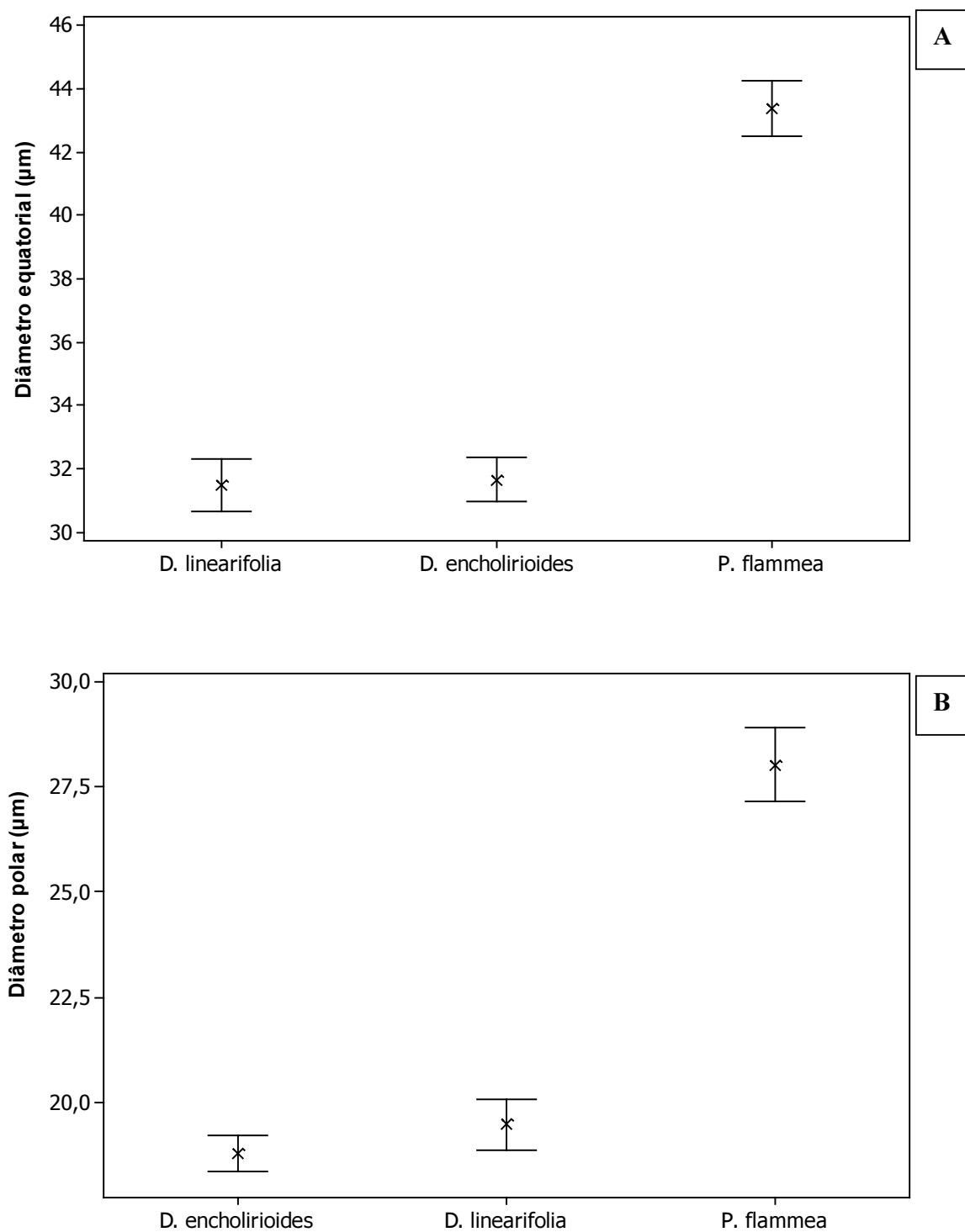


Gráfico 6. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista equatorial das espécies da subfamília Pitcairnioideae. A. Diâmetro equatorial. B. Diâmetro polar. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

Subfamília Tillandsioideae

Catopsis Griseb

Catopsis berteroniana (Schult. f.) Mez (figuras 217-221; tabelas 49-50)

Grãos de pólen de tamanho médio a grande, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados, em alguns grãos de pólen, colpo similar a um poro e em outros intermediários; exina tectada, perfurada, perfurações densamente distribuídas, alongadas ou arredondadas, com diferentes tamanhos; muros esparsamente perfurados, simplescolumelado, columelas longas; teto mais espesso que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura, observa-se exina com ondulações leves, densamente perfurada, perfurações de diferentes tamanhos e formas.

Sob microscopia eletrônica de transmissão nota-se, em *Catopsis berteroniana* (figuras 220, 221), um teto descontínuo, levemente ondulado, bem mais espesso que a nexina. Espaços intercolumelares reduzidos, com restos de material do tapete, columelas de diferentes diâmetros, algumas vezes unidas, e com diâmetros reduzidos na base. Nexina ondulada, principalmente na parte voltada para a sexina, subdividida em nexina 1 e 2. Nexina 1 bem mais espessa que a nexina 2 que é lamelada e extremamente relacionada com a intina. Intina espessa e compacta por todo grão de pólen.

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação com o material padrão, verifica-se que o espécime *M.G.L. Wanderley 994* apresenta todos os valores dos diâmetros, tanto em vista equatorial quanto em vista polar, dentro da faixa de variação do material padrão, ao passo que o espécime *A.N. Neger s.n.*, SP35725, apresenta somente o diâmetro equatorial menor em vista polar fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 49. Medidas dos grãos de pólen de *Catopsis berteroniana*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	45,88-55,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$50,23 \pm 0,40$
	s (μm)	2,02
	V (%)	4,03
	IC (μm)	49,40-51,06
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	28,75-43,88
	$x \pm s_x$ (μm)	$39,89 \pm 0,76$
	s (μm)	3,82
	V (%)	9,59
	IC (μm)	35,04-38,06
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	44,50-57,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$50,73 \pm 0,55$
	s (μm)	2,74
	V (%)	5,40
	IC (μm)	49,60-51,85
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	29,38-43,50
	$x \pm s_x$ (μm)	$36,55 \pm 0,73$
	s (μm)	3,67
	V (%)	10,05
	IC (μm)	35,04-38,06
Colpo		
Comprimento	x (μm)	20,38
Largura	x (μm)	10,00
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	30-58
Diâmetro	Faixa de variação	0,26-0,82
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,23-0,59
Exina	x (μm)	5,40
Sexina	x (μm)	4,29
Nexina	x (μm)	0,94
Teto	x (μm)	1,13

Tabela 50. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Catopsis berteroniana*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécie/espécime	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Catopsis berteroniana</i>				
<i>A.N. Neger s.n.</i> , SP335725	53,20 ^b	44,90 ^c	54,49 ^b	38,14 ^b
<i>M.G.L. Wanderley et al.</i> 994	47,76 ^b	40,70 ^b	48,68 ^b	39,21 ^b

Racinaea (Baker) Spencer & L.B. Sm.

Racinaea spiculosa (Griseb.) Spencer & L.B. Sm. (figuras 222-224; tabela 51)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, as malhas diminuem de tamanho em direção a extremidade do colpo, lumens com contornos variáveis; muros lisos, estreitos, esparsamente perfurados, com raros apêndices laterais, simplescolumelados, columelas longas; sexina mais espessa que a nexina.

Tabela 51. Medidas dos grãos de pólen de *Racinaea spiculosa*.

Grandezas		
Vista Polar		
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	27,00-39,38
	$x \pm s_x$ (μm)	$33,72 \pm 0,69$
	s (μm)	3,43
	V (%)	10,17
	IC (μm)	32,30-35,13
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	22,88-28,88
	$x \pm s_x$ (μm)	$25,97 \pm 0,34$
	s (μm)	1,69
	V (%)	6,51
	IC (μm)	25,27-26,66
Vista Equatorial		
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	25,25-40,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$32,59 \pm 0,77$
	s (μm)	3,83
	V (%)	11,16
	IC (μm)	31,01-34,17
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	13,88-27,00
	$x \pm s_x$ (μm)	$21,90 \pm 0,78$
	s (μm)	3,91
	V (%)	17,85
	IC (μm)	20,28-23,51
Colpo		
Comprimento	x (μm)	26,65
Largura	x (μm)	13,91
Lúmen		
Número/50 μm^2	Faixa de variação	19-30
Diâmetro	Faixa de variação	0,42-1,36
Muro		
Largura	Faixa de variação	0,23-0,91
Exina	x (μm)	4,68
Sexina	x (μm)	3,68
Nexina	x (μm)	0,74
Teto	x (μm)	0,99

Tillandsia L. (tabelas 52-53)

Tillandsia aeranthos (Loisel.) L.B. Sm. (Figuras 225-227)

Tillandsia crocata (E. Morren) Baker (Figuras 228-231)

Grãos de pólen de tamanho médio, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados, operculados; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, as malhas diminuem de tamanho em direção ao colpo e nas extremidades do diâmetro equatorial, lumens lisos, com contornos variáveis (*T. aeranthos*) ou arredondados (*T. crocata*); muros lisos, estreitos, simplescolumelados, columelas longas; curvos, com perfurações esparsas (*T. aeranthos*) ou retos (*T. crocata*); sexina mais espessa que a nexina.

Confrontando-se os grãos de pólen do espécime de comparação *W.A. Archer 4304* (*T. aeranthos*) com os do material padrão, observa-se que somente os valores do diâmetro polar em vista equatorial estão fora da faixa de variação do material padrão.

Tabela 52. Medidas dos grãos de pólen de *Tillandsia*.

Espécies Grandezas		<i>Tillandsia aeranthos</i>	<i>Tillandsia crocata</i>
Vista Polar			
Diâmetro Equatorial maior	Faixa de Variação (μm)	39,25-49,00	28,50-38,13
	$x \pm s_x$ (μm)	$42,75 \pm 0,54$	$31,88 \pm 0,57$
	s (μm)	2,69	2,86
	V (%)	6,30	8,97
	IC (μm)	41,64-43,86	30,71-33,05
Diâmetro Equatorial menor	Faixa de Variação (μm)	25,00-36,63	20,50-27,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$31,16 \pm 0,56$	$24,55 \pm 0,30$
	s (μm)	2,80	1,52
	V (%)	9,00	6,17
	IC (μm)	30,01-32,31	23,93-25,17
Vista Equatorial			
Diâmetro Equatorial	Faixa de Variação (μm)	38,63-52,88	28,25-37,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$46,37 \pm 0,61$	$32,40 \pm 0,43$
	s (μm)	3,05	2,16
	V (%)	6,57	6,66
	IC (μm)	45,11-47,63	31,51-33,29
Diâmetro Polar	Faixa de Variação (μm)	26,25-34,63	18,63-25,63
	$x \pm s_x$ (μm)	$29,17 \pm 0,41$	$21,63 \pm 0,39$
	s (μm)	2,07	1,94
	V (%)	7,11	8,98
	IC (μm)	28,32-30,02	20,83-22,43
Colpo			
Comprimento	x (μm)	36,01	27,86
Largura	x (μm)	8,58	7,36
Lúmen			
Número/50 μm^2	Faixa de variação	18-27	21-32
Diâmetro	Faixa de variação	0,42-2,08	0,46-2,55
Muro			
Largura	Faixa de variação	0,26-1,23	0,23-0,82
Exina	x (μm)	4,76	4,08
Sexina	x (μm)	3,89	3,28
Nexina	x (μm)	0,73	0,61
Teto	x (μm)	0,95	0,84

Tabela 53. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen do material de comparação de *Tillandsia aeranthos*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

Espécies / espécime	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Tillandsia aeranthos</i>				
<i>W.A. Archer 4304</i>	44,56 ^b	31,45 ^a	47,78 ^b	25,53 ^c

Vriesea Lindl. (tabelas 54-57)

Vriesea brusquensis Reitz (figuras 232-235)

Vriesea gamba Wawra (figuras 236-241)

Vriesea pardalina Mez (figuras 242-248)

Vriesea simplex (Vell.) Beer (figuras 249-251)

Grãos de pólen de tamanho grande, simetria bilateral, heteropolares, âmbito elíptico, equatorialmente apresentam contorno plano de um lado e convexo do outro; 1-colpados, colpo com membrana ornamentada em *Vriesea gamba* e *V. pardalina*; exina semitectada, reticulada, heterobrocada, as malhas diminuem de tamanho em direção as extremidades do diâmetro equatorial e próximo à região do colpo, lumens variando de arredondados a poligonais, lisos ou com granulações (*V. gamba*, *V. pardalina*, *V. simplex*), observa-se em *V. gamba* e *V. pardalina* lumens grandes circundados por microrretículos; muros lisos, estreitos a largos (*V. gamba*), retos, curvos (*V. gamba*) a levemente curvos (*V. pardalina*) com apêndices (*V. brusquensis*, *V. gamba*), esparsamente perfurados (*V. pardalina*, *V. simplex*), simplescolumelados ou duplicolumelado (*V. gamba*), columelas longas ou muito longas (*V. brusquensis*); sexina mais espessa que a nexina.

Sob microscopia eletrônica de varredura observa-se no grão de pólen de *V. gamba* (figura 240) uma invaginação da abertura, resultante do processo de metalização, já em *V. pardalina* (figura 246) observa-se a membrana do colpo ornamentada. As malhas do retículo diminuem de tamanho em direção às extremidades do eixo equatorial; lumens com uma a duas granulações em *V. pardalina*, e com várias granulações em *V. gamba*.

Sob microscopia eletrônica de transmissão observa-se que o teto é descontínuo, espesso, levemente ondulado, principalmente nas regiões de ausência das columelas. Nexina ligeiramente mais delgada que o teto. Espaços intercolumnelares reduzidos, columelas muito longas com diâmetro na maioria das vezes similares, ocasionalmente com algumas constrições na porção mediana; constituídas de projeções provenientes tanto do teto quanto da nexina. Presença de granulações sobre o teto e na região voltada para os espaços intercolumnelares. Nexina ondulado, nexina 2 bastante delgada. Intina espessa, com diferentes camadas de material eletrodenso.

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação com os dos materiais padrão, observa-se que nos espécimes de *V. brusquensis* (S. Kanashiro s.n.,

SP370160), *V. gamba* (L.S.R. Duarte 32, V.S. Oliveira et al. 1, M.G.L. Wanderley et al. 2232, 2440) e *V. simplex* (G. Martinelli et al. 15921, B.A. Moreira et al. 233) todos os valores dos diâmetros tanto em vista equatorial quanto em vista polar estão dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação do material padrão, ao passo que nos espécimes T.T. Lima 109 (*V. pardalina*) e S.L. Proença et al. 69 (*V. simplex*) apenas os valores dos diâmetros polares em vista equatorial estão fora da faixa de variação dos seus materiais padrão.

Tabela 54. Medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies do gênero *Vriesea*.

Espécies/ Diâmetros		FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x(\mu\text{m})$	s (μm)	V (%)	IC (μm)
<i>Vriesea brusquensis</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	60,50-75,75	$67,74 \pm 0,82$	4,08	6,02	66,05-69,43
	Diâmetro Equatorial menor	40,00-55,38	$46,27 \pm 0,83$	4,15	8,98	44,56-47,98
VE	Diâmetro Equatorial	60,50-81,38	$70,20 \pm 1,25$	5,25	7,48	67,64-72,37
	Diâmetro Polar	34,50-48,75	$41,41 \pm 0,78$	3,92	9,45	39,80-43,02
<i>Vriesea gamba</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	56,38-72,00	$64,02 \pm 0,81$	4,03	6,30	62,35-65,69
	Diâmetro Equatorial menor	37,75-57,75	$48,27 \pm 0,89$	4,44	9,19	46,44-50,10
VE	Diâmetro Equatorial	51,50-76,75	$68,28 \pm 1,09$	5,46	8,00	66,03-70,53
	Diâmetro Polar	32,13-51,00	$43,96 \pm 1,01$	5,07	11,54	41,88-46,04
<i>Vriesea pardalina</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	52,13-61,00	$55,90 \pm 0,51$	2,55	4,57	54,85-56,95
	Diâmetro Equatorial menor	38,25-49,13	$44,75 \pm 0,63$	3,14	7,03	43,45-46,05
VE	Diâmetro Equatorial	51,63-59,25	$55,56 \pm 0,41$	2,07	3,72	54,71-56,41
	Diâmetro Polar	31,25-40,38	$35,37 \pm 0,49$	2,44	6,89	34,36-36,38
<i>Vriesea simplex</i>						
VP	Diâmetro Equatorial maior	55,50-69,00	$60,85 \pm 0,71$	3,57	5,87	59,39-62,31
	Diâmetro Equatorial menor	33,50-45,63	$40,60 \pm 0,70$	3,50	8,63	39,16-42,04
VE	Diâmetro Equatorial	58,00-74,63	$65,90 \pm 0,90$	4,51	6,85	64,05-67,75
	Diâmetro Polar	29,88-44,13	$36,45 \pm 0,65$	3,23	8,87	35,11-37,79

Tabela 55 Medidas, em μm, das aberturas e camadas da exina das espécies do gênero *Vriesea*.

