

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO

**Palinotaxonomia de espécies brasileiras de
Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no
Estado de São Paulo**

Tese apresentada ao Instituto de Botânica da
Secretaria do Meio Ambiente, como parte
dos requisitos exigidos 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

2008

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO

**Palinotaxonomia de espécies brasileiras de
Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no
Estado de São Paulo**

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

ORIENTADORA: DRA. MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ-BARROS

CO-ORIENTADOR: DR. ALAIN CHAUTEMS

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica

Gasparino, Eduardo Custódio

G249p Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Gesneriaceae, com ênfase nas
ocorrentes no Estado de São Paulo / Eduardo Custódio Gasparino -- São Paulo,
2008.

197 p.il.

Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2008

Bibliografia.

1. Pólen. 2. Palinotaxonomia. 3. Gesneriaceae. I. Título

CDU : 581.33

*Alfa, Ômega... princípio e fim, sim Ele
é... sim Ele é... Lírio dos vales, estrela
da manhã, para sempre cantarei o Seu
amor!!! À Ele a glória, À Ele o louvor,
à Ele o domínio... Ele é o Senhor*

Aos meus pais,
Luzia Custódia Pereira Gasparino e
Francisco Gasparino, dedico.

**À minha Orientadora
Dra. Maria Amélia**

Obrigado por todos os ensinamentos, pela amizade, dedicação e pela orientação de todos estes anos e em especial nesta Tese. Sempre amiga e companheira, com você aprendi os caminhos da nossa pesquisa. Você é uma pessoa especial na minha vida! Obrigado pelo carinho, pela compreensão, pelas palavras amigas e por ser tão presente me ajudando nos momentos mais difíceis.

Que Deus ilumine sempre o seu caminho, trazendo paz e alegria !!!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu coorientador Dr. Alain Chautems, por toda a ajuda e auxílio durante a Tese, com seus conhecimentos sobre a Taxonomia de Gesneriaceae. Obrigado pela amizade, compreensão e por todos os ensinamentos.

Aos pesquisadores da Seção de Dicotiledôneas, Cynthia Fernandes Pinto da Luz e Luciano Maurício Esteves, por toda amizade, convivência e ensinamentos. À Jovelina Maria de Vasconcellos, por todo carinho, ajuda, orações e amizade. A todos os estagiários que por estes anos passaram pela nossa seção, pela ajuda e pelos momentos de bom convívio.

À Priscila Rodrigues, estagiária e amiga, que com sua calma, alegria e simplicidade, não mediu esforços pra ajudar durante todo o trabalho e em especial na sua fase final.

À amiga e pesquisadora Angela Maria da Silva Correa, por toda amizade, ajuda preciosa e ensinamentos.

Ao pesquisador e amigo Fábio de Barros, por toda ajuda, apoio e leitura crítica de partes do trabalho.

A amiga Elaine Lima Silva por toda ajuda, carinho e alegria. Obrigado por compartilhar estes anos de estágios comigo.

À minha família, meus pais Luzia e Francisco, meus irmãos Adriano e Marcelo, por todo amor e apoio, por acreditarem em mim e terem colaborado em todos os momentos da minha vida, trazendo paz, alegria e tranquilidade ao meu coração. Vocês foram a força que me ajudou a vencer os obstáculos! Obrigado também as minhas tias e as madrinhas Djanira e Odete, pelo incentivo e orações.

Às amigas de coração e alma, Luciane Crossetti, Andréa de Araujo e Andréia Lorigiola, sempre presentes trazendo incentivo, apoio, sabedoria e auxílio em todos os momentos, por toda colaboração e lição de vida.

Ao Danilo e a Glaucia, meus grandes amigos e minha família em São Paulo, obrigado por todo carinho, e apoio. Obrigado também, minhas amigas Kênia Alves e Fabiana Giraldelli, por toda força, carinho, incentivo e pensamento positivo mesmo distantes.

AGRADECIMENTOS

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

Ao programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente nas pessoas da Dra. Solange Cristina Mazzoni Viveiros e Dra. Sônia Dietrich, e a todos os docentes e alunos, em especial a secretária Márcia Regina Angelo, e ao Antônio, sempre dispostos a auxiliar em todos os momentos.

À Capes por ter concedido o apoio financeiro ao meu projeto.

À Chefia da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica, onde desenvolvi todo o trabalho do doutorado, contando com apoio dos laboratórios, equipamentos, funcionários e estagiários.

Aos curadores dos herbários visitados, pela disponibilidade do material, em especial aos pesquisadores e estagiários da Seção de Curadoria do Herbário, do Instituto de Botânica por toda a ajuda durante este trabalho. Em especial às Dra. Gerleni Esteves, Dra. Rosângela Simão-Bianchini, Dra. Cíntia Kameyama e a doutoranda Fátima Otavina.

Aos funcionários do Xerox e da Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica.

À Seção de Microscopia eletrônica de transmissão do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal do Instituto Biológico nas pessoas da MSc. Silvia Regina Galleti e Ricardo Lombardi.

A amiga Andréa Onofre Araujo, por toda a ajuda com as “gloxínias”, pelo carinho e dedicação com o nosso trabalho. E ao Mauro Peixoto, pela disponibilidade dos materiais cultivados de Gesneriaceae, por toda hospitalidade e ajuda.

Às amigas Bianca Alsina Moreira e Maria Isabel Tauil de Moura Guimarães, por toda amizade e pela grande companhia de laboratório.