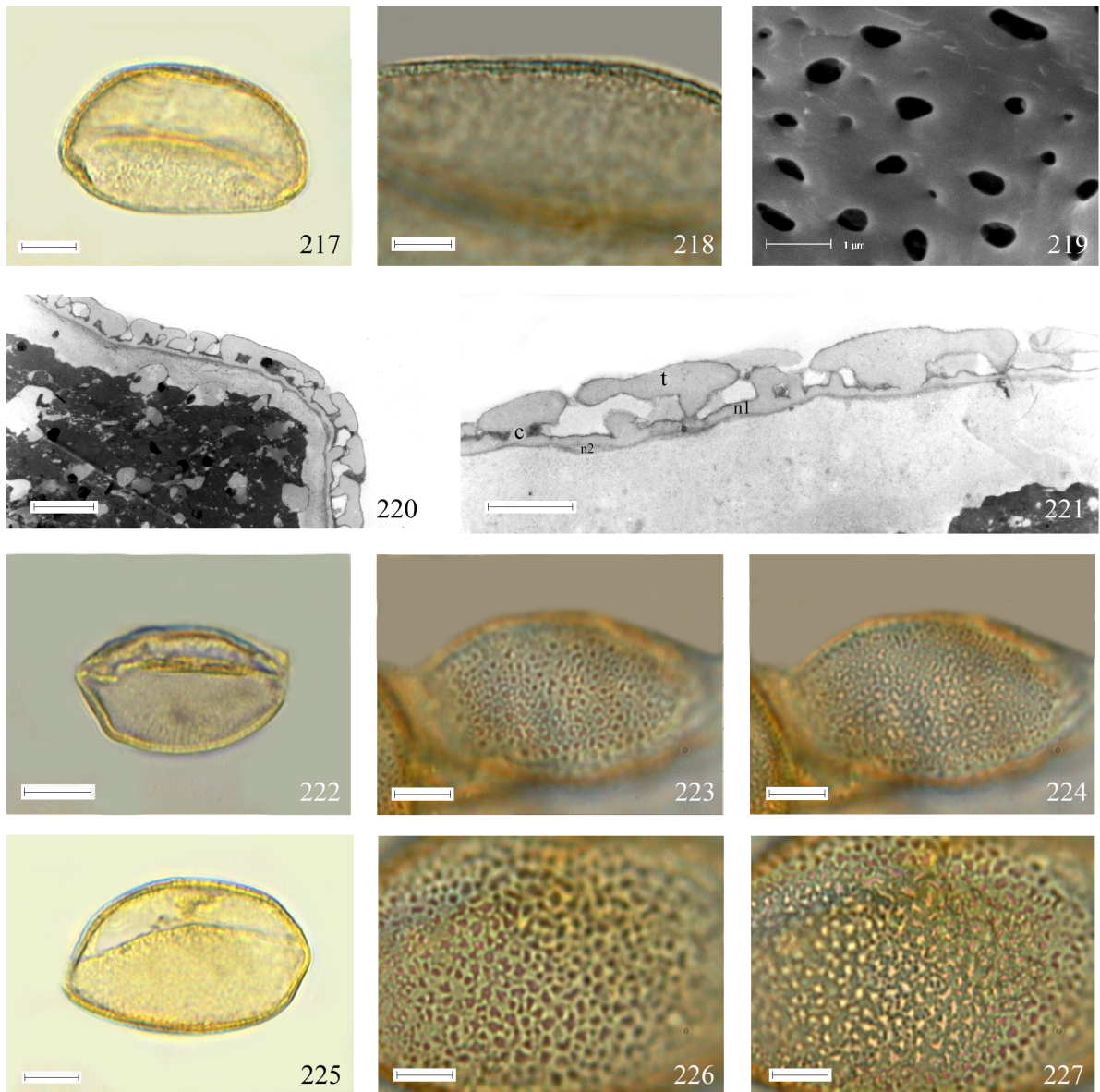
Espécies	Colpo	Exina	Sexina	Nexina	Teto
<i>Vriesea brusquensis</i>	61,16 x 28,43	6,48	5,06	0,99	1,05
<i>Vriesea gamba</i>	49,19 x 11,66	5,53	4,43	0,96	1,18
<i>Vriesea pardalina</i>	45,73 x 25,53	6,11	4,79	0,86	1,06
<i>Vriesea simplex</i>	53,90 x 12,05	5,90	4,84	0,85	0,95

Tabela 56. Medidas do retículo de *Vriesea*.

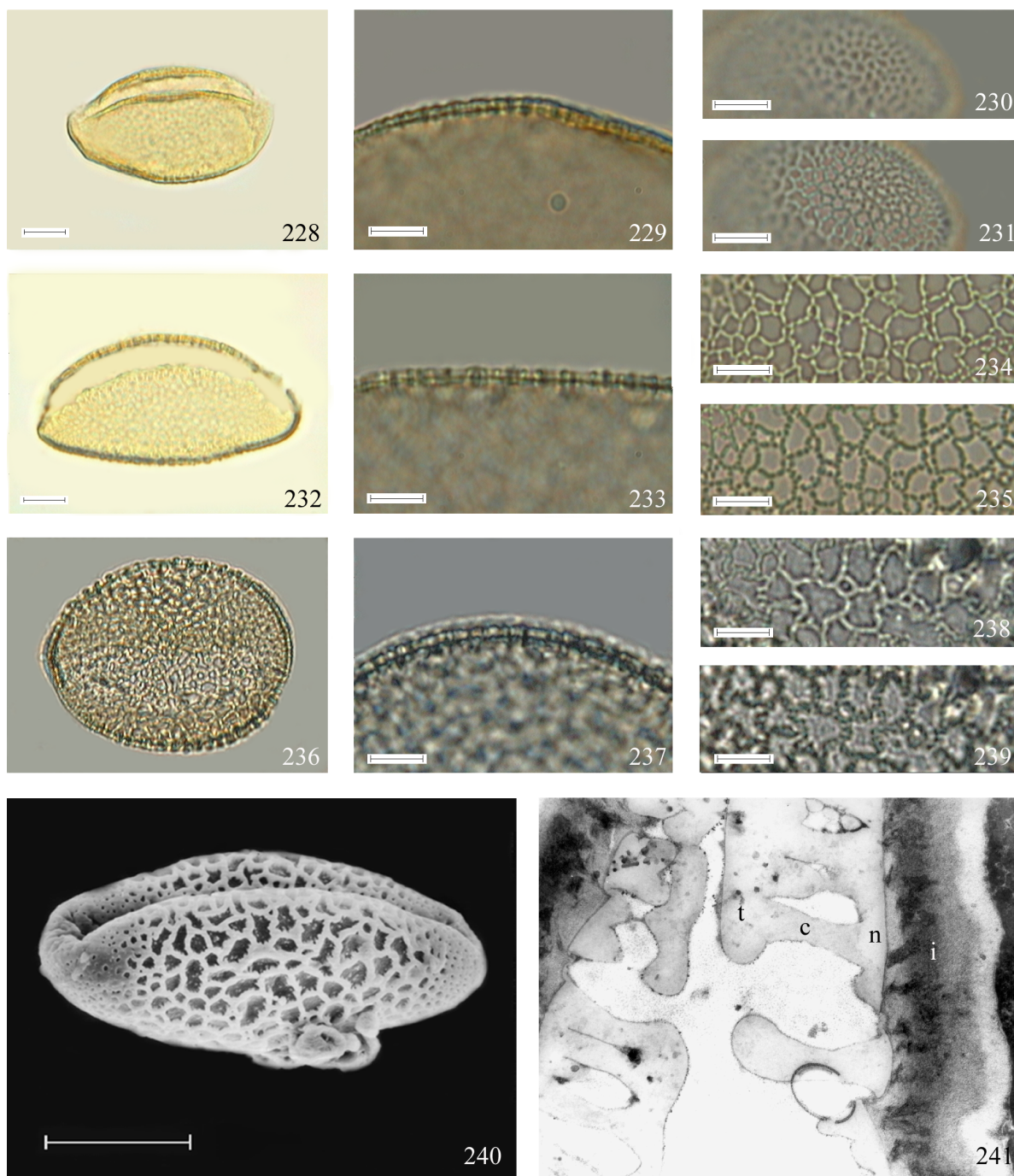
Espécies	Lúmen		Muro	
	Número/50 μm ²	Diâmetro (μm)	Largura (μm)	Perfurações/50μm ²
<i>Vriesea brusquensis</i>	7-12	1,14-6,63	0,23-0,93	1
<i>Vriesea gamba</i>	5-11	1,50-14,54	0,81-3,40	1
<i>Vriesea pardalina</i>	7-11	1,02-6,40	0,24-0,82	1
<i>Vriesea simplex</i>	11-18	1,00-7,94	0,30-1,18	1-3

Tabela 57. Medidas, em μm , dos diâmetros dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Vriesea*; ^a valor dentro do IC do espécime padrão; ^b valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ^c valor fora da FV; IC = intervalo de confiança; FV = faixa de variação; DE = Diâmetro Equatorial; DP = Diâmetro Polar.

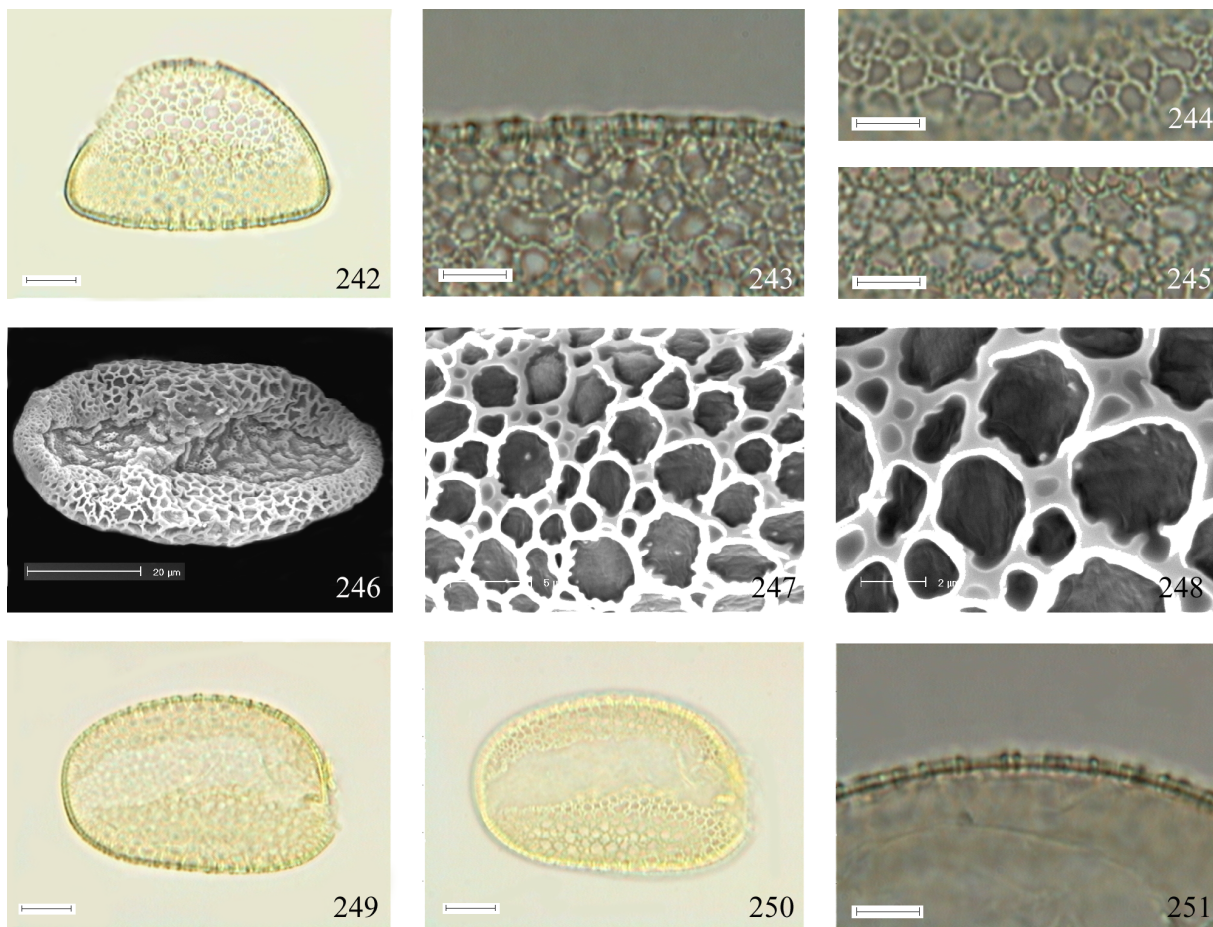
Espécies / espécimes	Vista Polar		Vista Equatorial	
	DE maior	DE menor	DE	DP
<i>Vriesea brusquensis</i>				
<i>S. Kanashiro s.n.</i> , SP370160	62,71 ^b	46,70 ^a	66,91 ^b	39,00 ^b
<i>Vriesea gamba</i>				
<i>L.S.R. Duarte 32</i>	61,83 ^b	45,58 ^a	65,03 ^b	37,15 ^b
<i>V.S. Oliveira et al. 1</i>	68,58 ^b	47,84 ^a	73,86 ^b	35,70 ^b
<i>M.G.L. Wanderley et al. 2232</i>	67,36 ^b	52,25 ^b	68,24 ^a	36,45 ^b
<i>M.G.L. Wanderley et al. 2440</i>	64,07 ^b	43,96 ^b	65,47 ^b	37,88 ^b
<i>Vriesea pardalina</i>				
<i>T.T. Lima 109</i>	54,03 ^b	40,01 ^b	58,58 ^b	29,84 ^c
<i>Vriesea simplex</i>				
<i>G. Martinelli et al. 15921</i>	60,32 ^a	43,78 ^b	62,29 ^b	33,08 ^b
<i>B.A. Moreira et al. 233</i>	64,05 ^b	34,21 ^b	66,48 ^a	31,64 ^b
<i>S.L. Proença et al. 69</i>	57,79 ^b	39,35 ^a	58,38 ^b	27,43 ^c



Figuras 217-221. *Catopsis berteroriana*. 217. Vista equatorial. 218. Corte óptico. 219. Detalhe da ornamentação (MEV). 220. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 221. Detalhe da exina (MET). 222-224. *Racinae spiculosa*. 222. Vista equatorial. 223-224. Análise de LO. 225-227. *Tillandsia aeranthos*. 225. Vista equatorial. 226-227. Análise de LO. C = columela, n = nexina, t = teto. Escalas: figuras 220, 221 = 2 μm ; figuras 218, 223, 224, 226, 227 = 5 μm ; figuras 217, 222, 225 = 10 μm .



Figuras 228-231. *Tillandsia crocata*. 228. Vista equatorial. 229. Corte óptico. 230-231. Análise de LO. 232-235. *Vriesea brusquensis*. 232. Vista equatorial. 233. Corte óptico. 234-235. Análise de LO. 236-241. *Vriesea gamba*. 236. Vista polar. 237. Corte óptico. 238-239. Análise de LO. 240. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 241. Detalhe da exina (MET). C = columela, i = intina, n = nexina, t = teto. Escalas: figura 241 = 1 μm ; figuras 229-231, 233-235, 237-239 = 5 μm ; figuras 228, 232, 236, 240 = 10 μm .



Figuras 242-248. *Vriesea pardalina*. 242. Vista equatorial. 243. Corte óptico. 244-245. Análise de LO. 246. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 247-248. Detalhe da ornamentação (MEV). 249-251. *Vriesea simplex*. 249. Vista equatorial. 250. Corte óptico. 251. Vista polar evidenciando abertura. Escalas: figura 248 = 2 μm ; figuras 243-245, 247, 250 = 5 μm ; figuras 242, 246, 249 = 10 μm .

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% dos diâmetros dos grãos de pólen em vista equatorial e polar das espécies da subfamília Tillandsioideae (gráfico 7 A-B, 8 A-B), observa-se que:

- a. com base nos valores do diâmetro equatorial maior em vista polar e nos diâmetros em vista equatorial, os grãos de pólen de *Tillandsia crocata* e *Racinaea spiculosa*, separam-se dos das demais espécies por serem menores, mas não se separam entre si;
- b. os grãos de pólen de *Tillandsia aeranthos* se separam dos das demais espécies, pelos valores dos diâmetros tanto em vista polar quanto em vista equatorial;
- c. quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial maior em vista equatorial, os grãos de pólen de *Catopsis berteroniana*, *Vriesea pardalina*, *V. simplex*, *V. gamba* e *V. brusquensis* se separam entre si (gráfico 7 A);
- d. os grãos de pólen de *Tillandsia crocata* e *Racinaea spiculosa* se separam dos das demais espécies, e também entre si, pelos valores do diâmetro equatorial menor em vista polar (gráfico 7 B);
- e. com base no diâmetro equatorial menor em vista polar, os grãos de pólen de *Vriesea pardalina*, *V. brusquensis* e *V. gamba* separam-se dos das demais espécies, por serem maiores; neste grupo é possível separar-se *V. pardalina* de *V. gamba* (gráfico 7 B);
- f. os grãos de pólen de *Catopsis berteroniana* e *Vriesea simplex* se separam dos das demais espécies, mas não se separam entre si (gráfico 7 B);
- g. os grãos de pólen de *Catopsis berteroniana* se separam dos das demais espécies, quando se leva em consideração as medidas do diâmetro equatorial em vista equatorial (gráfico 8 A);
- h. quando se leva em consideração as medidas do diâmetro equatorial em vista equatorial, as espécies *Vriesea pardalina*, *V. simplex*, *V. gamba* e *V. brusquensis* formam um grupo contínuo, com grãos de pólen maiores, no qual é possível separar algumas espécies (gráfico 8 A);
- i. os grãos de pólen de *Vriesea pardalina*, *Catopsis berteroniana* e *Vriesea simplex* não se separam entre si, mas separam-se dos das demais espécies, quando se leva em consideração os valores do diâmetro polar em vista equatorial (gráfico 8 B);

- j. os grãos de pólen de *Vriesea brusquensis* e *V. gamba* separam-se das demais espécies por serem maiores levando-se em consideração o valor do diâmetro polar em vista equatorial, mas não se separam entre si (gráfico 8 B).

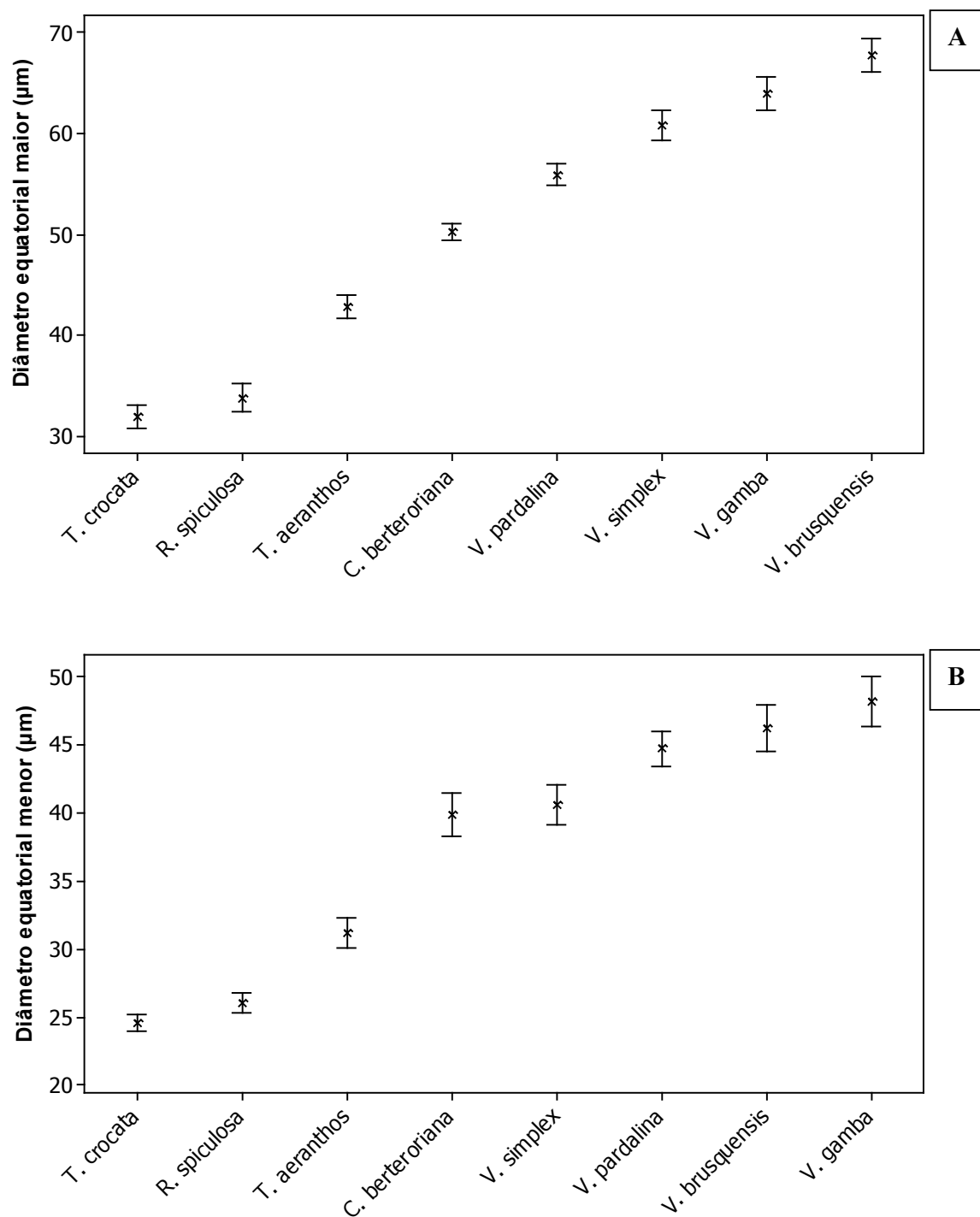


Gráfico 7. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista polar das espécies da subfamília Tillandsioideae. A. Diâmetro equatorial maior. B. Diâmetro equatorial menor. x = média aritmética. Os valores são dados em µm.

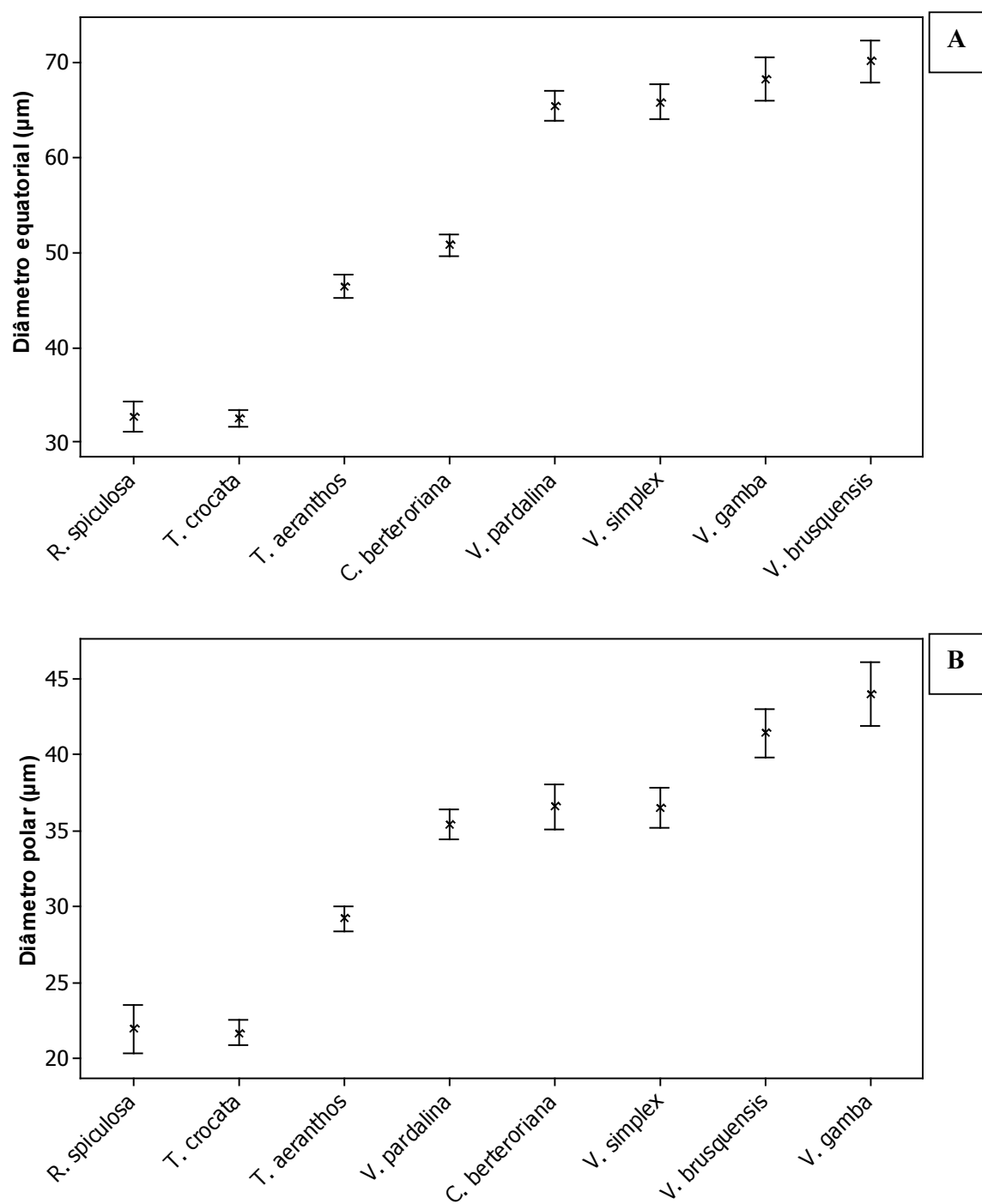


Gráfico 8. Representação do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen em vista equatorial das espécies da subfamília Tillandsioideae. A. Diâmetro equatorial. B. Diâmetro polar. x = média aritmética. Os valores são dados em μm.

Chave para as espécies de Bromeliaceae

1. Grãos de pólen 1-colpados
 2. Exina, sob MO, psilado-perfurada
 3. Perfurada, com estrias pequenas, curtas e imbricadas, sob MEV *Aechmea ornata*
 3. Perfurada, sem estrias
 4. Colpos > 50 μm de comprimento; exina > 9,00 μm de espessura *Billbergia zebrina*
 4. Colpos < 32 μm de comprimento; exina < que 6,00 μm de espessura *Catopsis berteroniana*
..... *Fernseea bocainensis*
 2. Exina, sob MO, microrreticulada ou reticulada
 5. Microrreticulada na região mais plana e foveolada em direção às aberturas *Billbergia portearia*
 5. Reticulada
 6. Lumens grandes, na maioria das vezes, circundados por microrretículos e perfurações
 7. Muro reto, sem apêndices *Billbergia nutans*
 7. Muro curvo a ligeiramente curvo, com apêndices
 8. Curvo, largo, duplicolumelado, com muitos grânulos por lúmen *Vriesia gamba*
 8. Ligeiramente curvo, estreito, simplescolumelado, com 1 ou 2 granulações por lúmen *Vriesia pardalina*
 6. Lumens não circundados por microrretículos
 9. Muros curvos ou ligeiramente curvos
 10. Muros com apêndices laterais
 11. Exina > 5,00 μm de espessura; colpo > 34,00 μm de comprimento *Pitcairnia flammea*
 11. Exina < 4,99 μm de espessura; colpo < 30,00 μm de comprimento *Racinaea spiculosa*
 10. Muros sem apêndices laterais
 12. Sem perfurações; colpo < 32,00 μm de comprimento *Ananas fritzmuelleri*
 12. Com perfurações esparsas; colpo > 36,00 μm de comprimento *Tillandsia aeranthos*
 9. Muros retos
 13. Lumens com granulações *Fernseea itatiaiae*
 13. Lumens lisos
 14. Muros com apêndices laterais *Vriesia brusquensis*
 14. Muros sem apêndices laterais
 15. Simplescolumelado com áreas duplicolumeladas *Dyckia encholirioides*
 15. Simplescolumelados
 16. Muros largos; colpo 35,65 μm de comprimento *Aechmea bocainensis*
 16. Muros estreitos; colpo > 50 μm ou < 28 μm

- de comprimento
17. Colpo ca. 53,9 μm de comprimento;
exina ca. 5,9 μm de espessura *Vriesea simplex*
17. Colpo < 28 μm de comprimento;
exina < 5,00 μm espessura *Dyckia linearifolia*
Tillandsia crocata
1. Grãos de pólen 2-4-porados
18. Exina psilada ou heteromórfica
19. Exina heteromórfica (verrugosa, rugulado-microrreticulada, microrreticulado-rugulada) *Hohenbergia augusta*
19. Exina psilada ou psilado-perfurada
20. Grãos de pólen psilados; poros > ca. 16,00 μm de comprimento *Quesnelia arvensis*
20. Grãos de pólen psilado-perfurados; poros < ca. 12,00 μm de comprimento *Aechmea pectinata*
Aechmea vanhoutteana
18. Exina microrreticulada ou reticulada
21. Microrreticulada *Nidularium exiguum*
21. Reticulada
22. Muros ligeiramente curvos ou curvos
23. Sem apêndices laterais; exina < 4,00 μm de espessura *Edmundoa perplexa*
23. Com apêndices laterais; exina > 5,00 μm de espessura
24. Muros duplicolumelados; poro < 9,00 μm de comprimento *Aechmea phanerophlebia*
24. Muros simplescolumelados ou simplescolumelados com algumas regiões duplicolumeladas; poro > 11,00 μm de comprimento
25. Lumens lisos; poro ca. 20,68 μm de comprimento *Quesnelia marmorata*
25. Lumens com granulações; poro < 20,00 μm de comprimento *Edmundoa ambigua*
Quesnelia violacea
22. Muros retos
26. Com apêndices laterais
27. Lumens com granulações; âmbito elíptico *Nidularium corallinum*
27. Lumens lisos; âmbito sub-retangular
28. Muros simplescolumelados com algumas regiões duplicolumeladas; poro < 19,00 μm de comprimento *Nidularium albiflorum*
28. Muros sempre simplescolumelados; poro > 20,00 μm de comprimento *Nidularium campos-portoi*
Nidularium longiflorum
Nidularium rutilans
26. Sem apêndices laterais
29. Muros duplicolumelados ou pluricolumelados
30. Duplicolumelados *Neoregelia laevis*

- Wittrockia cyathiformis*
Wittrockia superba
30. Pluricolumelados
31. Lumens preenchidos por granulações e/ou
báculos isolados ou soldados; bordas dos
muros com reentrâncias irregulares entre
columelas adjacentes *Acanthostachys strobilacea*
31. Lumens lisos; bordas dos muros sem
reentrâncias *Aechmea coelestis*
Quesnelia testudo
29. Muros simplescolumelados ou simplescolumelados
com algumas regiões duplicolumeladas
32. Simplescolumelados
33. Lumens com granulações *Edmundoa lindenii*
33. Lumens lisos
34. Âmbito elíptico *Aechmea caudata*
Aechmea organensis
Aechmea sp.
Neoregelia concentrica
Nidularium picinguabense
Nidularium rubens
34. Âmbito sub-retangular *Nidularium amazonicum*
Nidularium marigoi
Nidularium minutum
32. Simplescolumelados com algumas
regiões duplicolumeladas
35. Lumens com granulações e/ou báculos
esparsas; poro ca. 11,48 µm de
comprimento *Neoregelia johannis*
35. Lumens lisos; poro > 13,00 µm de
comprimento ou < 7,00 µm de
comprimento
36. Poro ca. 6,59 µm de comprimento
..... *Neoregelia marmorata*
36. Poro > 13,00 µm de comprimento
37. Âmbito elíptico; poro <
20,00 µm de comprimento *Aechmea cylindrata*
Nidularium bocainense
37. Âmbito sub-retangular; poro
> 22,00 µm de comprimento
..... *Nidularium antoineanum*

4. Discussão

Das 55 espécies estudadas de Bromeliaceae do Estado de São Paulo, 30 não haviam sido analisadas anteriormente: *Aechmea bocainensis*, *A. cylindrata*, *A. pectinata*, *A. phanerophlebia*, *A. vanhoutteana*, *Aechmea* sp., *Ananas fritzmuelleri*, *Billbergia nutans*, *B. zebrina*, *Catopsis berteroniana*, *Dyckia encholirioides*, *D. linearifolia*, *Edmundoa perplexa*, *Fernseea bocainensis*, *Hohenbergia augusta*, *Neoregelia johannis*, *N. laevis*, *Nidularium albiflorum*, *N. amazonicum*, *N. campos-portoi*, *N. corallinum*, *N. exiguum*, *N. marigoi*, *Pitcairnia flammea*, *Quesnelia testudo*, *Q. violacea*, *Racinaea spiculosa*, *Vriesea brusquensis*, *V. gamba* e *V. pardalina*.

Constatou-se, no presente estudo, variabilidade morfopolínica ao nível de aberturas (colpadas e poradas) e da ornamentação da exina, confirmando dados da literatura para a família Bromeliaceae (Mez 1891-1894, 1934-1935; Ehler & Schill 1973, Erdtman & Praglowski 1974, Wanderley & Melhem 1991, Halbritter 1992, Sousa *et al.* 1997, Halbritter & Till 1998, Souza *et al.* 2004, Moreira *et al.* 2005).

Dentre as espécies estudadas, *Aechmea ornata* e *Catopsis berteroniana* apresentaram dificuldades na definição das aberturas, pois em ambas os grãos de pólen sofreram deformações provocadas pelo método de preparação utilizado (ACLAC), embora tenha sido possível observar que as mesmas são do tipo colpado.

Estudos com microscopia eletrônica de transmissão permitiram uma interpretação segura da estrutura da exina. Porém, o estudo em microscopia óptica, não deve ser descartado, uma vez que possibilita um diagnóstico mais conclusivo por meio de cortes ópticos em um número maior de grãos de pólen e de espécimes. No presente estudo, a análise em MET foi feita para *Aechmea ornata*, *Billbergia zebrina*, *Catopsis berteroniana*, *Dyckia encholirioides*, *Edmundoa lindenbergii*, *Fernseea bocainensis*, *Neoregelia johannis*, *Nidularium exiguum*, *Quesnelia arvensis*, *Pitcairnia flammea* e *Vriesea gamba*.

Quanto à simetria, os grãos de pólen de Bromeliaceae apresentaram simetria heteropolar nos grãos de pólen 1-colpados; simetria bilateral nos 2-porados e radial nos 3-4-porados.

Nos grãos de pólen 1-colpados prevaleceu o tipo de ornamentação reticulada, porém, em algumas espécies foram observados grãos de pólen com ornamentação psilada. O mesmo

ocorreu nos grãos de pólen porados. Nos grãos de pólen reticulados, normalmente as malhas dos retículos diminuem de tamanho em direção às aberturas e às extremidades do eixo equatorial maior.

Os grãos de pólen das espécies estudadas variaram de médios a grandes, sendo encontrados os menores em *Fernseea bocainensis* e os maiores em *Vriesea brusquensis*. Na maioria das espécies, o coeficiente de variabilidade apresentou-se abaixo de 10%. A maior variação no tamanho dos grãos de pólen foi observada na espécie *Nidularium amazonicum*, cujo coeficiente de variabilidade atingiu 17,36%.

Além das aberturas e da ornamentação, a forma e o tamanho dos grãos de pólen são também características de valor taxonômico, porém de uso mais restrito nas Bromeliaceae. A instabilidade destes caracteres decorre das acomodações que sofrem os grãos de pólen de muitas espécies, após a acetólise láctica causando maior ou menor constrição das aberturas. Isso interfere na forma e no tamanho dos grãos de pólen. Porém o uso do tamanho como caráter diagnóstico ficou prejudicado devido às variações nas medidas polínicas obtidas nos diferentes espécimes e à impossibilidade de se obter material de comparação para todas as espécies.

Em Bromeliaceae o padrão de abertura polínica é um caráter já conhecido na taxonomia do grupo, sendo utilizado desde Mez (1934-1935) na delimitação das tribos de Bromelioideae, uma das três subfamílias de Bromeliaceae. A tribo Integrae foi caracterizada por grãos de pólen inaperturados; Poratae, por grãos de pólen porados; e Sulcatae, por grãos de pólen sulcados. As outras subfamílias, Tillandsioideae e Pitcairnioideae, são caracterizadas por apresentarem grãos de pólen 1-colpados.

A classificação tradicional das Bromeliaceae não adota a subdivisão em tribos, sendo dividida em três subfamílias, Pitcairnioideae e Tillandsioideae estenopolínicas, com grãos de pólen 1-colpados, e Bromelioideae, euripolínica, com grãos de pólen inaperturados, porados e 1-colpados (Erdtman & Praglowski 1974, Wanderley & Melhem 1991, Sousa *et al.* 1997, Souza *et al.* 2004, Moreira *et al.* 2005).