À pesquisadora e amiga Dra. Carla Ferraguti, por todo carinho e disposição em sempre ajudar.

Aos meus amigos Cristiane Almeida e Rafael Louzada, obrigado por toda a amizade, carinho. E aos meus amigos de pós e de alojamento, Ana, Lili, Josi, Berta, Bel, Denilson, Juçara, Priscila, Luciana Canez, Luciana Gimenez, Diógina, Adriano, Patrícia, Angélica Barbero, Gisele, Sabrina, Barbara, Suzana, Iane, Fernanda Ferrari, Fernanda Ramlov, Maria Claudia, Sandra, Angélica, Taís, Daniela, Fernanda Karsted, Júnior, Anderson, por todo convívio e momentos felizes.

À Paula Tatiana, pelo carinho e por estar sempre presente. À Cássia, pela alegria e incentivo.

À Aline Paulino e Rodrigo Elias, pela receptividade em Cuiabá, e pela amizade.

À minha amiga Alessandra Ferreira, pelo convívio em São Paulo, pela ajuda e carinho.

Ao Jarbas Carlos e ao Vanderley pelo incentivo. Aos meus amigos de Pontes Gestal Angela Elias, Kitty Alves, Enivaldo Costa, Cássia Nogueira, Simone Elias, Jussara Elias, Marcela Crespilho, Luis Henrique Cavassani, Luciene Poreto, Vagner Poreto, André Luis, Leandro Alves, Luciana Alves, Adriana Batista e as crianças Rafaela, Enry, Gabriel, Ítalo e ao meu afilhado Lucas. Ao meu amigo Martucci e aos amigos de Mirassol, Marcio Scandiucci, Marilize Martins, Samuel Amazonas, Carolina Bazetti, Cristiane Martins, e Emília Cardoso.

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização desta Tese.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	01
CAPÍTULO I: Palinotaxonomia de <i>Besleria</i> L. e <i>Napeanthus</i> Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocorrentes no Estado de São Paulo	
Introdução	17
Material e Métodos	19
Resultados	22
Discussão	33
Literatura Citada	37
CAPÍTULO II: Estudo polínico em espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae)	
Introdução	45
Material e Métodos	47
Resultados	49
Discussão	67
Referências	74
CAPÍTULO III: Palinotaxonomia de <i>Codonanthe</i> (Mart.) Hanst. e <i>Nematanthus</i> Schrader (Gesneriaceae - Episcieae) ocorrentes no Estado de São Paulo	
Introdução	82
Material e Métodos	84
Resultados	88
Discussão	126
Referências	132

CAPÍTULO IV: Palinologia de espécies brasileiras da tribo Sinningieae (Gesneriaceae, Gesnerioideae)

Introdução	137
Material e Métodos	139
Resultados	144
Discussão	175
Literatura Citada	180
CONSIDERAÇÕES FINAIS	185
RESUMO	188
ABSTRACT	189
ÍNDICE DE FIGURAS	190

ESTRUTURA DA TESE

O estudo de novas características polínicas de Gesneriaceae e a revisão dos principais trabalhos publicados sobre a família, sendo eles: taxonômicos, ecológicos, filogenéticos e principalmente palinológicos, representam a linha mestra desta Tese.

Ela está organizada em uma Introdução Geral, quatro capítulos os quais estão redigidos segundo as normas das revistas a que se destinam, seguidos das Considerações Finais.

Os capítulos são:

Capítulo I: Palinotaxonomia de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocorrentes no Estado de São Paulo. Neste capítulo é apresentado o estudo da morfologia polínica das espécies dos gêneros *Besleria* (*B. longimucronata*, *B. selloana* e *B. umbrosa*) e *Napeanthus* (*N. primulifolius*) nativas no Estado de São Paulo, e também, da espécie *Napeanthus reitzii*, a única outra espécie do gênero nativa no Brasil. O capítulo está redigido conforme normas para publicação na Revista Brasileira de Botânica.

Capítulo II: Estudo polínico em espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae). Neste capítulo, nove espécies brasileiras dos gêneros *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* (tribo Gloxinieae) e *Sphaerorrhiza* (tribo Sphaerorrhizeae) são descritas morfopolinicamente. O capítulo está redigido conforme as normas para publicação no periódico Botanical Journal of the Linnean Society, devendo ser vertido para o inglês oportunamente.

Capítulo III: Palinotaxonomia de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae - Episcieae) ocorrentes no Estado de São Paulo. Neste capítulo, são tratadas sob o ponto de vista palinológico, as espécies dos gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus* ocorrentes no Estado de São Paulo. O capítulo está redigido conforme normas para publicação no periódico Nordic Journal of Botany, devendo ser vertido para o inglês oportunamente.

Capítulo IV: Palinologia de espécies brasileiras da tribo Sinningieae (Gesneriaceae, Gesnerioideae). Neste capítulo são estudados os grãos de pólen de 38 espécies brasileiras dos gêneros *Paliavana*, *Sinningia* e *Vanhouttea*, representantes da tribo Sinningieae. O capítulo está redigido conforme normas para publicação na revista Hoehnea.

INTRODUÇÃO GERAL

Gesneriaceae [Rich & Juss. ex] DC. possui cerca de 140 gêneros e 3.500 espécies (Wiehler 1983, Chautems & Matsuoka 2003, Weber 2004a), sendo posicionada em classificações recentes no grupo das Euasterídeas I, dentro da ordem Lamiales junto com aproximadamente 19 famílias, entre elas Bignoniaceae, Lamiaceae e Scrophulariaceae (Albach *et al.* 2001, APG 1998, 2003). Trata-se de uma família pantropical com ampla distribuição em todo o Mundo, bem representada nos trópicos e com poucas espécies nativas em regiões temperadas (Burt & Wiehler 1995). Nos neotrópicos, seus centros de diversidade estão localizados no noroeste da América do Sul e no sudeste brasileiro (Chautems 1991).

A família é representada por ervas muitas vezes perenes, subarbustos ou arbustos, terrestres ou epifíticos; raízes fibrosas ou sistema subterrâneo tuberoso ou rizomatoso espessado; caule herbáceo ou lenhoso, ereto, escandente ou pendente. Folhas opostas-cruzadas, simples, às vezes rosuladas ou 3-4-verticiladas, raramente alternas, inteiras, pecioladas ou subsésseis, membranáceas a crassas, lâmina com margem inteira ou não. Sinflorescência politélica axilar ou terminal, composta por cimeiras ou flores solitárias, brácteas pequenas ou raramente ausentes (por exemplo em *Besleria* L.). Flores vistosas, gamopétalas, zigomorfas, bissexuadas, protândricas; sépalas 5, curtamente unidas na base, verdes ou coloridas, inteiras a dentadas; corola tubulosa, branca ou colorida, às vezes gibosa na base ou no ápice; estames 4, inclusos, raramente exsertos, epipétalos, anteras unidas, raramente livres, rimosas, às vezes poricidas; disco anular constituído de 1-5 glândulas, raramente ausente (por exemplo *Napeanthus* Gardn.); ovário súpero a semi-ífero, 2-carpelar, 1-locular, placentação parietal; estilete simples terminal, estigma estomatomórfico ou 2-lobado. Fruto baga ou cápsula seca ou carnosa, 2-valvar; sementes

numerosas, diminutas, geralmente elípticas, estriadas, embrião reto (Wiehler 1983, Barroso *et al.* 1986, Chautems & Weber 1999, Chautems & Matsuoka 2003, Weber 2004a, Araújo 2007).

Seus maiores gêneros em números de espécies são: *Cyrtandra* Forst., *Columnnea* L., *Aeschynanthus* Jack., *Chirita* Buch.-Ham., *Henckelia* Spreng., *Streptocarpus* Lindl., *Besleria*, *Didymocarpus* Wall., *Agalmyla* Blume, *Paraboea* (C.B. Clarke) Ridl., *Gesneria* L. e *Sinningia* Ness (Judd *et al.* 1999, Skog 2005, Skog & Boggan 2006).

A família Gesneriaceae foi estudada taxonomicamente por diversos autores e vem sendo subdividida em subfamílias e tribos. Bentham (1876), Fritsch (1893, 1894) e Burt (1962, 1977), baseados no desenvolvimento do endosperma e no crescimento dos cotilédones, subdividiram a família em duas subfamílias: Gesnerioideae e Didymocarpoideae (ou Cyrtandroideae). Posteriormente, a família foi dividida em três grupos naturais ou subfamílias, Coronantheroideae, Gesnerioideae e Didymocarpoideae, com distribuição, respectivamente, nas regiões Sul Pacífica, Neotropical, e Paleotropical (Wiehler 1983, Burt & Wiehler 1995).

Tanto a família, quanto as subfamílias são consideradas monofiléticas com base em dados morfológicos, moleculares (sequências de *ndhF*), número de cromossomos e metabólitos secundários (Smith 1996, Smith *et al.* 1997, Judd *et al.* 1999).

Weber (2004a) segue em grande parte as subdivisões anteriormente propostas e afirmando que os dados disponíveis não seriam suficientes para o entendimento dos grandes grupos de Gesneriaceae, prefere adotar uma classificação informal dividindo Gesnerioideae e Didymocarpoideae em quatro grupos denominados Coronantheroid (hemisfério sul), Gesnerioid (neotropical), Epithematoid e Didymocarpoid (dois grupos paleotropicais).

Alguns trabalhos moleculares recentes sobre a família como os de Smith (1996, 2000), Smith *et al.* (1997), Citerne *et al.* (2000), Zimmer *et al.* (2002), Mayer *et al.* (2003), Perret *et al.* (2003), Roalson *et al.* (2005a, b) e Clark *et al.* (2006), trazem algumas considerações quanto ao

monofiletismo de grupos dentro de Gesneriaceae e reconsideraram o posicionamento de espécies, gêneros e tribos.

A subfamília Gesnerioideae (ou Gesnerioide *sensu* Weber 2004a) é caracterizada por apresentar as espécies neotropicais, com crescimento cotiledonar igual, e nectário constituído por glândulas separadas quando presente. Wiehler (1983) subdividiu-a em cinco tribos, Beslerieae, Episcieae, Gesnerieae, Gloxinieae, e Napeantheae. Atualmente com a inclusão de Coronanthereae e Sinningieae são conhecidas sete tribos (Smith 1996, Smith *et al.* 1997), as quais com base em estudos recentes de morfologia e biologia molecular são consideradas monofiléticas (Boggan 1991, Smith 1996, 2000, Smith *et al.* 1997, Smith & Atkinson 1998, Zimmer *et al.* 2002). Sphaerorrhizeae, uma nova tribo de Gesnerioideae foi proposta recentemente compreendendo espécies antes tratadas em Gloxinieae (Roalson *et al.* 2005b).