No presente estudo foi encontrada grande diversidade de caracteres polínicos nas Bromelioideae, subfamília que reúne maior número de gêneros, com grãos de pólen inaperturados a pantoporados, confirmando os dados da literatura. As duas outras subfamílias (Pitcairnioideae e Tillandsioideae) são confirmadamente estenopolínicas, com grãos de pólen 1-colpados. Apesar do padrão uniforme de abertura nestas duas subfamílias,

outras características foram notadas à luz da microscopia óptica e eletrônica, especialmente referentes ao padrão de escultura da exina. Caracteres do muro e do lúmen referentes à exina também foram notados com certa heterogeneidade por Souza *et al.* (2004) para espécies de Tillandsioideae. Os estudos polínicos realizados em Pitcairnioideae abrangem menor número de táxons, sendo a exina reticulada o padrão predominante. O padrão polínico em Pitcairnioideae, com grãos 1-colpados e reticulados, é semelhante ao de Tillandsioideae e ao de algumas Bromelioideae. Dessa forma, padrões polínicos em Bromeliaceae evidenciam diferentes grupos, como apresentados a seguir.

Com base na abertura, foram evidenciados dois grupos distintos: o primeiro representado pelos grãos de pólen 1-colpados que ocorreram nas subfamílias Bromelioideae (*Aechmea*, *Ananas*, *Billbergia* e *Fernseea*), Pitcairnioideae (*Dyckia* e *Pitcairnia*), Tillandsioideae (*Catopsis*, *Racineae*, *Tillandsia* e *Vriesea*); o segundo tipo representado pelos grãos 2-3-4-porados que ocorreram somente na subfamília Bromelioideae (*Acanthostachys*, *Aechmea*, *Edmundoa*, *Hohenbergia*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Quesnelia* e *Wittrockia*). Observa-se que o número de poros pode ser fixo para uma determinada espécie ou sofrer variação dentro de uma mesma espécie. Este fato já tinha sido registrado anteriormente por vários autores como Erdtman & Praglowsky (1974), Wanderley & Melhem (1991), Halbritter (1992), Sousa *et al.* (1997) e Moreira *et al.* (2005). Esta variação ocorreu nos gêneros *Aechmea*, *Nidularium*, *Quesnelia* e *Wittrockia*.

Subfamília Bromelioideae

Nesta subfamília foram estudadas 44 espécies, distribuídas nos gêneros: *Acanthostachys*, *Aechmea*, *Ananas*, *Billbergia*, *Edmundoa*, *Fernseea*, *Hohenbergia*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Quesnelia* e *Wittrockia*.

No gênero *Acanthostachys*, o qual possui duas espécies, estudou-se o pólen de *A. strobilacea*, que foi caracterizado por apresentar aberturas 2-poradas e exina reticulada. Halbritter (1992) estudou os grãos de pólen de *A. strobilacea* sob MEV e mencionou a presença de um retículo com anomalias. Nos espécimes aqui estudados, verificou-se que o retículo forma uma malha bem definida com lumens geralmente arredondados e preenchidos por granulações, os muros são pluricolumelados e a borda destes mostram reentrâncias irregulares entre as columelas adjacentes. Possivelmente a diferença dos resultados aqui

obtidos e os de Halbritter (1992) seja devido a problemas técnicos na preparação do material para exame em MEV.

Aechmea, o maior gênero de Bromelioideae, com cerca de 250 espécies, está dividido, segundo Smith & Downs (1979), em oito subgêneros: *Podaechmea* Mez, *Lamprococcus* (Beer) Baker, *Aechmea* Ruiz & Pav., *Ortigiesia* (Regel) Mez, *Platyaechmea* (Baker) Baker, *Pothuava* (Baker) Baker, *Macrochordion* (De Vriese) Baker e *Chevaliera* (Gaudich. ex Baker) Baker. Smith & Kress (1989) elevaram estes subgêneros a gêneros, entretanto a maioria dos autores adotam um único gênero e oito subgêneros, posicionamento aceito no presente estudo. Foram analisadas neste trabalho dez espécies deste gênero: *A. phanerophlebia* (subgênero *Aechmea*); *A. caudata*, *A. coelestis*, *A. cylindrata*, *A. organensis* e *Aechmea* sp. (subgênero *Ortigiesia*); *A. bocainensis*, *A. ornata*, *A. pectinata* e *A. vanhoutteana* (subgênero *Pothuava*).

Aechmea, incluído por Mez (1935) na tribo Poratae, apresentou grãos de pólen predominantemente do tipo porado (subgêneros *Aechmea*, *Ortigiesia* e *Pothuava*), ocorrendo também grãos de pólen 1-colpados (apenas no subgênero *Pothuava*), confirmando dados da literatura (Ehler & Schill 1973, Erdtman & Praglowsky 1974, Wanderley & Melhem 1991, Halbritter 1992, Sousa *et al.* 1997). Os dados polínicos obtidos reforçam os da literatura, mostrando a artificialidade na circunscrição de alguns destes subgêneros, notoriamente o subgênero *Aechmea*.

O subgênero *Aechmea*, que reúne o maior número de espécies, foi estudado recentemente por Sousa *et al.* (1997), onde foram descritos os grãos de pólen de oito espécies do estado de Pernambuco, com diversos tipos de aberturas, desde grãos de pólen inaperturados, 2-porados a pantoporados. As autoras confrontam a grande variação do padrão de inflorescência com os tipos polínicos. A única espécie aqui estudada desse subgênero foi *A. phanerophlebia*, onde encontrou-se grãos de pólen 2-porados (92%), 3-porados (7%) e 4-porados (1%), e exina reticulada.

Na chave de identificação observa-se que, no subgênero *Ortigiesia*, *A. caudata*, *A. organensis* e *Aechmea* sp. não se separam; já *A. cylindrata* distinguiu-se das demais por apresentar grãos de pólen com muros simplescolumelados com algumas regiões duplicolumeladas.

Aechmea caudata e *A. cylindrata* já haviam sido anteriormente descritas por Ehler & Schill (1973), porém os dados aqui descritos não concordam com os destes autores, que

classificaram as duas espécies dentro do subtipo *Aechmea calyculata* por possuírem lumens multibaculados. No presente estudo, *A. caudata* e *A. cylindrata* apresentaram lumens lisos. Halbritter (1992) descreveu os grãos de pólen de *A. caudata* e *A. coelestis* como 2-porados com exina reticulada, características corroboradas no presente estudo.

Sousa (2004), com base em dados morfológicos e análise cladística, transferiu *A. ornata* de *Pothuava* para o subgênero *Chevaliera*, que é caracterizado por apresentar grãos de pólen 1-colpados, com excessão de um único táxon 3-porado (*A. digitata*). No presente trabalho optou-se em tratar *A. ornata* no subgênero *Pothuava*. Em *A. bocainensis* foram observados grãos de pólen 1-colpados, padrão este que poderia reconhecer a espécie facilmente dentro do subgênero *Chevaliera* além das características de morfologia externa proposta por Sousa (2004). As outras espécies do subgênero *Pothuava*, *A. pectinata* e *A. vanhoutteana*, apresentaram respectivamente grãos de pólen 2-porados e 2-3-(4)-porados e exina psilado-perfurada. Nota-se na chave de identificação que ambas não se separam entre si. No subgênero *Pothuava*, Halbritter (1992) estudou *A. pineliana* (Brong. ex Planch.) Baker onde apresentou uma ilustração do grão de pólen 2-porado e com exina psilado-perfurada semelhante ao observado em *A. pectinata* e *A. vanhoutteana* descritas no presente estudo.

No gênero *Ananas* foi analisado somente os grãos de pólen de *A. fritzmuelleri*. Outras espécies do gênero foram estudadas do ponto de vista palinológico como *A. bracteatus* var. *striatus* Schult. (Ehler & Schill 1973, Wee & Rao 1979, Wanderley & Melhem 1991), *A. comosus* (L.) Merrill, *A. lucidus* Miller e *A. nanus* L.B. Sm. (Halbritter 1992). Os grãos de pólen dessas espécies foram descritos como 2-porados, com algumas variações no tipo de ornamentação reticulada (Ehler & Schill 1973, Wanderley & Melhem 1991, Halbritter 1992) a foveolado (Halbritter 1992).

No presente estudo *A. fritzmuelleri* apresentou grãos de pólen colpados, discordando com as descrições de outras espécies para o gênero (Ehler & Schill 1973, Wanderley & Melhem 1991, Halbritter 1992). Esta espécie caracteriza-se por apresentar exina reticulada, lumens não circundados por microrretículos, muros sem apêndices laterais e sem perfurações, semelhante a *Pitcairnia flammea*, *Racinaea spiculosa* e *Tillandsia aeranthos*, a primeira pertencente a Pitcairnioideae e as outras duas a Tillandsioideae.

Na chave de identificação, os grãos de pólen das espécies de *Billbergia* (*B. nutans*, *B. porteana* e *B. zebrina*) aqui estudados puderam ser separados pelo tipo de ornamentação, ou

seja, reticulados (*B. nutans*), microrreticulados na região mais plana e foveolados em direção às aberturas (*B. portiana*) e psilado-perfurados (*B. zebrina*).

Os grãos de pólen de *B. portiana* foram estudados por Halbritter (1992). As descrições gerais apresentadas por esta autora concordam com os dados aqui obtidos.

Gaiotto (2005) apresenta uma ilustração em MEV de *B. nutans* onde se verifica que o pólen é 1-colpado e reticulado, sendo que estas características também foram registradas no presente trabalho.

As espécies *B. amoena* (Lodd.) Lindl. var. *amoena* e *B. distachia*, do subgênero *Billbergia*, foram estudadas palinologicamente por Ehler & Schill (1973) e Wanderley & Melhem (1991). As descrições gerais apresentadas pelos autores revelam grãos de pólen 1-colpados e reticulados, este padrão polínico concorda com os dados obtidos para *B. nutans* (subgênero *Billbergia*).

Edmundoa lindenii foi examinada palinologicamente por Ehler & Schill (1973) e Halbritter (1992). Houve divergência quanto ao tipo de abertura e ornamentação, pois Ehler & Schill (1973) encontraram grãos de pólen colpados, reticulados, enquanto Halbritter (1992) considerou a espécie com padrão de abertura inaperturado e exina psilada. No presente estudo, a espécie observada sob MO, MEV e MET apresentou grãos de pólen 2-porados e reticulados. Possivelmente, podem ter ocorrido problemas na identificação dos materiais analisados pelos referidos autores.

Os espécimes de *E. ambigua* apresentam grãos de pólen 2-porados, reticulados com lumens preenchidos por granulações, muros estreitos, com apêndices laterais e esparsamente perfurados, corroborando os dados de Halbritter & Till (1998).

Segundo Halbritter & Till (1998), *Edmundoa* está relacionada com *Canistropsis* (subgênero de *Nidularium*) e *Neoregelia* devido a grande semelhança do tamanho dos poros que são pequenos. No presente trabalho os dados observados corroboram em parte os resultados destes autores.

No gênero *Fernseea* foram analisados os grãos de pólen de *F. bocainensis* e *F. itatiaiae*. Estas espécies apresentaram aberturas 1-colpadas; entretanto, com base na ornamentação, foi possível distinguir *F. bocainensis* (exina psilado-perfurada) de *F. itatiaiae* (exina reticulada). Ehler & Schill (1973) descreveram os grãos de pólen de *F. itatiaiae* com resultados semelhantes aos do presente estudo, apresentando dados qualitativos e quantitativos semelhantes.

No gênero *Hohenbergia* foi analisada palinologicamente apenas a espécie *H. augusta*. Esta espécie apresentou variações heteromórficas tanto no número de aberturas (3-4 poros) quanto na ornamentação, que variou de verrugosa, rugulado-microrreticulada a microrreticulado-rugulada. Para o estudo da espécie, foi retirada uma antera de cada um dos espécimes analisados (*S.E. Martins & S. Pompeia* 894 e *S.E. Martins* 956), provenientes de uma mesma população, e constatou-se que a variação de ornamentação ocorria dentro da mesma antera. Em ambos os espécimes foram encontrados grãos de pólen com todos esses tipos de ornamentação, o que poderia sugerir que a morfologia da exina de *H. augusta* não está fixada geneticamente. Preuss *et al.* (2007) encontraram uma situação semelhante em *Arabidopsis* (Brassicaceae) e mencionaram que tal variação na escultura da exina poderia ser provocada por mutações gênicas. Com base no teste de viabilidade, observou-se que no material padrão os grãos de pólen com ornamentação verrugosa apresentaram 44% de grãos de pólen viáveis e 10% não viáveis, enquanto que nos grãos de pólen com ornamentação microrreticulado-rugulados e/ou rugulado-microrreticulados foram encontrados 36% de pólen viáveis e 10% não viáveis. No espécime *S.E. Martins* 956 os grãos de pólen com ornamentação verrugosa apresentaram 14% de pólen viáveis e 3% não viáveis, enquanto que nos grãos de pólen com ornamentação microrreticulado-rugulados e/ou rugulado-microrreticulados foram encontrados 70% de pólen viáveis e 13% não viáveis. Este fato que não permite relacionar a variação da exina com a viabilidade polínica. Halbritter (1992) estudou espécies dos dois subgêneros de *Hohenbergia*, no subgênero típico: *H. blanchetii* (Baker) E. Morren ex Mez, *H. catingae* Ule, *H. disjuncta* L.B. Sm., *H. stellata* Schult. f., *H. vestita* L.B. Sm. com grãos de pólen 2-porados a pantoporados, exina reticulada a foveolada; e no subgênero *Wittmackiopsis*: *H. penduliflora* (A. Rich.) Mez, com grãos de pólen 2-porados e exina reticulada, foveolada ou psilada. Em *H. augusta* (subgênero *Hohenbergia*), a exina apresentou padrão distinto quanto à ornamentação, que variou de verrugosa, rugulado-microrreticulada a microrreticulado-rugulada.

Em *Neoregelia*, foram observadas quatro espécies com grãos de pólen 2-porados e exina reticulada (*N. concentrica*, *N. johannis*, *N. laevis* e *N. marmorata*), as quais foram separadas com base nos muros simplescolumelados a duplicolumelados, lumens com granulações ou lisos, e pelo comprimento do poro. Ehler & Schill (1973) e Halbritter (1992), ao estudarem os grãos de pólen de *N. concentrica* e *N. marmorata*, descreveram como 2-porados e com exina reticulada, dados estes confirmados no presente estudo. Moreira *et al.*

(2005) analisou os grãos de pólen de *N. laevis*, porém o material estudado pelas autoras, tratava-se, na verdade, de *N. chlorosticta* (Baker) L.B. Sm., sendo a morfologia polínica distinta dos espécimes mencionados no presente trabalho. As autoras salientam, ainda, a grande semelhança de *Neoregelia* com *Canistropsis*, levantando dúvidas a respeito do verdadeiro relacionamento de *Canistropsis* com *Nidularium*. Com os dados polínicos observados no presente estudo, foi reforçada a grande afinidade entre *Neoregelia* e *Canistropsis* e ainda confirmada a relação com *Edmundoa*, destacada por Halbritter & Till (1998), por apresentarem grãos de pólen com poros pequenos.

No gênero *Nidularium* foram analisadas 13 espécies. Observou-se grãos de pólen de dois subgêneros: subgênero *Canistropsis*, com grãos de pólen microrreticulados, e o subgênero *Nidularium*, com grãos de pólen reticulados. Ehler & Schill (1973) estudaram seis espécies de *Nidularium*, incluindo-as no tipo polínico III – *Aechmea*, subtipo *Neoregelia farinosa*, caracterizado pelos grãos de pólen 2-porados a pantoporados, com lumens multibaculados e muros salientes; somente *Nidularium rutilans*, aqui analisada, pertence à classificação de Ehler & Schill (1973), porém foram observados grãos de pólen com lumens lisos, sem granulações. Halbritter & Till (1998), estudando a morfologia polínica de 27 espécies do gênero, concluíram que os gêneros *Canistropsis* e *Nidularium* tinham morfologia polínica distinta. Como comentado anteriormente, o gênero *Canistropsis* apresenta semelhança com *Neoregelia* e *Edmundoa*, entretanto *Nidularium exiguum* apresentou grãos de pólen intermediários entre os subgêneros *Canistropsis* e *Nidularium sensu* Smith & Downs (1979). Devido a esta nova característica, é possível que esta espécie, que atualmente é tratada como *Canistropsis*, possa ser mais próxima de *Nidularium* do que dos outros gêneros já citados como mais relacionados. Halbritter & Till (1998) relacionaram uma morfologia distinta entre os subgêneros quanto ao tamanho das aberturas, característica essa que em *N. exiguum* aqui estudada aproximou bastante das demais espécies do subgênero *Nidularium*, por apresentar calotas polares bem desenvolvidas, apesar de menores que as deste subgênero.

No gênero *Quesnelia* foram estudados os grãos de pólen de *Q. arvensis* e *Q. testudo* (subgênero *Quesnelia*) e *Q. marmorata* e *Q. violacea* (subgênero *Billbergiopsis*).

A morfologia polínica do gênero foi descrita por Erdtman (1971), Ehler & Schill (1973), Erdtman & Praglowsky (1974), Wanderley & Melhem (1991), Halbritter (1992) e Vieira (1999).

Assim como Ehler & Schill (1973) e Wanderley & Melhem (1991), observou-se nos espécimes aqui estudados variações no número de aberturas (2-3-porados); no entanto Ehler & Schill (1973) observaram ainda a presença de grãos de pólen 4-porados em *Q. humilis*, classificando-os no tipo *Aechmea*, subtipo *Portea kermesiana*, com grãos de pólen pantoporados e lumens multibaculados.

Ehler & Schill (1973) descreveram *Q. arvensis* dentro do tipo *Aechmea*, subtipo *Neoregelia farinosa*, que possuem grãos de pólen 2-porados a pantoporados e exina reticulada com lumens multibaculados. Porém a espécie, que já foi anteriormente citada por Vieira (1999) e ainda estudada no presente trabalho, apresentou grãos de pólen 2-porados e exina psilada, dados que se diferenciaram quanto ao tipo de ornamentação.