No Brasil as Gesneriaceae estão representadas por cerca de 220 espécies distribuídas em 23 gêneros (Chautems 1991, Chautems & Matsuoka 2003), todas pertencentes à subfamília Gesnerioideae. As espécies são encontradas principalmente em matas úmidas da região amazônica ou na Mata Atlântica (Meirelles *et al.* 1999, Safford & Martinelli 2000), sendo algumas vezes nativas de campos rupestres de planalto (Chautems 1991, Araujo *et al.* 2005). A maior concentração de táxons se encontra na região Sudeste (Barroso *et al.* 1986).

A monografia do gênero *Nematanthus* Schrader realizada por Chautems (1988) foi o primeiro estudo detalhado, retomando os trabalhos taxônicos da família para o Brasil.

Para o Estado de São Paulo, os trabalhos de Chautems (2000) e Chautems & Matsuoka (2003) indicam seis gêneros e 52 espécies: *Besleria* (três espécies), *Codonanthe* (Mart.) Hanst. (cinco espécies), *Gloxinia* L'Hérit. (uma espécie, *Gloxinia sylvatica* (Kunth) Wiehler, hoje posicionada no gênero *Seemania* Regel, segundo Roalson *et al.* (2005a,b)), *Napeanthus* (uma espécie), *Nematanthus* (20 espécies) e *Sinningia* (22 espécies). Estes táxons pertencem às tribos

Besleriae, Episcieae, Gloxinieae, Napeantheae e Sinningieae respectivamente. A maioria dos representantes da família é nativa na Mata Atlântica, com algumas exceções (por exemplo *Gloxinia*).

As espécies de Gesneriaceae podem ser polinizadas por abelhas, borboletas, moscas, mariposas, morcegos ou pássaros (Judd *et al.* 1999). A diversidade de polinizadores é mantida em função da ocorrência de flores vistosas, com néctar e corolas de cores vivas e adaptadas (com gibas). Para o Brasil, estudos recentes de biologia floral incluindo Gesneriaceae foram feitos por Franco & Buzato (1992), Sazima *et al.* (1999), SanMartin-Gajardo & Freitas (1999) e SanMartin-Gajardo & Sazima (2004, 2005a, 2005b).

Quanto à importância econômica, espécies de Gesneriaceae são comumente cultivadas como ornamentais como exemplo, os gêneros *Aeschynanthus*, *Codonanthe*, *Columnea*, *Episcia*, *Gloxinia*, *Kohleria*, *Nautilocalyx*, *Nematanthus*, *Sinningia*, *Streptocarpus* e *Saintpaulia*, a “violeta-africana” uma das espécies mais comercializadas no Brasil (Lorenzi & Souza 1999, Souza & Lorenzi 2005).

Outras espécies dos gêneros *Besleria*, *Columnea*, *Drymonia* e *Gloxinia perennis* são também utilizadas pela medicina popular indígena na América Central e do Sul (Vickers & Plowman 1984, Kvist 1986, 1989, Kvist & Holm-Nielsen 1987, Wiehler 1995).

Alguns trabalhos sobre a morfologia polínica de Gesneriaceae foram publicados. São exemplos: Erdtman (1952), Campos (1962), Melhem & Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Felice *et al.* (1981), Fritze & Williams (1988), Roubik & Moreno (1991), Luegmayer (1993a, b), Zhi-Jian *et al.* (1995, 1997), Xifreda (1996), Schlag-Edler & Kiehn (2001), Melhem *et al.* (2003), Palee *et al.* (2003) e Weber (2004b).

Erdtman (1952) relata para a família grãos de pólen 2-3-4-colporoidados-colporados, usualmente subprolatos, com sexina tão espessa quanto a nexina e ornamentação obscura; seu trabalho baseou-se principalmente nos gêneros *Bellonia* L., *Boea* Comm. ex Lam., *Columnnea*, *Coronanthera* Vieill. ex. C.B. Clarke e *Streptocarpus*.

Os gêneros *Gesneria* e *Cyrtandra* foram estudados palinologicamente por Skog (1976), Luegmayer (1993a, b) e Schlag-Edler & Kiehn (2001). Skog (1976) ao estudar os grãos de pólen de 27 espécies, relata para *Gesneria*, grãos de pólen pequenos a médios, prolatos, tricolpados, sexina reticulada, lisa ou verrugada. Este mesmo autor, ao estudar grãos de pólen de híbridos como *Rhytidophyllum tomentosus* x *Gesneria scabra*, cita a presença de grãos de pólen deformados e colapsados.

Luegmayer (1993a) estudou grãos de pólen de 30 espécies e 12 híbridos de *Cyrtandra* observando grãos de pólen 3-colporoidados (raramente 4-colporoidados), esferoidais, microrreticulados, raramente reticulados ou perfurados. Em um novo estudo envolvendo 108 espécies da subfamília Cyrtandroideae, Luegmayer (1993b) observou e descreveu 10 tipos polínicos com grãos de pólen 3-colpados, 3-colporados, perfurados, microrreticulados, reticulados e rugulados. Schlag-Edler & Kiehn (2001) estudando ainda o gênero *Cyrtandra* mencionam grãos de pólen 3-colpados, esferoidais, exina microrreticulada com tendência para padrão reticulado ou fossulado.

O trabalho mais significativo em nível de família foi o de Williams (1978) que estudou a morfologia polínica de 30 espécies neotropicais da subfamília Gesnerioideae e suas principais tribos, englobando os gêneros *Alsobia* Hanst., *Bellonia*, *Bucinella* Wiehler, *Cobananthus* Wiehler, *Codonanthe*, *Columnnea*, *Dalbergaria* Tussac, *Drymonia* Mart., *Episcia* Mart., *Gasteranthus* Benth., *Gloxinia*, *Kohleria*, *Moussonia* Regel, *Napeanthus*, *Nautilocalyx* Linden, *Pentadenia* Hanst., *Rufodorsia* Wiehler, *Sinningia* e *Trichantha* Hook. O resultado desse trabalho

mostrou uma diversidade de tipos polínicos nas tribos da subfamília, e em casos mais particulares em espécies isoladas (Williams 1978).

Os grãos de pólen de *Columnnea* e gêneros relacionados (*Bucinellina*, *Pentadenia*, *Dalbergaria* e *Trichantha* - tribo Episcieae), foram estudados por Fritze & Williams (1988). Esses autores descreveram, os grãos de pólen como tricolp(or)ados, perfurados a reticulados, contudo observaram também tipos polínicos distintos quanto à forma, o padrão da exina, e o comprimento e forma das aberturas.

Smith *et al.* (1997) e Judd *et al.* (1999) consideram que o tamanho dos grãos de pólen sustenta a monofilia da subfamília Gesnerioideae. Kvist & Skog (1992) afirmam que a morfologia polínica tem aparentemente, pouco valor taxonômico para a tribo Gloxinieae. No entanto, segundo Melhem & Mauro (1973) o estudo dos caracteres morfológicos dos grãos de pólen em Gesneriaceae permite uma diferenciação de gêneros, e até de espécies, em alguns casos. Assim, oito espécies pertencentes aos gêneros *Gesneria*, *Hypocyrta* Mart. e *Nematanthus*, hoje transferidas para os gêneros *Besleria*, *Sinningia* e *Nematanthus*, revelaram variações em relação à forma, tamanho, aberturas (3-colporado, 3-colpado), e ornamentação. Melhem *et al.* (2003) estudando os grãos de pólen das espécies nativas de Campos do Jordão (São Paulo) descrevem os grãos de pólen de *Nematanthus fornix* (Vell.) Chautems como 3-colpados, oblato-esferoidais, com exina reticulada, e os de *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler como 3-colporados, esféricos, e com exina reticulada, confirmando que a morfologia polínica é importante para a taxonomia da família.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a morfologia polínica das espécies brasileiras da família Gesneriaceae, especialmente aquelas ocorrentes no Estado de São Paulo. Um estudo minucioso dos grãos de pólen foi elaborado buscando elucidar novos caracteres que possam caracterizar tribos, gêneros ou espécies dentro da família; assim como

analisar a existência de diferenças qualitativas e quantitativas entre os grãos de pólen na tentativa de fornecer subsídios para uma melhor delimitação dos táxons.

Os dados aqui apresentados, aliados a estudos já realizados e a futuros estudos, provavelmente permitirão o melhor esclarecimento das relações entre os táxons estudados através da morfologia polínica.

Literatura Citada

- Albach, D.C., Soltis, P.S., Soltis, D.E. & Olmstead, R.G.** 2001. Phylogenetic analysis of Asterids based on sequences of four genes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 88: 163-212.
- 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 phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.
- Araujo, A.O.; Souza, V.C.; Chautems, A.** 2005. Gesneriaceae da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 109-135.
- Araujo, A.O.** 2007. Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L'Hér. *sensu lato* (Gesneriaceae). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Barroso, G.M., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L., Costa, C.G., Guimarães, E.F. & Lima, H.C.** 1986. Sistemática de angiospermas do Brasil. v.3, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa.
- Bentham, G.** 1876. Gesneriaceae. *In*: G. Bentham & W.J. Hooker (ed.). Genera Plantarum. v. 2, pp. 990-1025.
- Boggan, J.K.** 1991. A morphological study and cladistic analysis of *Sinningia* and associated genera with particular reference to *Lembocarpus*, *Lietzia*, *Paliavana* and *Vanhouttea* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). Master's thesis, Cornell University, Ithaca, New York.
- Burt, B.L.** 1962. Studies in the Gesneriaceae of the Old World XXIV: Tentative keys to the tribes and genera. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 24: 205-220.
- Burt, B.L.** 1977. Classification above genus, as exemplified by Gesneriaceae, with parallels from other groups. Plant Systematic and Evolution, Suppl. 1: 97-109.
- Burt, B.L. & Wiehler, H.** 1995. Classification of the family Gesneriaceae. Gesneriana 1: 1-4.
- Campos, S.M.** 1962. Pollen grains of plants of the "Cerrado" – IV. Revista Brasileira da Biologia 22: 307-315.
- Chautems, A.** 1988. Révision taxonomique et possibilités d'hybridations de *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae), genre endémique de la forêt côtière brésilienne. Dissertationes Botanicae 112: 1-226.
- Chautems, A.** 1991. A família Gesneriaceae na região cacauera da Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 14: 51-59.
- Chautems, A.** 2000. Flora Fanerogâmica da reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). 149- Gesneriaceae. Hoehnea 27: 31-32.