Halbritter (1992) estudou os grãos de pólen de *Q. quesneliana* (Brong.) L.B. Sm. (subgênero *Quesnelia*) e *Q. indecora* Mez e *Q. liboniana* (De Junghe) Mez (subgênero *Billbergiopsis*). A autora menciona, para o subgênero *Quesnelia*, grãos de pólen 2-porados e psilados; e para o subgênero *Billbergiopsis*, grãos de pólen 2-porados e reticulados. Os dados aqui obtidos corroboram os da autora para o subgênero *Billbergiopsis*, entretanto divergem dos do subgênero *Quesnelia*, pois foram encontrados tanto grãos de pólen psilados (*Q. arvensis*) quanto reticulados (*Q. testudo*).

Quesnelia arvensis e *Q. marmorata* foram analisadas palinologicamente por Vieira (1999). Os dados do presente trabalho são similares aos de Vieira (1999) para *Q. marmorata*. Entretanto a autora menciona apenas grãos de pólen 2-porados para *Q. arvensis*. Nos espécimes aqui estudados encontraram-se grãos de pólen 2-porados (25%) e 3-porados (75%)

As duas espécies de *Wittrockia* aqui estudadas, *W. cyathiformis* e *W. superba*, já haviam sido analisadas por Halbritter & Till (1998). Contrariamente ao trabalho dos autores, que não indicou variação no número de poros, o espécime padrão de *W. cyathiformis* apresentou 92% dos grãos de pólen 2-porados, 7% 3-porados e 1% 4-porado; já os espécimes de *W. superba* apresentaram somente grãos de pólen 2-porados, confirmando os dados de Halbritter e Till (1998). Analisando-se a chave polínica, verifica-se que os grãos de pólen de *W. cyathiformis* e *W. superba* são similares, sendo impossível distingui-los por meio de caracteres qualitativos e quantitativos, ressaltando-se o caráter estenopolínico do gênero.

Subfamília Pitcairnioideae

Esta subfamília apresenta poucas diferenças morfológicas entre espécies e gêneros (Ehler & Schill 1973; Erdtman & Praglowski 1974; Halbritter 1992). As três espécies desta subfamília estudadas no presente trabalho pertencem aos gêneros *Dyckia* e *Pitcairnia*, mostrando padrão polínico semelhante ao descrito para a subfamília, com grãos 1-colpados e exina reticulada.

Segundo Halbritter (1992), Pitcairnioideae é conhecida por apresentar grãos de pólen com o mesmo tipo de aberturas, ou seja 1-colpadas; entretanto, segundo a autora, os gêneros *Pitcairnia* e *Dyckia* mostram tipos de golpes diferentes.

Nota-se, na chave de identificação, que foi possível, com base nas características dos muros, separar *Dyckia encholirioides*, *D. linearifolia* e *Pitcairnia flammea*.

Estudos polínicos em *Dyckia* são encontrados em Erdtman (1971), ao nível genérico, e em Salgado-Labouriau & Barth (1962), Ehler & Schill (1973), Erdtman & Praglowsky (1974), Wanderley & Melhem (1991) e Halbritter (1992), ao nível específico.

Dyckia encholirioides e *D. linearifolia* enquadram-se no tipo *Tillandsia*, subtipo *Tillandsia tenuifolia* L., proposto por Ehler & Schill (1973), com grãos de pólen sulcados e lumens não multibaculados; estes foram aqui definidos como lumens lisos. O gênero *Dyckia* foi colocado por Halbritter (1992), no tipo *Puya*, com golpes simples onde ocorre uma diminuição gradual da exina em direção à abertura, característica presente nas espécies aqui estudadas.

Os dados apresentados por Salgado-Labouriau & Barth (1962), Erdtman & Praglowsky (1974), Wanderley & Melhem (1991) são semelhantes aos aqui observados, podendo o gênero *Dyckia* ser considerado estenopolínico.

Erdtman & Praglowsky (1974), estudando 10 espécies de *Pitcairnia*, descreveu seus grãos de pólen como 1-colpados e reticulados. Esse gênero foi colocado por Halbritter (1992) dentro do tipo Insulado, o qual apresenta sulco complexo, com elementos isolados da exina na região do sulco. No presente trabalho, a espécie *Pitcairnia flammea* apresentou golpes bem delimitados e exina reticulado-perfurada.

Subfamília Tillandsioideae

A subfamília Tillandsioideae, segundo Halbritter (1992), apresenta grãos de pólen com pouca variação morfológica, e com aberturas 1-colpadas, não diferindo muito da subfamília Pitcairnoideae. A autora distingue as duas subfamílias pelo tipo de colpo, este, entretanto, pode variar em ambas as subfamílias. Nesta subfamília foram estudadas oito espécies incluídas nos gêneros *Catopsis*, *Racinaea*, *Tillandsia* e *Vriesea*.

Nota-se, na chave de identificação, que foi possível, com base na ornamentação, nas características dos muros, no comprimento do colpo e na espessura da exina, separar *Catopsis berteroniana*, *Racinaea spiculosa*, *Tillandsia aeranthos*, *T. crocata*, *Vriesea brusquensis*, *V. gamba*, *V. pardalina* e *V. simplex*.

Catopsis berteroniana apresentou grãos de pólen 1-colpados, entretanto as aberturas de seus polens, algumas vezes apresentaram variações no tamanho dando a estas um aspecto intermediário entre poro e colpo ou um aspecto de poro.

Halbritter (1992), analisando seis espécies de *Catopsis*, descreveu os grãos de pólen com colpos simples, sem nenhuma ornamentação. Os grãos de pólen dessas espécies foram enquadrados no tipo *Catopsis*, onde ocorre uma interrupção abrupta da exina na região do colpo.

Não foram encontrados dados palinológicos para *Racinaea spiculosa*. A espécie na chave de identificação está morfológicamente agrupada com *Pitcarnia flammea*, *Ananas fritzmuelleri* e *Tillandsia aeranthos*.

Ehler & Schill (1973) reuniram as espécies de *Tillandsia* no tipo polínico 1-colpado, com colpo quase tão longo quanto o grão de pólen. Este tipo foi dividido pelos autores em dois subtipos: o primeiro subtipo *Tillandsia lucida*, caracterizado por apresentar grãos de pólen com lumens multibaculados, e o segundo subtipo *Tillandsia tenuifolia*, com grãos de pólen com lumens não multibaculados.

As duas espécies de *Tillandsia* aqui estudadas, *Tillandsia aeranthos* e *T. crocata*, já haviam sido analisadas por Halbritter (1992). Apesar de terem sido colocadas pela autora em subgêneros distintos, *T. aeranthos* (subgênero *Anoplophytum*) e *T. crocata* (subgênero *Phytarrhiza*), foram caracterizadas pelo colpo tipo operculado, com exina reticulada, foveolada até psilada. Os espécimes aqui estudados apresentaram grãos de pólen 1-colpados,

operculados e com exina reticulada, enquadrando-se nos subtipos de *Tillandsia tenuifolia* de Ehler & Schill (1973).

Dentre as espécies de *Vriesea* aqui estudadas (*V. brusquensis*, *V. gamba*, *V. pardalina*, *V. simplex*), somente *V. simplex* foi tratada anteriormente por Wanderley & Melhem (1991) e por Halbritter (1992). Essa espécie foi descrita por Halbritter (1992) dentro do subgênero *Alcantarea*, tipo *Vriesea imperialis*, com grãos de pólen 1-colpados e exina reticulada, o que foi confirmado no presente estudo. Wanderley & Melhem (1991) descreveram os muros de *V. simplex* como duplicolumelados, observação aqui não confirmada, pois nos espécimes estudados observaram-se grãos de pólen com muros simplescolumelados.

Vriesea gamba apresentou semelhança morfológica com *V. bituminosa* var. *bituminosa*, que, segundo Halbritter (1992), é caracterizada por apresentar sulcos difusos e exina reticulada, além de ocorrer também ornamentação na abertura semelhante ao da espécie aqui estudada. Foi observado em *V. gamba* exina semitectada, reticulada, heterobrocada, as malhas diminuem de tamanho em direção as extremidades do diâmetro equatorial e próximo à região do colpo, lumens variando de arredondados a poligonais, lisos ou com granulações, lumens grandes circundados por microrretículos e muros lisos, estreitos a largos, muros simplescolumelados ou duplicolumelados.

Implicações Taxonômicas

Bromeliaceae foi inicialmente incluída como a única da ordem Bromeliales. Atualmente a família está inserida na ordem Poales (Chase *et al.* 2000, APG 2003). Bromeliaceae forma um grupo monofilético, apresentando as seguintes sinapomorfias: presença de estigma espiral-conduplicado e tricomas peltados (Brown & Gilmartin 1984, Benzing 1990, Chase *et al.* 1993). A família destaca-se das demais Poales pelas adaptações ao habitat, com representantes terrestres, epifíticos ou rupícolas. A presença de tricomas absorventes foliares e vias fotossintéticas do tipo CAM permite a sobrevivência destas plantas a curtos períodos de estresse hídrico (Benzing 2000). Muitas Bromeliaceae dependem da absorção de água através das folhas, que podem, em parte, substituir as raízes (Linder & Rudall 2005).

Dentre as famílias pertencentes à Poales, as que mais se relacionam com Bromeliaceae são Mayacaceae e Rapateaceae, que apresentam grãos de pólen 1-colpados, e Typhaceae, com grãos de pólen ulcerados (semelhantes aos porados), com unidades polínicas em mônades ou tétrades (Kubitzki 1998). Grãos em tétrades são raros em Bromeliaceae, ocorrendo em *Androlepsis skinneri* (K. Koch) Brong. ex Houliet e *Lymania languida* Leme (Erdtman & Praglowski 1974, Leme 2006). Grãos de pólen em tétrades também ocorrem em *Aechmea*, segundo observações de Moreira *et al.* (inéd.), ampliando a referência deste padrão na família. Grãos de pólen em tétrades também se apresentam em outros representantes de Poales, como Juncaceae, sendo esta uma das sinapomorfias que reúne esta família no clado das Cyperaceae, apesar da ocorrência de grãos de pólen em mônades e pseudomônades nesta última família (Judd *et al.* 2002).

Bromeliaceae é a única família euripolínica na ordem Poales, apresentando diversos padrões de abertura, ocorrendo desde grãos de pólen inaperturados, porados, pantoporados a 1-colpados (Erdtman & Praglowski 1974, Halbritter 1992, Furness & Rudall 2001, Judd *et al.* 2002). Grão de pólen 1-colpado, padrão mais comum em Monocotiledôneas, é predominante em Pitcairnioideae e Tillandsioideae, ocorrendo também em Bromelioideae. Esta subfamília é euripolínica, abrigando todos os padrões referidos para a família, refletindo a variabilidade genérica da mesma.

A grande complexidade taxonômica da família, com gêneros de difícil delimitação, é conferida ao longo de sua história taxonômica, não sendo raro novas propostas conceituais,

ora elevando subgêneros a gêneros, ora com a criação de novos gêneros segregados a partir de gêneros maiores. Portanto, o conceito genérico é algumas vezes polêmico, estando sujeito a instabilidades conceituais. Um exemplo clássico é observado em *Tillandsia*, o maior gênero de Tillandsioideae, que sofreu divisões infragenéricas passando o subgênero *Pseudocatopsis* ao novo gênero *Racinaea*. Entretanto, não se pode ter certeza que esta proposta será sempre mantida, conforme destacou Benzing (2006).

Os gêneros *Tillandsia* e *Vriesea* são distintos essencialmente pela presença de apêndices petalinos em *Vriesea* e ausência em *Tillandsia*, apesar deste caráter ser interpretado como uma homoplasia, tendo surgido e desaparecido mais de uma vez durante a radiação deste complexo de 600 a 700 espécies (Benzing 2006). Vários outros problemas semelhantes ocorrem na família, envolvendo as três subfamílias, o que tem gerado constantes mudanças taxonômicas no grupo.

O pouco uso de caracteres morfológicos, a interpretação da expressão dos caracteres e a presença de homoplasias na família são fatores que dificultam a compreensão da taxonomia do grupo. Caracteres que mudam facilmente como cor de folhas e de flores, variação no tamanho de estruturas e a presença ou ausência de indumento, sendo estes em geral muito plásticos, devem ser sempre utilizados com cautela na separação dos táxons para evitar interpretações equivocadas. Estes caracteres são muitas vezes pouco auxiliares na compreensão dos relacionamentos filogenéticos na família. Por outro lado, caracteres mais conservativos, isto é, que estão sujeitos a mudanças mais lentas ou que são mantidos na mesma linha evolutiva, são menos homoplásticos (Benzing 2006).

O uso restrito de caracteres ou a seleção de caracteres pouco consistentes são fatores que dificultam a taxonomia de Bromeliaceae. Por outro lado, o uso de novos dados, como os morfológicos, que se mostram mais conservativos, utilizados em conjunto com a morfologia externa, poderá ser elucidativo para a taxonomia do grupo. Portanto, as características polínicas oferecem uma grande riqueza de informações, especialmente quando bem analisados e dependendo das técnicas utilizadas.

Após os trabalhos de Mez (1891-1894, 1934-1935) que trataram especificamente do padrão de abertura na taxonomia da família, só a partir de 1970 novos artigos vem sendo constantemente publicados com a morfologia do grão de pólen. Nestes trabalhos novas técnicas são utilizadas, com enfoque não apenas para o padrão de abertura, como na ornamentação da exina, à luz da microscopia óptica e eletrônica. Com isso, novas

informações são acrescentadas contribuindo para a taxonomia da família. Dentre os trabalhos que tratam da morfologia polínica em Bromeliaceae podem ser citados: Ehler & Schill (1973), Erdtman & Praglowski (1974), Wanderley & Melhem (1991), Halbritter (1992), Sousa *et al.* (1997), Halbritter & Till (1998), Souza *et al.* (2004) e Moreira *et al.* (2005). O avanço dos estudos polínicos na família com o uso de novas técnicas e utilizando material vivo possibilita uma melhor compreensão dos padrões polínicos e a interpretação dos dados.

Alguns dos resultados obtidos confirmaram dados já publicados por Ehler & Schill (1973), Erdtman & Praglowski (1974), Wanderley & Melhem (1991), Halbritter (1992), Sousa *et al.* (1997), Halbritter & Till (1998), Souza *et al.* (2004) e Moreira *et al.* (2005). Por outro lado, novas informações quanto ao padrão de exina de alguns táxons, que em geral em trabalhos anteriores foram pouco utilizadas, mostraram-se informativas na separação de gêneros, subgêneros e até mesmo de espécies.

Das 55 espécies estudadas no presente trabalho, 44 pertencem a Bromelioideae, onde se confirmou ser a subfamília com maior variabilidade quanto aos caracteres polínicos, tanto ao nível genérico como infragenérico, evidenciando alguns agrupamentos taxonômicos.

O gênero *Aechmea* apresenta divisões infragenéricas ainda não muito bem estabelecidas, estando dividido, segundo Smith & Downs (1979), em oito subgêneros, dos quais *Aechmea* Ruiz & Pavon, *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker, *Macrochordion* (De Vriese) Baker, *Ortgiesia* (Regel) Mez, *Platyaechmea* (Baker) Baker e *Pothuava* (Baker) Baker estão representados no estado de São Paulo. Os subgêneros *Aechmea*, *Ortigiesia*, *Platyaechmea*, *Pothuava*, *Macrochordion* e *Chevaliera*, já tiveram espécies analisadas quanto à morfologia polínica. As principais características utilizadas para separar os subgêneros são: tipo da inflorescência (simples ou composta), flores sésseis ou pediceladas, simetria das sépalas e morfologia dos apêndices petalinos. Estas características não são muito consistentes, tornando os limites entre os subgêneros nem sempre muito evidentes. Observam-se algumas vezes espécies mal posicionadas no respectivo subgênero ou mesmo no próprio gênero, com constantes propostas de mudanças. Embora não tenha sido adotada, por ser inédita, a proposta de Sousa (2004), onde *A. ornata* é transferida para o subgênero *Chevaliera*, o grão de pólen monocolpado reforça o seu melhor posicionamento neste subgênero, reforçado pelo padrão de inflorescências capituliforme ou estrobiliforme, com numerosas flores densamente agregadas.

A. bocainensis possui morfologia externa que se enquadra no subgênero *Chevaliera*, com grãos de pólen 1-colpados.

As espécies estudadas no subgênero *Ortgiesia* possuem morfologia muito semelhante ocasionando muitas vezes identificações errôneas nos herbários. As espécies estudadas no presente trabalho apresentam inflorescência em racemo ou com algumas ramificações na base. Neste subgênero foram estudadas *A. caudata*, *A. coelestis*, *A. organensis* e *Aechmea* sp., com o objetivo de contribuir na delimitação específica das espécies deste complexo. Foi analisada a morfologia polínica das mesmas, sendo possível separá-las pelos muros pluricolumelados em *A. coelestis* e simplescolumelados nas demais espécies, contribuindo com a taxonomia do grupo.

Ananas fritzmuelleri, por apresentar padrão 1-colpado, diverge das demais espécies do gênero (*A. bracteatus*, *A. comosus*, *A. lucidus* e *A. nanus*), descritas na literatura com grãos de pólen porados. Entretanto, apresenta morfologia externa muito próxima das espécies do gênero, principalmente com *A. bracteatus* (Smith & Downs 1979). Observa-se que o colpo presente nesta espécie mostra-se intermediário entre o colpo típico que ocorre nas três subfamílias para o tipo polínico porado, na família exclusivo das Bromelioideae. Dessa forma, pode ter ocorrido nesta espécie uma passagem evolutiva de grãos de pólen colpados para porados.

As espécies de *Billbergia* já referidas na literatura apresentaram grãos de padrão 1-colpado definido como o padrão para o gênero e seus subgêneros (Ehler & Schill 1973, Wanderley & Melhem 1991, Halbritter 1992). No presente trabalho, as espécies estudadas do subgênero *Helicoideae* caracterizam-se pelos estames com longos filetes e pétalas enroladas. Estas espécies (*B. portiana* e *B. zebrina*) apresentam morfologia externa bem semelhante, com características polínicas distintas, sendo os colpos bem ornamentados e exina psilado-perfurada em *B. zebrina* e colpos pouco ornamentados e exina microrreticulada na região mais plana e foveolada em direção às aberturas em *B. portiana*.