- Chautems, A. & Matsuoka, C.Y.K.** 2003. Gesneriaceae. *In*: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti & T.S. Melhem, (coords.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Fapesp: Rima, São Paulo, v.3, pp. 75-103.
- Chautems, A. & Weber, A.** 1999. Shoot and inflorescence architecture in the neotropical genus *Sinningia* (Gesneriaceae). *In*: M. Kurmann & A. Hemsley, (eds.). The evolution of plant architecture. Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 305-322.
- Clark, J.L., Herendeen, P.S., Skog, L.E. & Zimmer, E.A.** 2006. Phylogenetic relationships and generic boundaries in the Episcieae (Gesneriaceae) inferred from nuclear, chloroplast, and morphological data. *Taxon* 55: 313-336.
- Citerne, H.L., Möller, M. & Cronk, Q.C.B.** 2000. Diversity of cycloidea-like genes in Gesneriaceae in relation to floral symmetry. *Annals of Botany* 86: 167-176.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Felice, M.A.C., Sanchis, A.M. & Villar, L.M.** 1981. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”* 2:77-89.
- Franco, A.L.M. & Buzato, S.** 1992. Biología floral de *Nematanthus fritschii* (Gesneriaceae). *Revista Brasileira de Biologia* 52: 661-666.
- Fritsch, K.** 1893. Gesneriaceae. *In*: A. Engler & K. Prantl. (eds.). Die natürlichen Pflanzenfamilien, v. 4, ars 3b, pp. 133-144.
- Fritsch, K.** 1894. Gesneriaceae. *In*: A. Engler & K. Prantl. (eds.). Die natürlichen Pflanzenfamilien, v. 4, ars 3b, pp. 145-185.

- Fritze, K.J. & Williams, N.H.** 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 168-191.
- Howard, R.A.** 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* 56: 364-368.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. & Stevens, P.F.** 1999. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Kvist, L.P.** 1986. Gesneriads and snake bite. *Gloxinian* 36: 8-13.
- Kvist, L.P.** 1989. Popular names and medicinal uses of *Columnnea* (Gesneriaceae). *Gloxinian* 39: 21-25.
- Kvist, L.P. Holm-Nielsen, L.B.** 1987. Ethnobotanical aspects of lowland Ecuador. *Opera Botanica* 92: 83-107.
- Kvist, L.P. & Skog, L.E.** 1992. Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). *Smithsonian Contributions to Botany* 79: 1-83.
- Lorenzi, H. & Souza, H.M.** 1999. *Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras*. 2 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Luegmayer, E.** 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. *Blumea* 38: 25-38.
- Luegmayer, E.** 1993b. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). *Grana* 32: 221-232.
- Mayer, V., Möller, M., Perret, M. & Weber, A.** 2003. Phylogenetic position and generic differentiation of Epithemateae (Gesneriaceae) inferred from plastid DNA sequence data. *American Journal of Botany* 90: 321-329.

- Melhem, T.S. & Mauro, C.** 1973. Pollen morphological studies in Gesneriaceae. *Hoehnea* 3: 13-27.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Golçalves-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.
- Meirelles, S.T., Pivello, V.R. & Joly, C.A.** 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environmental Conservation* 26: 10-20.
- Nowicke, J.W.** 1974. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. *Brittonia* 26: 37-41.
- Palee, P., Sampson, F.B. & Anusarnsunthorn, V.** 2003. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. *The Natural History Bulletin of Siam Society* 51: 225-240.
- Perret, M., Chautems, A., Spichiger, R., Kite, G. & Savolainen, V.** 2003. Systematic and evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear *ncpGS*. *American Journal of Botany* 90: 445-460.
- Roalson, E.H., Boggan, J.K., Skog, L.E. & Zimmer, E.A.** 2005a. Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). I. Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast, and morphological cladistic datasets. *Taxon* 54: 389-410.
- Roalson, E.H., Boggan, J.K. & Skog, L.E.** 2005b. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of new tribe in the Gesnerioideae Sphaerorrhizeae. *Selbyana* 25: 225-238.
- Roubik, D.W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monograph In Systematic Botany. Missouri Botanical Garden* 36: 1-268.

- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- Safford, H.D. & Martinelli, G.** 2000. Southeast Brazil. *In*: S. Porembski & W. Barthlott, (eds.). Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions, Springer-Verlag, Berlin, pp. 339-389.
- SanMartin-Gajardo, I. & Freitas, L.** 1999. Hummingbird pollination in *Besleria longimucronata* Hoehne (Gesneriaceae) in southeastern Brazil. *Biociências* 7: 13-24.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2004. Non-euglossine bees also function as pollinators of *Sinningia* species (Gesneriaceae) in southeastern Brazil. *Plant Biology* 6: 506-512.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2005a. Chiropterophily in Sinningieae: *Sinningia brasiliensis* and *Paliavana prasinata* are bat-pollinated, but *P. sericiflora* is not. Not yet?. *Annals of Botany* 95: 1097-1103.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2005b. Espécies de *Vanhouttea* Lem. e *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) polinizadas por beija-flores: interações relacionadas ao hábitat da planta e ao néctar. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 441-450.
- Sazima, M., Buzato, S., Sazima, I.** 1999. Bat-pollinated flower assemblages and bat visitors at two Atlantic forest sites in Brazil. *Annals of Botany* 83: 705-712.
- Schlag-Edler, B. & Kiehn, M.** 2001. Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. *Grana* 40: 192-196.
- Skog, L.E.** 1976. A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Smithsonian Contributions to Botany* 29: 1-182.
- Skog, L.E.** 2005. Gesneriaceae in the 21st Century. *Selbyana* 25: 179-181.