No subgênero *Billbergia* a única espécie estudada, *B. nutans* apresenta semelhança morfológica com *B. distachia* (Vell.) Mez, ambas com flores verdes e brácteas róseas, sendo muitas vezes confundida em identificações de herbários. Porém as mesmas podem ser reconhecidas pelas pétalas com máculas apicais azuis em *B. distachia* e laterais em *B. nutans*. *B. distachia* apresentou morfologia polínica descrita por Wanderley & Melhem

(1991), observando-se grãos de pólen 1-colpados com exina reticulada de padrão semelhante a *B. nutans*.

Algumas espécies de *Billbergia* são morfologicamente relacionadas a espécies de *Quesnelia*, entretanto o padrão polínico sustenta a distinção dos mesmos, possuindo *Quesnelia* aberturas amplas (2(3)-porado), padrão bem distinto dos grãos de pólen 1-colpados de *Billbergia*.

Fernseea é um gênero bem delimitado quanto à morfologia externa, sendo representado apenas por duas espécies aqui estudadas. Ambas possuem grãos de pólen 1-colpados e exina psilado-perfurada (*F. bocainensis*) a reticulada (*F. itatiaiae*). Para este gênero, a morfologia polínica foi elucidativa na distinção específica.

Segundo Schulte *et al.* (2005), na análise cladística com base em dados moleculares utilizando representantes de Bromelioideae, *Fernseea itatiaiae* surge no clado maior da subfamília. Esta espécie que é endêmica do Itatiaia, região de elevadas altitudes e caracterizada pelo metabolismo fotossintético do tipo C3. Segundo os autores, estes habitats devem ter sido parte de um “corredor” durante períodos passados, seguindo a rota de migração dos Andes para o sudeste do Brasil. Interessante notar que a morfologia polínica contribui com esta hipótese, com relação ao mesmo tipo polínico do gênero (1-colpado), também presente em *Puya*, gênero andino de hábito terrestre e metabolismo CAM, que, segundo análises recentes moleculares (Givnish *et al.* 2004), é o mais relacionado com Bromelioideae. Segundo estes autores, *Puya* integra uma nova subfamília, Puyoideae.

O agrupamento dos gêneros *Edmundoa*, *Neoregelia*, *Nidularium* e *Wittrockia*, todos com afinidades morfológicas (Leme 2000), e com base nas análises moleculares recentes (Schulte *et al.* 2005), apresentam certa afinidade polínica, sendo caracterizados na maioria dos táxons por grãos de pólen 2(3)-porados e exina reticulada.

A problemática taxonômica entre estes gêneros é observada desde os trabalhos de Mez (1896, 1934-1935), onde *Canistrum* integrava a subtribo Nidularinae, reunindo espécies de gêneros afins (*Neoregelia* e *Nidularium*), distintos entre si essencialmente pela morfologia das sépalas e das pétalas. Segundo este autor, *Wittrockia* era considerado subgênero de *Canistrum*, passando a constituir um gênero à parte por Smith (1945), posicionamento mantido por Smith & Downs (1979) e adotado no presente trabalho. Ao estudar este grupo, denominado por Leme (1997, 1998, 2000) de complexo “nidularióide” (*Canistrum*, *Edmundoa*, *Neoregelia*, *Nidularium* (incluindo o subgênero *Canistropsis*) e

Wittrockia), foi adotada por este autor uma nova circunscrição para o grupo e aceita no presente trabalho, apesar da necessidade da revisão taxonômica deste grupo.

Edmundoa é caracterizado pela presença de densa lanugem na inflorescência, sendo muito relacionado com *Canistrum* e *Nidularium* subgênero *Canistropsis*, todos com inflorescência geralmente alongada. Assim como a morfologia externa, os dados polínicos também se sobrepõem, em parte, nestes táxons, especialmente quanto ao padrão de abertura, com grãos de pólen 2-porados. Entretanto, características da exina podem auxiliar no reconhecimento de alguns táxons, como a presença de muros retos e apêndices laterais em *E. ambigua* e sem apêndices laterais em *E. perplexa*, enquanto que em *E. lindenbergii* os muros são curvos e sem apêndices laterais aparentes. Estas características são muito importantes para a sustentação destas espécies, uma vez que separá-las pela morfologia externa tem sido difícil, havendo a possibilidade de futura sinonimização de alguns táxons. Para tanto, serão necessários estudos mais aprofundados, na busca de novos dados que auxiliem a circunscrição deste grupo, cujos caracteres diagnósticos utilizados são pouco consistentes, tais como presença e abundância de lanugem, comprimento do escapo e grau de concrecimento e simetria das sépalas.

Neoregelia é um gênero que se apresenta, de modo geral, bem definido quanto à morfologia externa, porém quanto a delimitação infra-genérica e específica muitos problemas de têm sido observados. No presente trabalho foram estudadas quatro espécies, sendo duas delas (*N. johannis* e *N. marmorata*) muito semelhantes quanto à roseta, que apresenta grande plasticidade, variando a coloração e tamanhos das máculas arroxeadas que caracterizam estas duas espécies. Padrões intermediários observados confundem o reconhecimento destas duas espécies. Por outro lado, os dados polínicos auxiliam a identificação das espécies, com retículo apresentando lúmen com granulações esparsas e poro de comprimento maior em *N. johannis* e lúmen liso e poro menor em *N. marmorata*. As outras duas espécies, *N. concentrica* e *N. laevis*, não apresentam problemas aparentes quanto à taxonomia, distinguindo-se quanto ao padrão do muro, sendo duplicolumelado em *N. laevis* e simplescolumelado em *N. concentrica*.

Em *Nidularium* foram estudados representantes dos dois subgêneros, o subgênero tipo e o subgênero *Canistropsis*. Apesar da proposta de Leme (1998) que separou *Canistropsis* em um gênero à parte de *Nidularium*, adotou-se, no presente trabalho, o conceito mais amplo para *Nidularium*, segundo Pereira & Leme (1986) e Wanderley &

Moreira (2000). Esta posição foi tomada devido a grande semelhança entre os subgêneros e pela presença de características morfológicas intermediárias dentre os táxons que compõem *Canistropsis*.

Nidularium exiguum apresenta um padrão morfológico intermediário entre *Canistropsis* e *Nidularium*, sendo seu posicionamento considerado incerto. A revisão deste táxon, conjuntamente com os demais de *Nidularium* e *Canistropsis* é necessária. A morfologia polínica reforça a situação intermediária entre *Canistropsis* e *Nidularium* segundo dados de Halbritter & Till (1998), sendo confirmada no presente trabalho.

Nidularium exiguum é considerada por Leme (1998) como *Canistropsis exigua* (E. Pereira) Leme. No presente trabalho a espécie foi situada em *Nidularium* subgênero *Canistropsis*, caracterizado por grãos de pólen com aberturas menores, distintas do subgênero *Nidularium* que é bem característico pelas aberturas muito amplas. Apesar de esta espécie ter apresentado tamanho das aberturas menores, o padrão da abertura foi intermediário entre os subgêneros. Com relação à morfologia externa, a espécie apresenta também características intermediárias entre os dois subgêneros de *Nidularium*. Este contínuo no padrão polínico reforça a proposta de manter *Canistropsis* como subgênero de *Nidularium*, até que outros estudos confirmem a necessidade de novas propostas taxonômicas no grupo.

As espécies do subgênero *Nidularium* apresentam, em alguns casos, muitas semelhanças morfológicas, sendo comum a dificuldade de separação das mesmas. Além disso, observa-se no grupo grande plasticidade quanto ao hábito, tamanho do escapo, cor da bráctea da inflorescência, dentre outras características.

Dentre as espécies estudadas no presente trabalho, *N. antoineanum* e *N. marigoï* são exemplo desta semelhança morfológica quanto ao padrão foliar e tipo de inflorescência. Neste caso os dados polínicos foram úteis, podendo ser separados pelos muros do retículo.

Para *N. longiflorum* e *N. picinguabense* frequentemente confundidas na identificação em herbário e até mesmo nas coleções vivas, a morfologia polínica também ofereceu características distintas quanto aos muros do retículo, tamanho dos grãos de pólen em vista polar e equatorial e tamanho dos poros.

Foram estudadas espécies dos dois subgêneros de *Quesnelia*, mostrando dois agrupamentos: *Q. testudo* e *Q. arvensis*, do subgênero *Quesnelia*, com poros menores, sendo a exina reticulada na primeira e psilada na segunda. Quanto ao padrão de abertura as

espécies do subgênero *Quesnelia* são mais semelhantes a *Neoregelia*, semelhanças estas anteriormente não discutidas.

Para as espécies estudadas do subgênero *Billbergiopsis* (*Q. violacea* e *Q. marmorata*) verificou-se que os poros são bem desenvolvidos, semelhantes às espécies do gênero *Nidularium* subgênero *Nidularium*. Morfologicamente estes dois gêneros não são semelhantes, apesar de aparecerem próximos em algumas análises filogenéticas como as de Schulte *et al.* (2005).

Leme (1997), no estudo dos táxons que compõem o complexo “nidulariíode”, propõe novas circunscrições para *Canistrum* e *Wittrockia*. Transfere *Canistrum cyathiforme* (Vell.) Mez e *Canistrum giganteum* (Baker) L.B. Sm. para *Wittrockia*, passando este gênero a ser constituído por cinco espécies, caracterizadas, segundo este autor, principalmente pelo porte médio a grande, pela reprodução por brotos basais e pelas folhas com margens espinescentes. No presente estudo foi adotada a circunscrição proposta por Leme (1997), sendo analisadas apenas duas espécies de *Wittrockia*. Na morfologia externa de *W. cyathiformis* e *W. superba* existem boas características para separação de ambas, por outro lado na investigação da morfologia polínica, não foram encontradas características suficientes para tal segregação.

Para as subfamílias Pitcairnioideae e Tillandsioideae analisou-se, no presente estudo, três e oito espécies respectivamente, sendo que ambas subfamílias apresentaram poucas características distintivas entre as espécies estudadas. Confirmou-se que ambas subfamílias são estenopolínicas.

Em Pitcairnioideae, as espécies de *Dyckia* analisadas, apesar de não serem morfologicamente semelhantes, puderam ser separadas pelos grãos de pólen com muros simplescolumelados em *D. linearifolia* e simplescolumelado com regiões duplicolumeladas em *D. encholirioides*. Porém, quando comparadas com *Pitcairnia flammea*, da mesma subfamília, são dois gêneros bem distintos, sendo também distintos pelas características polínicas.

Em Tillandsioideae, os gêneros *Catopsis* e *Racinaea* tiveram apenas uma espécie estudada para cada um deles. Os mesmos são bem delimitados taxonomicamente e o pólen apresentou-se com exina psilado-perfurada em *Catopsis berteroniana* e reticulada em *Racinaea spiculosa*.

As duas espécies de *Tillandsia* (*T. aeranthos* e *T. crocata*) são pertencentes a subgêneros distintos, com morfologia peculiar de cada um deles e com padrão polínico bastante semelhante, diferindo pelos muros curvos ou ligeiramente curvos em *T. aeranthos* e muros retos em *T. crocata*.

Os grãos de pólen de *Vriesea brusquensis*, *V. gamba*, *V. pardalina* e *V. simplex* foram todos separados na chave polínica pela escultura da exina, como detalhes do muro, não apresentando problemas taxonômicos entre as mesmas.

A análise da morfologia polínica nas espécies das subfamílias Tillandsioideae e Pitcairnioideae demonstrou que, apesar das mesmas serem consideradas estenopolínicas, Tillandsioideae apresenta algumas características em relação a exina e no tipo de colpo que podem auxiliar na distinção taxonômica, assim como em Pitcairnioideae, algumas diferenças foram observadas em relação a exina. Apesar das diferenças mais sutis, o estudo de grupos taxonômicos de espécies estenopolínicas pode ser informativo na distinção dos táxons, como demonstraram os resultados aqui obtidos.

O estudo da morfologia polínica, aqui realizado, forneceu importantes informações com definições de padrões polínicos, tanto em relação ao tipo de abertura quanto à escultura da exina. Com esta análise foi possível reconhecer grupos taxonômicos, reforçando alguns conceitos de gêneros e espécies, evidenciando por outro lado a riqueza de variabilidade de padrões polínicos em alguns grupos, como foi notório em *Aechmea*, gênero com divisões infragenéricas de difícil circunscrição. Evidenciou a similaridade morfológica entre táxons considerados taxonomicamente afins, fornecendo informações para futuros estudos cladísticos.

A importância do padrão de abertura polínica na história evolutiva das Bromeliaceae

A evolução da abertura dos grãos de pólen representa um dos maiores avanços evolutivos das fanerógamas, contribuindo para interpretação da filogenia do grupo (Walker & Doyle 1975). Segundo estes autores, a primeira abertura dos grãos de pólen das angiospermas surgiu de aberturas em forma de cicatrizes das gimnospermas, cujas aberturas estão na face proximal homólogas às cicatrizes dos esporos de pteridófitas. Entretanto, a primeira abertura verdadeira evoluiu no pólo distal, constituindo o tipo sulcado que surgiu nas Magnoliidae, evoluindo para grãos de pólen policolpado ou poliporado em algumas famílias desta subclasse (Walker & Doyle 1975). Houve muito cedo na história evolutiva das angiospermas uma grande diversidade de tipos de abertura.

Em Bromeliaceae o padrão de abertura dos grãos de pólen é predominantemente do tipo 1-colpado, ocorrendo nas três subfamílias. Segundo Walker & Doyle (1975) este padrão é o mais basal, evoluindo em Bromelioideae para grãos de pólen do tipo porado, passando por inaperturado.

Bromeliaceae em função de suas numerosas adaptações morfológicas e fisiológicas apresenta grande radiação adaptativa habitando diferentes ambientes.

A grande maioria das formas epífitas em Bromeliaceae é atualmente encontrada em duas linhagens: na subfamília Tillandsioideae, com fotossíntese C3, condição ancestral, passando a CAM nas epífitas extremas e nas Bromelioideae, que possui também fotossíntese CAM, que neste grupo teria surgido antes do epifitismo. Subseqüentes linhagens de evolução nas Bromeliaceae ocorreram em habitats menos xéricos, levando a reversão em alguns táxons para a fotossíntese, mostrando o aparecimento do padrão CAM mais de uma vez na complexa história evolutiva da família (Crayn *et al.* 2004). Segundo Crayn *et al.* (2004) as primeiras Bromeliaceae foram plantas terrestres C3, mesófitas, provavelmente adaptadas a habitats úmidos, abertos e pobres em nutrientes. Segundo estes autores, tanto as plantas CAM e o hábito epifítico surgiram no mínimo três vezes na família, possivelmente em resposta às mudanças geológicas e climáticas do terciário superior.

Segundo Sajo *et al.* (2004), o ovário ínfero seria a condição mais basal em Bromeliaceae, ocorrendo no gênero *Brocchinia* de hábito terrestre e endêmico das Guianas. Segundo estes autores, neste gênero, os nectários apareceram na posição distal do ovário. Atualmente é aceito a inclusão deste gênero em “Brocchinioideae” uma subfamília

desmembrada de Pitcairnioideae, considerada polifilética por Givnish *et al.* (2004). Para estes autores, *Brocchinia* é considerada grupo irmão das demais Bromeliaceae, caracterizado pelo hábito terrestre, fotossíntese do tipo C3, ovário ínfero, nectários distais e grãos de pólen 1-colpado. Dessa forma, reforça-se este padrão polínico como o mais basal em Bromeliaceae. Os grãos de pólen monocolpados são característicos das subfamílias Pitcairnioideae l.s. e Tillandsioideae e ocorre em táxons de Bromelioideae. Nesta subfamília ocorre a maior diversidade de padrões de abertura, que também coincide com a mais numerosa em gêneros.

Na figura 252 pode ser observada a evolução dos tipos de abertura em Bromeliaceae, partindo de grãos de pólen monocolpados em *Brocchinia* (gênero irmão das demais Bromeliaceae), evoluindo para grãos de pólen porados e inaperturados. Os passos evolutivos quanto ao hábito (terrestre a epífita), posição do ovário (ínfero a súpero) nectários septais (apicais a basais), além do tipo de mecanismo fotossintético (C3 ou C4), foram conjuntamente analisados. Observa-se a passagem do ovário ínfero a súpero, nectários distais a basais em relação ao ovário, passagem das plantas terrestres a epífitas extremas e passagem de fotossíntese C3 a CAM. Reversões quanto à posição do ovário e tipo fotossintético foram observados por Crayn *et al.* (2004). Neste sentido chama-se atenção para o surgimento do ovário ínfero mais de uma vez na história evolutiva da família, conforme observado nos gêneros *Puya* grupo irmão de Bromelioideae, que apresenta ovário ínfero e em *Brochinia* grupo irmão das demais Bromeliaceae, onde novamente aparece o ovário ínfero. A ocorrência de homoplasia em Bromeliaceae dificulta a compreensão da evolução da família, sendo fundamental o uso de novas ferramentas além da morfologia externa, morfologia polínica, anatomia e dados moleculares.

A morfologia polínica esclarece desta forma, juntamente com os demais caracteres adaptativos da família a interessante história evolutiva da família neotropical, cujas estratégias adaptativas permitiram a grande radiação desta família a diferentes habitats.

Apesar dos avanços, muito necessita ser feito para compreender a taxonomia e filogenia desta família, e sem dúvida o estudo palinológico realizado, constitui uma importante contribuição para a família.