- Skog, L.E. & Boggan, J.K.** 2006. World Checklist of Gesneriaceae. Washington, DC: Depto. Of Botany. Smithsonian Institution. <http://persoon.si.edu/Gesneriaceae/Checklist>. (em 11-2007).
- Smith, J.F.** 1996. Tribal relationships within Gesneriaceae: a cladistic analysis of morphological data. *Systematic Botany* 21: 497-513.
- Smith, J.F.** 2000. Phylogenetic resolution within the tribe Episcieae (Gesneriaceae): congruence of ITS and *ndhF* sequences from parsimony and maximum-likelihood analyses. *American Journal of Botany* 87: 883-897.
- Smith, J.F. & Atkinson, S.** 1998. Phylogenetic analysis of the tribes Gloxinieae and Gesnerieae (Gesneriaceae): data from *ndhF* sequences. *Selbyana* 19: 122-131.
- Smith, J.F., Wolfram, J.C., Brown, K.D., Carrol, C.L. & Denton, D.S.** 1997. Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84: 50-66.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H.** 2005. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Instituto Plantarum, Nova Odessa.
- Vickers, W.T. & Plowman, T.** 1984. Useful plants of the Siona and Secoya Indians of Eastern Ecuador: Gesneriaceae. *Fieldiana* 15: 1-4, 13, 33-37.
- Weber, A.** 2004a. Gesneriaceae. *In*: K. Kubitzki and J. W. Kadereit [eds.] *The Families and Genera of Vascular Plants*, Springer Verlag, Berlin v. 7: 63-158.
- Weber, A.** 2004b. Research on Gesneriaceae in Austria – Part IV: recent and present work. *Gloxinian* 54: 44-53.
- Wiehler, H.** 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 6: 1-219.

- Wiehler, H.** 1995. Medicinal gesneriads: 122 species of the rain forest plant family Gesneriaceae used medicinally in the Neotropics. *Gesneriana* 1(1): 98-120.
- Williams, N.H.** 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 2: 310-322.
- Xifreda, C.C.** 1996. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana* 34: 383-388.
- Zhi-jian, Y., Zhen-yu, L. & Fu-hsiung, W.** 1995. Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. *Cathaya* 7: 99-104.
- Zhi-jian, Y., Zhen-yu, L. & Fu-hsiung, W.** 1997. Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. *Harvard Papers of Botany* 10: 113-120.
- Zimmer, E.A., Roalson, E.H., Skog, L.E., Boggan, J.K. & Idnurm, A.** 2002. Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. *American Journal of Botany* 89: 296-311.

**Palinotaxonomia de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae –
Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocorrentes no Estado de São Paulo¹**

EDUARDO CUSTÓDIO GASPARINO^{2,4}, MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ-
BARROS² e ALAIN CHAUTEMS³

1. Parte da Tese de doutorado do primeiro autor, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Botânica. Capítulo redigido segundo normas para publicação na Revista Brasileira de Botânica.
2. Instituto de Botânica, Seção de Dicotiledôneas, Caixa Postal 3005, 01061-970 São Paulo, SP, Brasil.
3. Conservatoire et Jardin Botaniques de La Ville de Genève, C.P. 60, CH-1292, Chambésy, Genève, Suisse
4. Autor para correspondência: ebotanic@hotmail.com

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Revista Brasileira de Botânica

ABSTRACT – (Palynotaxonomy of the *Besleria* L. and *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) occurring in São Paulo state). This paper presents a study of the pollen grains of three species of *Besleria* L. (*B. longimucronata* Hoehne, *B. selloana* Klotzsch & Hanst., *B. umbrosa* Mart.) and one of *Napeanthus* (*Napeanthus primulifolius* (Raddi) Sandw.) from São Paulo state and *Napeanthus reitzii* (L.B. Sm.) B.L. Burt ex Leeuwenb. occurring in southern Brazil. The pollen material was acetolysed, measured, described and illustrated using light microscopy. For further details of pollen surface and exine, non-acetolysed pollen grains were analyzed by means of scanning and transmission electron microscopy. The pollen grains of *Besleria* and *Napeanthus* are small to medium size, isopolar, oblate spheroidal, 3-colporate, endoaperture lolongate, psilate-perforate (*B. longimucronata*), rugulate (*B. umbrosa*) and microreticulate (*B. selloana*, *N. primulifolius* e *N. reitzii*). The results demonstrated the taxonomic importance of pollen morphology studies corroborating with the subdivision of the taxa in these tribes.

Key words - *Besleria*, Gesneriaceae, *Napeanthus*, palynotaxonomy, pollen.

RESUMO – (Palinotaxonomia de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) ocorrentes no Estado de São Paulo) – Foi apresentado o estudo polínico de três espécies de *Besleria* L. (*B. longimucronata* Hoehne, *B. selloana* Klotzsch & Hanst., *B. umbrosa* Mart.) e uma espécie de *Napeanthus* (*Napeanthus primulifolius* (Raddi) Sandw.) ocorrentes no Estado de São Paulo, e *Napeanthus reitzii* (L.B. Sm.) B.L. Burt ex Leeuwenb. que ocorre no Sul do Brasil. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotomicrografados sob microscopia de luz. Para observar detalhes da ornamentação e exina, grãos de pólen não acetolisados foram analisados em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. As medidas receberam tratamento estatístico. Os grãos de pólen são pequenos a médios, isopolares, oblato-esferoidais, 3-colporados, endoaberturas lolongadas, psilado-perfurados (*B. longimucronata*), rugulados (*B. umbrosa*) e microrreticulados (*B. selloana*, *N. primulifolius* e *N. reitzii*). Os resultados obtidos demonstram a importância taxonômica da morfologia polínica para corroborar a subdivisão dos táxons destas tribos.