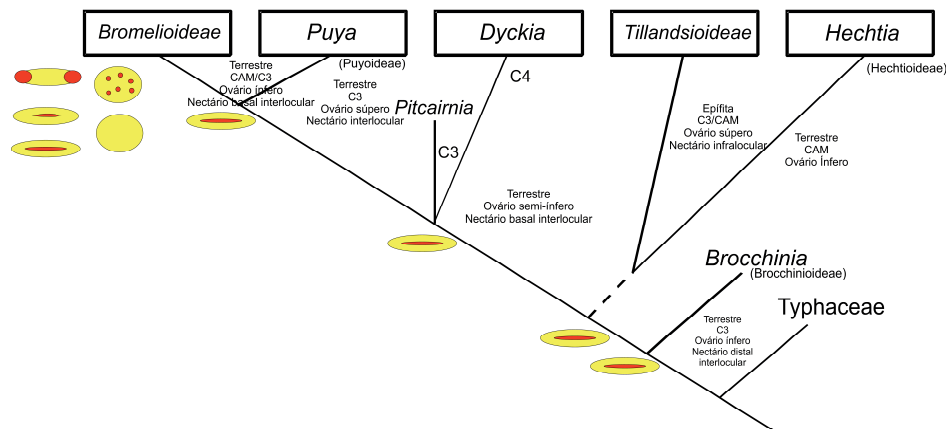


Figura 252. Árvore com a evolução do padrão de abertura do grão de pólen, inferindo posição do ovário e dos nectários septais, fotossíntese C3 e CAM e hábito, caracteres que surgiram ao longo da história evolutiva da família. Os dados utilizados no esquema evolutivo foram baseados em Crayn *et al.* 2004, Sajo *et al.* 2004, Givnish *et al.* 2004, Sousa *et al.* 1997 e do presente trabalho. Gêneros representativos dos grãos de pólen 1-colpados: *Pitcairnia* e *Dyckia* (Pitcairnioideae), *Navia* (Navioideae), *Hechtia* (Hechtioideae), *Puya* (Puyoideae); *Aechmea*, *Ananas*, *Billbergia* e *Fernseea* (Bromelioideae); *Catopsis*, *Racineae*, *Tillandsia* e *Vriesea* (Tillandsioideae). Gêneros com grãos de pólen 2-porados: *Acanthostachys*, *Aechmea*, *Canistrum*, *Edmundoa*, *Hohenbergia*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Quesnelia* (Bromelioideae). Exemplo de espécies com pólen pantoporado: *Canistrum aurantiacum* (Bromelioideae) e de pólen inaperturado: *Aechmea mertensii* (Bromelioideae).

5. Resumo

Bromeliaceae possui cerca de 57 gêneros e 3.086 espécies, de distribuição essencialmente neotropical, divididas tradicionalmente nas subfamílias Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae. Com o objetivo de analisar e descrever a morfologia polínica de Bromeliaceae e contribuir para a taxonomia da família, foram analisados os grãos de pólen de 55 espécies ocorrentes no Estado de São Paulo. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotografados sob microscopia óptica e, em alguns casos, em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. Foram estudadas as seguintes espécies: em Bromelioideae: *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.) Klotzch, *Aechmea bocainensis* E. Pereira & Leme, *A. caudata* Lindm., *A. coelestis* (K. Koch) E. Morren, *A. cylindrata* Lindm., *A. organensis* Wawra, *A. ornata* Baker, *A. pectinata* Baker, *A. phanerophlebia* Baker, *A. vanhoutteana* (Van Houtte) Mez, *Aechmea* sp., *Ananas fritzmuelleri* Camargo, *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel, *B. porteana* Brongn. ex Beer, *B. zebrina* (Herb.) Lindl., *Edmundoa ambigua* (Wand. & Leme) Leme, *E. lindenii* (Regel) Leme, *E. perplexa* (L.B. Sm.) Leme, *Fernseea bocainensis* Pereira & Coutinho, *F. itatiaiae* (Wawra) Baker, *Hohenbergia augusta* (Vell.) E. Morren, *Neoregelia concentrica* (Vell.) L.B. Sm., *N. johannis* (Carrière) L.B. Sm., *N. laevis* (Mez) L.B. Sm., *N. marmorata* (Baker) L.B. Sm., *Nidularium albiflorum* (L.B. Sm.) Leme, *N. amazonicum* (Baker) Lind. & Morren ex Lindm., *N. antoineanum* Wawra, *N. bocainensis* Leme, *N. campos-portoi* (L.B. Sm.) Wand. & B.A. Moreira, *N. corallinum* (Leme) Leme, *N. exiguum* (E. Pereira & Leme) B.A. Moreira, G. Martinelli & Wand., *N. longiflorum* Ule, *N. marigoi* Leme, *N. minutum* Mez, *N. picinguabense* Leme, *N. rubens* Mez, *N. rutilans* E. Morren, *Quesnelia arvensis* (Vell.) Mez, *Q. marmorata* (Lem.) R.W. Read, *Q. testudo* Lindm., *Q. violacea* Wand. & S.L. Proença, *Wittrockia cyathiformis* (Vell.) Leme e *W. superba* Lindm.; em Pitcairnioideae *Dyckia encholirioides* (Gaud.) Baker, *D. linearifolia* Mez, e *Pitcairnia flammea* Lindl.; em Tillandsioideae: *Catopsis berteroriana* (Schult. f.) Mez, *Racineae spiculosa* (Griseb) Spencer & L.B. Sm., *Tillandsia aeranthos* (Loisel.) L.B. Sm., *T. crocata* (E. Morr.) Baker, *Vriesea brusquensis* Reitz, *V. gamba* Wawra, *V. pardalina* Mez e *V. simplex* (Vell.) Beer. Com base nos tipos de abertura, 1-colpados ou 2-4-porados, e ornamentação psilado-perfurada, microrreticulada, reticulada ou heteromórfica, foi possível separar a maioria das

espécies estudadas. Os dados obtidos ajudaram na circunscrição genérica e específica de Bromelioideae, confirmando que é uma subfamília euripolínica, enquanto que em Pitcairnioideae e Tillandsioideae, apesar de serem subfamílias estenopolínicas, algumas características possibilitaram a separação das espécies estudadas.

Palavras-chave: Bromelioideae, Pitcairnioideae, pólen e Tillandsioideae.

6. Abstract

Bromeliaceae has about 57 genera and 3,086 species and is essentially neotropical. This family is traditionally divided into three subfamilies: Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae. In order to asses the usefulness of pollen morphology to taxonomy and add to the overall knowledge of Bromeliaceous pollen, pollen-grains of 55 species from the state of São Paulo were analyzed. Pollen grains were acetolyzed, mesured and photographed under light microscope and, in some cases, also under SEM and TEM. The following species were studied: In Bromelioideae: *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.) Klotzch, *Aechmea bocainensis* E. Pereira & Leme, *A. caudata* Lindm., *A. coelestis* (K. Koch) E. Morren, *A. cylindrata* Lindm., *A. organensis* Wawra, *A. ornata* Baker, *A. pectinata* Baker, *A. phanerophlebia* Baker, *A. vanhoutteana* (Van Houtte) Mez, *Aechmea* sp., *Ananas fritzmuelleri* Camargo, *Billbergia nutans* H. Wendl. ex Regel, *B. porteanae* Brongn. ex Beer, *B. zebrina* (Herb.) Lindl., *Edmundoa ambigua* (Wand. & Leme) Leme, *E. lindenii* (Regel) Leme, *E. perplexa* (L.B. Sm.) Leme, *Fernseea bocainensis* Pereira & Coutinho, *F. itatiaiae* (Wawra) Baker, *Hohenbergia augusta* (Vell.) E. Morren, *Neoregelia concentrica* (Vell.) L.B. Sm., *N. johannis* (Carrière) L.B. Sm., *N. laevis* (Mez) L.B. Sm., *N. marmorata* (Baker) L.B. Sm., *Nidularium albiflorum* (L.B. Sm.) Leme, *N. amazonicum* (Baker) Lind. & Morren ex Lindm., *N. antioineanum* Wawra, *N. bocainensis* Leme, *N. campos-portoi* (L.B. Sm.) Wand. & B.A. Moreira, *N. corallinum* (Leme) Leme, *N. exiguum* (E. Pereira & Leme) B.A. Moreira, G. Martinelli & Wand., *N. longiflorum* Ule, *N. marigoi* Leme, *N. minutum* Mez, *N. picinguabense* Leme, *N. rubens* Mez, *N. rutilans* E. Morren, *Quesnelia arvensis* (Vell.) Mez, *Q. marmorata* (Lem.) R.W. Read, *Q. testudo* Lindm., *Q. violacea* Wand. & S.L. Proença, *Wittrockia cyathiformis* (Vell.) Leme and *W. superba* Lindm.; in Pitcairnioideae *Dyckia encholirioides* (Gaud.) Baker, *D. linearifolia* Mez, and *Pitcairnia flammea* Lindl.; in Tillandsioideae: *Catopsis berteroriana* (Schult. f.) Mez, *Racineae spiculosa* (Griseb) Spencer & L.B. Sm., *Tillandsia aeranthos* (Loisel.) L.B. Sm., *T. crocata* (E. Morr.) Baker, *Vriesea brusquensis* Reitz, *V. gamba* Wawra, *V. pardalina* Mez and *V. simplex* (Vell.) Beer. Based on apertural types, 1-colpate or 2-4-porate, and ornamentation psilate-perfurate, micro-reticulate, reticulate or heteromorphic, it was possible to distinguish among most of

the studied species. The data are also usefull for generic and specific delimitation in Bromelioideae, corroborating that this subfamily is eurypalynous. On the contrary Pitcairnioideae and Tillandsioideae are stenopalynous subfamilies but some pollen features can be used to distinguish the studied species.

Kew-words: Bromelioideae, Pitcairnioideae, pollen and Tillandsioideae.

7. Literatura citada

- APG.** 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85: 531-553.
- APG.** 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141: 399-436.
- Barfuss, M.H.J., Samuel, R., Till, W. & Stuessy, T.E.** 2005. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. *American Journal of Botany* 92: 337-351.
- Baker, J.G.** 1889. *Handbook of the Bromeliaceae*. George Bell & Sons., London.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S.** 1988. *Glossário ilustrado de palinologia*. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Beer, J.G.** 1857. *Die familie der Bromeliaceen*. Tendler & Comp., Wien.
- Benzing, D.H.** 1987. Vascular epiphytism: Taxonomic participation and adaptative diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 183-204.
- Benzing, D.H.** 1990. *Vascular epiphytes, general biology and related biota*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benzing, D.H.** 2000. *Bromeliaceae: profile of an adaptative radiation*. Cambridge University Press, New York.
- Benzing, D.H.** 2006. What is that Plant Taxonomists Do? *Journal of Bromeliad Society* 56(4): 156-162.
- Bremer, K., Bremer, B. & Tulin, M.** 2003. *Introduction to phylogeny and systematics of flowering plants*. Uppsala **Universitet**, Uppsala.
- Brown, G.K. & Gilmartin, A.J.** 1984. Stigma structure and variation in Bromeliaceae-neglected taxonomic characters. *Brittonia* 36: 364-374.
- Brown, G.K. & Leme, E.M.C.** 2000. Cladistic analyses in the Nidularioid complex. *In: Nidularium – Bromélias da Mata Atlântica*. GMT Editores, Rio de Janeiro. pp. 239-247.

- Chase, M.W., Soltis, D.E., Olmstead, R., Morgan, D., Les, D., Mishler, B., Duvall, M., Price, R., Hills, H.; Qiu, Y.-L., Kron, K., Rettig, J., Conti, E., Palmer, J., Manhart, J., Systma, K., Michaels, H., Kress, W.J., Donoghue, M., Clark, W.D., Hedren, M., Gaut, B., Jansen, R., Kim, K.-J., Wimpee, C., Smith, J., Furnier, G., Straus, S., Xiang, Q.-Y., Plunkett, G., Soltis, P.S., Swensen, S., Eguiarte, L., Leam, G., Jr., Barrett, S., Graham, S., Dayanandan, S. & Albert, V. 1993.** Phylogenetics of seed plant: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 528-580.
- Chase, M.W., Soltis, D.E., Soltis, P.S., Rudall, P.J., Fay, M.F., Hahn, W.J., Sullivan, S., Joseph, J., Molvray, M., Kores P.J., Givnish, T.J., Sytsma, K.J. & Pires, J.C. 2000.** Higher-level systematics of the monocotyledons: An assessment of current knowledge and a new classification. *In*: Wilson K.L.; Morrison, D.A. (eds.) *Systematics and evolution of monocots. Proceedings of the 2nd International Monocot Symposium*. CSIRO. Melbourne. pp. 3-16.
- Clark, W.D. & Clegg, M.T. 1990.** Phylogenetic comparisons among *rbcL* sequences in the Bromeliaceae. *American Journal of Botany* 77: 115.
- Coffani-Nunes, J.V. 2004.** Revisão taxonômica e filogenia de *Portea* Brongn. ex K. Koch (Bromelioideae-Bromeliaceae). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Costa, A. 2002.** Revisão taxonômica do complexo *Vriesea paraibica* Wawra (Bromeliaceae). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Crayn, D.M., Winter, K. & Smith, A.C. 2004.** Multiple origins of crassulacean acid metabolism and the epiphytic habitat in the neotropical family Bromeliaceae. *PNAS* 101: 3703-3708.
- Cronquist, A. 1981.** An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press. New York.
- Dahlgren, R., Clifford, H.T. & Yeo, P.F. 1985.** The families of monocotyledons: structure, evolution and taxonomy. Springer-Verlag, Berlin.
- Dickison, W.C. & Bell, R.C. 1974.** Palynological evidence. *In*: A.E. Radford, W.C. Dickison, J.R. Massey & C. Ritchie-Bell (eds.). *Vascular plant systematics*. Harper & Row Publishers, New York, pp. 211-222.

- Ehler, N. & Schill, R.** 1973. Die Pollenmorphologie der Bromeliaceae. *Pollen et Spores* 15: 13-45.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Erdtman, G.** 1971. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. 2^a ed. Hafner Publishing Company, New York.
- Erdtman, G. & Praglowski, K.** 1974. A note on pollen morphology. *In*: L.B. Smith & R.J. Downs (eds.). *Flora Neotropica* 14: 28-33.
- Faria, A.P.G., Wendt, T. & Brown, G.K.** 2004. Cladistic relationships of *Aechmea* (Bromeliaceae, Bromelioideae) and allied genera. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 91: 303-319.
- Faria, A.P.G.** 2006. Revisão taxonômica e filogenia de *Aechmea* Ruiz & Pav. subg. *Macrochordion* (De Vriese) Baker Bromelioideae – Bromeliaceae. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Fischer, E.A. & Araujo, A.C.** 1995. Spatial organization of bromeliad community in the Atlantic rainforest, south-eastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 11: 559-567.
- Forzza, R.C.** 1997. Pitcairnioideae (Bromeliaceae) na Serra do Cipó, Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Forzza, R.C. & Wanderley, M.G.L.** 1998. Considerações sobre a morfologia polínica de *Dyckia*, *Encholirium* e *Pitcairnia*. *Bromelia* 5: 50-53.
- Forzza, R.C.** 2001. Filogenia da tribo *Puyae* Wittm. e revisão taxonômica do gênero *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Pitcairnoideae – Bromeliaceae). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Forzza, R.C.** 2005. Revisão taxonômica de *Encholirium* Mart. ex Schult. & Schult. f. (Pitcairnoideae - Bromeliaceae). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23: 1-49.
- Furness, C.A. & Rudall, P.J.** 2001. Pollen and anther characters in monocot systematics. *Grana* 40: 17-25.
- Gaiotto, D.F.** 2005. Estudos taxonômicos do gênero *Billbergia* Thunb. no Estado do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

- Gentry, A.H. & Dodson, C.H.** 1987. Diversity and biogeograph of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205-233.
- Gilmartin, A.J. & Brown, G.K.** 1987. Bromeliales, related monocots and resolution of relations among Bromeliaceae subfamilies. *Systematic Botany* 12: 493-500.
- Givnish, T.J., Millam, K.C., Evans, T.M., Hall, J.C., Berry, P.E. & Systma, K.J.** 2004. Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny and South American-African disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae based on ndhF sequence data. *International Journal of Plants Science* 165: S35-S54.
- Grisebach, A.H.R.** 1865. Bromeliaceae. *Flora of the British West Indian Islands*. Wheldon & Wesley and Hafner Publishing Co., New York. pp. 590-599.
- Halbritter, H.** 1992. Morphologie und Systematische Bedeutung des Pollens der Bromeliaceae. *Grana* 31: 197-212.
- Halbritter, H. & Hesse, M.** 1993. Sulcus morphology in some monocot families. *Grana* 32: 87-99.
- Halbritter, H. & Till, W.** 1998. Morfologia Polínica do Complexo Nidulariódé. *In*: M.V. Pereira (ed.) *Bromélias da Mata Atlântica*. Salamandra, Rio de Janeiro. pp. 114-121.
- Harley, M.M. & Zavada, M.S.** 2000. Pollen of the monocotyledons: selecting characters for cladistic anlysis. *In*: K.L. Wilson & D.A. Morrison (eds.) *Systematics and evolution of monocots*. *Proceedings of the 2nd International Monocot Symposium*. CSIRO, Melbourne. pp. 194-213.
- Harley, M.M.** 2004. Triaperturate pollen in the monocotyledons: configurations and conjectures. *Plant Systematics and Evolution* 247: 75-122.
- Harms, H.** 1930. Bromeliaceae. *In*: H.G.A. Engler & K.A.E. Prantl. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien...* ed. 2. Wilhem Engelman, Leipzig. v. 15a. pp. 65-159.
- Heywood, V.W.** 1979. *Flowering plants of the world*. Oxford University Press, London.
- Holmgren, P.K. & Holmgren, N.H.** 1998 (onwards). *Index Herbariorum*. New York Botanical Garden. <http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> (acesso em 12/03/2007)
- Holst, B.K.** 1997. Bromeliaceae. *In* P.E. Berry, B.K. Holst & K. Yatskievych (eds.). *Flora of Venezuelan Guayana (Araliaceae-Cactaceae)*. Missouri Botanical Garden, St. Louis. pp. 548-676.
- Horres, R., Zizka, G., Kahl, G. & Weising, K.** 2000. Molecular phylogenetics of

- Bromeliaceae: evidence from *tcnL* (UAA) intron sequences of the chloroplast genome. *Plant Biology* 2: 306-315.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 2002. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. 2 ed. Sinauer Associates, Sunderland.
- Jussieu, A.L.** 1789. *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in horto regio parisiensi exaratum*. Herrisant, Paris.
- Kubitzki, K.** (ed.) 1998. *Flowering plants, monocotyledons: Alismatanae and Commelinanae (except Gramieae)*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Leme, E.M.C.** 1997. *Canistrum*. Bromélias da Mata Atlântica. Salamandra, Rio de Janeiro.
- Leme, E.M.C.** 1998. *Canistropsis*. Bromélias da Mata Atlântica. Salamandra, Rio de Janeiro.
- Leme, E.M.C.** 2000. *Nidularium*. Bromélias da Mata Atlântica. GMT Editores, Rio de Janeiro.
- Leme, E.M.C.** 2006 A new *Lymania* species from Bahia, Brazil. *Journal of the Bromeliad Society*. 56: 42-45
- Linder, H.P. & Rudall, P.J.** 2005. Evolutionary history of Poales. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 36: 107-124.
- Lorscheitter, M.L.** 2006. Contribuição da palinologia aos estudos filogenéticos das angiospermas. *In*: J.E.A. Mariath & R.P. Santos (eds.) *Os avanços da botânica no início do século XXI. Diversidade de pólen e esporos na pesquisa botânica: 57º Congresso Nacional de Botânica*. Gramado, Porto Alegre. pp. 43-48.
- Luther, H.E.** 2006. An alphabetical list of bromeliad binomials. ed. 10. Bromeliad Society International, Sarasota.
- Martelli, G.P. & Russo, M.** 1984. Use of thin sectioning for visualization and identification of plant viruses. *In*: K. Maramorosh & H. Koprowski (eds.). *Methods in Virology* v. 7, pp. 87-120.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Gonçalves-Esteves, V.L.** 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo* 16: 1-104.
- Mez, C.** 1891-1894. Bromeliaceae. *In*: C.F.P. Martius, A.G. Eichler & I. Urban (eds.) *Flora brasiliensis*. Frid. Fleisher, Monachii. v. 3, pt. 3, pp. 173-634.

- Mez, C.** 1896. Bromeliaceae. *In*: A.P.P. De Candolle & A.C.P. De Candolle (eds.) *Monographiae phanerogamarum prodromi*. Paris, v. 9, pp. 1-990.
- Mez, C.** 1934-1935. Bromeliaceae. *In*: H.G.A. Engler (ed.) *Das Pflanzenreich Regni Vegetabilis Conspectus*. Wilhelm Engelmann, Berlin. v. 4, pp. 1-667.
- Minitab for Windows** [Minitab-Inc, USA] 2003. Versão 10.3 Copyright [C]
- Moreira, B.A., Cruz-Barros, M.A.V. & Wanderley, M.G.L.** 2005. Morfologia polínica de algumas espécies dos gêneros *Neoregelia* L.B. Sm. e *Nidularium* Lem. (Bromeliaceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19: 61-70.
- Pereira, E. & Leme, E.M.C.** 1986. Contribuição ao estudo do gênero *Nidularium* (Bromeliaceae) – Parte I – Subgênero *Canistropsis*. *Bradea* 4: 219-254.
- Pio-Corrêa, M.** 1926. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. v. 1.
- Pio-Corrêa, M.** 1931. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. v. 2.
- Preuss, D., Sumner, L., Edlund, A. & Urbanczyk-Wochniak, E.** 2007. NSF 2010 Project. <http://preuss.bsd.uchicago.edu/nsf2010/>. (acesso em 20.05.2007).
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson S. & Le Thomas, A.** 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143: 1-81.
- Ranker, T.A., Soltis, D.F. & Gilmartin, A.J.** 1990. Subfamilial phylogenetic relationships of the Bromeliaceae: evidence from chloroplast DNA restriction site variation. *Systematic Botany* 15: 425-434.
- Raynal, A. & Raynal, J.** 1971. Une technique de préparation des grains de pollen fragiles. *Adansonia* 11: 77-79.
- Reistma, T.** 1969. Size modification of recent pollen grains under different treatments. *Review of Paleobotany and Palynology* 9: 175-202.
- Reitz, R.** 1983. Bromeliaceae e a malária – bromélia endêmica. *In*: R. Reitz (ed.) *Flora Ilustrada Catarinense*. Itajaí, Fascículo Brom, pp. 1-518.
- Rizzini, C.T.** 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. ed. 2. Âmbito Cultural, Rio de Janeiro.
- Sajo, M.G., Rudall, P.J. & Prychid, C.J.** 2004. Floral anatomy of Bromeliaceae, with particular reference to the evolution of epigyny and septal nectarines in commelinid monocots. *Plant Systematics and Evolution* 247: 215-231.

- Salgado-Labouriau, M.L. & Barth, C.M.** 1962. Pollen grains of plants of the “cerrado”. II. *Anais Academia Brasileira de Ciência* 34: 95-96.
- Salgado-Labouriau, M.L., Vanzolini, P.E. & Melhem, T.S.** 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. *Grana Palynologica* 6: 98-105.
- Scarano, F.R., Ribeiro, K.T.; Moraes, L.F.D., Lima, H.C.** 1997. Plant establishment on flooded and unflooded patches of freshwater swamp forest in southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 14: 793-803.
- Shulte, K., Horres, R. & Zizka, G.** 2005. Molecular phylogeny of Bromelioideae and implications on biogeography and the evolution of CAM in the family (Poales, Bromeliaceae). *Senckenbergiana biologica* 85: 113-125.
- Smith, L.B.** 1934. Geographical evidences on the lines of evolution in the Bromeliaceae. *Botanischer Jahrbuch* 66: 446-468.
- Smith, L.B.** 1945. The subfamilies and genera of the Bromeliaceae. *Plant life* 1: 40-44.
- Smith, L.B.** 1955. The Bromeliaceae of Brazil. *Smithsonian Miscellaneous Collections*. 126: 1-290.
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1974. Pitcairnoideae. (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*, Monograph 14: 1-658
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1977. Tillandsioideae. (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*, Monograph 14: 663-1492.
- Smith, L.B. & Downs, R.J.** 1979. Bromelioideae. (Bromeliaceae). *Flora Neotropica*, Monograph 14: 1493-2142.
- Smith, L.B. & Kress, W.J.** 1989. New or restored genera of Bromeliaceae. *Phytologia* 69: 271-274.
- Sousa, G.M., Wanderley, M.G.L. & Cruz-Barros, M.A.V.** 1997. Morfologia polínica de *Aechmea* Ruiz & Pav. (Bromeliaceae) de Pernambuco, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 16: 21-30.
- Sousa, G.M.** 2004. Revisão Taxonômica de *Aechmea* Ruiz & Pavon subg. *Chevaliera* (Gaudich. ex Beer) Baker Bromelioideae-Bromeliaceae. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Souza, F.C., Mendonça, C.B.F. & Gonçalves-Mendonça, V.** 2004. Estudo polínico de espécies de Pitcairnoideae e Tillandsioideae (Bromeliaceae Juss.) ocorrentes na

- restinga de Carapebus, Estado do Rio de Janeiro. Arquivos do Museu Nacional 62: 15-23.
- Stevens, P.F.** 2001. Angiosperm phylogeny website. Version 7. <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>. (acesso em 12.05.2006).
- Tardivo, R.C. & Rodrigues, W.A.** 1998. Pólen e estigma das espécies de *Nidularium* Lem. e *Canistrum* E. Morren (Bromeliaceae) ocorrentes no Estado do Paraná. Biotemas 11: 7-16.
- Tardivo, R.C.** 2002. Revisão taxonômica de *Tillandsia* L. subgênero *Anoplophytum* (Beer) Baker (Bromeliaceae). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Terry, R.G., Brown, G.K. & Olmstead, R.G.** 1997. Examination of subfamilial phylogeny in Bromeliaceae using comparative sequencing of the plastid locus ndhF. American Journal of Botany 84: 664-670.
- Vieira, S.** 1981. Introdução à Bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.
- Vieira, C.** 1999. *Quesnelia* Gaudich. (Bromelioideae-Bromeliaceae) do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro/Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Walker, J.W. & Doyle, J.A.** 1975. The bases of angiosperm phylogeny: palinology. Annals of the Missouri Botanical Garden 62: 664-723.
- Wanderley, M.G.L.** 1984. Contribuição à palinotaxonomia da família Bromeliaceae. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Wanderley, M.G.L. & Melhem, T.S.** 1991. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga - Família 178- Bromeliaceae. Hoehnea 18: 5-42.
- Wanderley, M.G.L. & Moreira, B.A.** 2000. Flora Fanerogâmica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 178 – Bromeliaceae. Hoehnea 27: 259-278.
- Wee, Y.C. & Rao, A. N.** 1979. *Ananas* pollen germination. Grana 18: 33-39.
- Wendt, T.** 1999. Hibridização e isolamento reprodutivo em *Pitcairnia* (Bromeliaceae). Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Wittmack, L.** 1888. Bromeliaceae. In: A. Engler & K. Prantl. (eds.) Die Natürlichen Pflanzfamilien. ed. 1. Wilhem Engelmann, Leipzig. v. 2, teil 4, pp. 32-59.

Índice de Figuras

Figuras 1-4. *Acanthostachys strobilacea*. 1. Vista equatorial. 2. Detalhe da ornamentação (MEV). 3-4. Análise de LO. 5-8. *Aechmea phanerophlebia* (subgênero *Aechmea*). 5. Vista polar. 6. Corte óptico. 7-8. Análise de LO. 9-13. *Aechmea caudata* (subgênero *Ortigiesia*). 9. Vista polar. 10. Abertura. 11-12. Análise de LO. 13. Corte óptico. 14-18. *Aechmea coelestis*. 14. Vista equatorial. 15. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 16. Detalhe da exina (MEV). 17-18. Análise de LO. 38

Figuras 19-22. *Aechmea cylindrata* (subgênero *Ortigiesia*). 19. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 23-26. *Aechmea organensis*. 23. Vista equatorial. 24. Detalhe da ornamentação (MEV). 25-26. Análise de LO. 27-30. *Aechmea* sp. 27. Vista equatorial. 28. Corte óptico. 29-30. Análise de LO. 31-35. *Aechmea bocainensis* (subgênero *Pothuava*). 31. Vista polar. 32. Abertura. 33-34. Análise de LO. 35. Corte óptico. 36-38. *Aechmea ornata*. 36. Abertura. 37-38. Análise de LO. 39

Figuras 39-42. *Aechmea ornata* (subgênero *Pothuava*). 39. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 40. Detalhe da ornamentação (MEV). 41. Detalhe da exina (MET). 42. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 43-44. *Aechmea pectinata*. 43. Vista polar. 44. Detalhe da ornamentação (MEV). 45-51. *Aechmea vanhoutteana*. 45. Vista polar. 46. Corte óptico. 47-48. Análise de LO. 49. Vista polar evidenciando 3 aberturas. 50. Vista geral evidenciando uma abertura do grão de pólen (MEV). 51. Detalhe da ornamentação (MEV). 52-55. *Ananas fritzmuelleri*. 52. Vista equatorial. 53. Corte óptico. 54-55. Análise de LO. 40

Figuras 56-59. *Billbergia nutans* (subgênero *Billbergia*). 56. Vista equatorial. 57. Detalhe da ornamentação (MEV). 58-59. Análise de LO. 60-62. *Billbergia porteana* (subgênero *Helicodea*). 60. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 61. Corte óptico. 62. Detalhe da exina (MET). 63-68. *Billbergia zebrina*. 63. Vista equatorial. 64. Vista polar evidenciando abertura. 65. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 66. Detalhe da ornamentação (MEV). 67. Corte óptico. 68. Detalhe da exina (MET). 45

Figuras 69-74. *Edmundoa ambigua*. 69. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 70. Vista equatorial. 71. Corte óptico. 72. Detalhe da ornamentação (MEV). 73-74. Análise de LO. 75-81. *Edmundoa lindenii*. 75. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 76. Detalhe da exina (MET). 77. Reticulo destacado do grão de pólen (MET). 78. Vista equatorial. 79. Corte óptico. 80-81. Análise de LO. 82-85. *Edmundoa perplexa*. 82. Vista polar. 83. Corte óptico. 84-85. Análise de LO. 48

Figuras 86-93. *Fernseea bocainensis*. 86. Vista equatorial. 87. Corte óptico. 88-89. Análise de LO. 90. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 91. Detalhe da ornamentação (MEV). 92. Detalhe da exina (MET). 93. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MET). 94-96. *Fernseea itatiaiae*. 94. Vista equatorial. 95-96. Análise de LO. 51

Figuras 97-114. *Hohenbergia augusta*. 97. Vista geral do grão verrucado evidenciando 4 aberturas. 98. Corte óptico. 99-101. Análise de LO, em três níveis de focalização. 102. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 103. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 104. Detalhe da exina do grão verrucado (MET). 105. Detalhe da exina do grão intermediário a verrucado a reticulado (MET). 106. Vista polar evidenciando 3 aberturas do grão reticulado. 107. Vista equatorial evidenciando uma abertura. 108. Corte óptico. 109-110. Análise de LO. 111. Detalhe da exina do grão reticulado (MET). 112-114. Evolução da ornamentação do grão verrucado ao reticulado (MEV). 55

Figuras 115-118. *Neoregelia concentrica*. 115. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 116. Detalhe da ornamentação (MEV). 117-118. Análise do LO. 119-124. *Neoregelia johannis*. 119. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 120. Corte óptico. 121. Detalhe da ornamentação (MEV). 122-123. Análise do LO. 124. Detalhe da exina (MET). 125-128. *Neoregelia laevis*. 125. Vista polar. 126. Corte óptico. 127-128. Análise do LO. 129-132. *Neoregelia marmorata*. 129. Vista equatorial. 130. Corte óptico. 131-132. Análise do LO. 59

Figuras 133-138. *Nidularium exiguum* (subgênero *Canistropsis*). 133. Vista equatorial. 134. Corte óptico. 135-136. Análise de LO. 137. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 138. Detalhe da ornamentação (MEV). 139. Detalhe da exina (MET). 140-143. *Nidularium albiflorum* (subgênero *Nidularium*). 140. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 141. Detalhe da ornamentação (MEV). 142-143. Análise de LO. 144-147. *Nidularium amazonicum*. 144. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral dos grãos de pólen (MEV). 145. Detalhe da ornamentação (MEV). 146-147. Análise do LO. 148-151. *Nidularium antoineanum*. 148. Vista equatorial. 149. Abertura. 150-151. Análise de LO. 68

Figuras 152-155. *Nidularium bocainense* (subgênero *Nidularium*). 152. Vista equatorial. 153. Corte óptico. 154-155. Análise de LO. 156-159. *Nidularium campos-portoi*. 156. Vista geral. 157. Detalhe da ornamentação (MEV). 158-159. Análise de LO. 160-163. *Nidularium corallinum*. 160. Vista polar. 161. Detalhe da ornamentação (MEV). 162-163. Análise de LO. 164-167. *Nidularium longiflorum*. 164. Vista equatorial. 165. Corte óptico. 166-167. Análise de LO. 168-171. *Nidularium marigoii*. 168. Vista equatorial. 169. Detalhe da ornamentação (MEV). 170-171. Análise de LO. 69

Figuras 172-176. *Nidularium minutum* (subgênero *Nidularium*). 172. Vista equatorial. 173. Corte óptico. 174. Detalhe da ornamentação (MEV). 175-176. Análise de LO. 177-181. *Nidularium picinguabense*. 177. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 178. Corte óptico. 179. Detalhe da ornamentação (MEV). 180-181. Análise de LO. 182-185. *Nidularium rubens*. 182. Vista equatorial. 183. Abertura. 184-185. Análise de LO. 186-188. *Nidularium rutilans*. 186. Vista equatorial. 187. Corte óptico. 188-189. Análise de LO. 70

Figuras 190. *Quesnelia arvensis* (subgênero *Quesnelia*). Detalhe da exina (MET). 191-194. *Quesnelia testudo*. 191. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 192. Detalhe da ornamentação (MEV). 193-194. Análise de LO. 195-197. *Quesnelia marmorata* (subgênero *Billbergiopsis*). 195. Vista geral. 196-197. Análise de LO. 198-199. *Quesnelia violacea*. 198. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 199. Detalhe da ornamentação (MEV). 200-203. *Wittrockia cyathiforme*. 200. Vista polar. 201. Corte óptico. 202-203. Análise de LO. 204. *Wittrockia*

superba. Corte óptico. 78

Figuras 205-209. *Dyckia encholirioides*. 205. Vista equatorial. 206. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 207. Detalhe da ornamentação (MEV). 208. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 209. Detalhe da exina (MET). 210-213. *Dyckia linearifolia*. 210. Vista equatorial. 211. Corte óptico. 212-213. Análise de LO. 214-216. *Pitcairnia flammea*. 214. Vista equatorial. 215. Detalhe da ornamentação (MEV). 216. Detalhe da exina (MET). 93

Figuras 217-221. *Catopsis berteroriana*. 217. Vista equatorial. 218. Corte óptico. 219. Detalhe da ornamentação (MEV). 220. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MET). 221. Detalhe da exina (MET). 222-224. *Racinae spiculosa*. 222. Vista equatorial. 223-224. Análise de LO. 225-227. *Tillandsia aeranthos*. 225. Vista equatorial. 226-227. Análise de LO. 107

Figuras 228-231. *Tillandsia crocata*. 228. Vista equatorial. 229. Corte óptico. 230-231. Análise de LO. 232-235. *Vriesea brusquensis*. 232. Vista equatorial. 233. Corte óptico. 234-235. Análise de LO. 236-241. *Vriesea gamba*. 236. Vista polar. 237. Corte óptico. 238-239. Análise de LO. 240. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 241. Detalhe da exina (MET). 108

Figuras 242-248. *Vriesea pardalina*. 242. Vista equatorial. 243. Corte óptico. 244-245. Análise de LO. 246. Eletromicrografia evidenciando o aspecto geral do grão de pólen (MEV). 247. Detalhe da ornamentação (MEV). 249-251. *Vriesea simplex*. 249. Vista equatorial. 250. Corte óptico. 251. Vista polar evidenciando abertura. 109

Figura 252. Árvore com a evolução do padrão de abertura do grão de pólen, inferindo posição do ovário e dos nectários septais, fotossíntese C3 e CAM e hábito, caracteres que surgiram ao longo da história evolutiva da família. 140