Palavras-chave - *Besleria*, Gesneriaceae, grãos de pólen, *Napeanthus*, palinotaxonomia.

Introdução

Gesneriaceae [Rich & Juss. ex] DC., com cerca de 150 gêneros e mais de 3.000 espécies (Weber 2004a), é uma família pantropical com ampla distribuição em todo o Mundo, estando bem representada nos trópicos e com poucas espécies nativas em regiões temperadas (Burt & Wiehler 1995).

A família pode ser dividida em três grupos naturais ou subfamílias, Coronantheroideae, Gesnerioideae e Cyrtrandroideae, com distribuição, respectivamente, nas regiões Sul Pacífica, Neotropical e Paleotropical (Wiehler 1983, Burt & Wiehler 1995). No Brasil a família é representada por 220 espécies distribuídas em 23 gêneros (Chautems 1991, Chautems & Matsuoka 2003). A maior concentração de táxons se encontra na região Sudeste (Barroso *et al.* 1986), principalmente em regiões úmidas da Mata Atlântica e algumas vezes na região amazônica (Meirelles *et al.* 1999, Safford & Martinelli 2000), sendo também nativas de campos rupestres de planalto (Chautems 1991, Chautems 2003).

Inicialmente Gesnerioideae foi subdividida por Wiehler (1983) em cinco tribos Beslerieae, Episcieae, Gesnerieae, Gloxinieae e Napeantheae, todas com gêneros neotropicais; atualmente, com base nos trabalhos de análises moleculares, a subfamília encontra-se dividida em oito tribos: Beslerieae, Coronanthereae, Episcieae, Gesnerieae, Gloxinieae, Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae (Smith *et al.* 1997, Smith 2000, Zimmer *et al.* 2002, Roalson *et al.* 2005 a, b).

Segundo Weber (2004a) a tribo Beslerieae possui sete gêneros: *Anetanthus* Benth., *Besleria* L., *Cremosperma* Benth., *Gasteranthus* Benth., *Reldia* Wiehler, *Resia* H.E. Moore e *Tylopsacas* Leeuwenb., sendo heterogênea e fracamente definida (Smith 1996, 2000, Smith *et al.* 1997). Sua inflorescência não possui brácteas o que difere de todas as outras tribos em Gesnerioideae (Wiehler 1975, 1983, Skog & Jesus 1997).

Besleria L., o principal gênero da tribo, possui cerca de 200 espécies, ocorrendo em todo o neotrópico, desde o México, Ilhas do Caribe até a Bolívia. O gênero possui como

centro de diversidade os Andes da Colômbia e o Equador, com algumas espécies endêmicas no sudeste brasileiro (Wiehler 1983, 1975, Weber 2004a).

Taxonomicamente, *Besleria* foi subdividido por Morton (1939) em quatro seções: *Eubesleria* (Hanst.) Benth. & Hook., *Rhynchobesleria* (Hanst.) Benth. & Hook., *Gasteranthus* (Benth.) Benth. & Hook. e *Neobesleria* Morton. Atualmente o gênero possui três seções, já que Wiehler (1975) segregou as espécies da seção *Gasteranthus* e algumas espécies de *Neobesleria* para reestabelecer o gênero *Gasteranthus* Benth., um gênero descrito por Bentham (1846) que havia sido tratado, até então, como parte de *Besleria* (Hanstein 1865, Bentham 1876, Morton 1939, Skog & Kvist 2000).

As características do fruto ajudam no posicionamento do gênero *Besleria* dentro da tribo Beslerieae, uma vez que representantes da tribo Episcieae (como *Codonanthe* (Mart.) Hanst., *Columnea* L., *Corytoplectus* Oerst., *Dalbergaria* Tussac, *Neomortonia* Wiehler, *Rufodorsia* Wiehler, *Pentadenia* (Planch.) Hanst., e *Trichantha* Hook.) também possuem fruto baga. Em *Besleria* o fruto é derivado do tecido da placenta enquanto que nos gêneros de Episcieae este provém do tecido funicular (Wiehler 1975, 1983, Smith 2000, Weber 2004a).

Napeantheae Wiehler é uma tribo monotípica de Gesnerioideae apresentando 30 espécies nos neotrópicos. Com base principalmente em dados moleculares, verificou-se que Napeantheae é muito relacionada com Beslerieae, e que estas duas tribos formam um clado irmão com as Gesnerioideae restantes (Smith 2000, Zimmer *et al.* 2002). Folhas rosuladas, ausência de nectário e o fruto em cápsula seca loculicida são alguns dos caracteres que diferenciam *Napeanthus* dos outros gêneros de Gesnerioideae (Feuillet & Skog 2002, Weber 2004a).

Até o presente momento poucos autores estudaram a morfologia polínica de espécies brasileiras de Gesneriaceae sendo, portanto escassos os dados palinológicos sobre a família, principalmente sobre a subfamília Gesnerioideae e os gêneros *Besleria* e *Napeanthus*. Existem dados polínicos para Gesneriaceae nos trabalhos de: Erdtman (1952), Campos

(1962), Melhem & Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Felice *et al.* (1981), Fritze & Williams (1988), Roubik & Moreno (1991), Luegmayer (1993a, b), Zhi-Jian *et al.* (1995, 1997), Xifreda (1996), Schlag-Edler & Kiehn (2001), Melhem *et al.* (2003), Palee *et al.* (2003) e Weber (2004b).

Este trabalho teve como objetivo a caracterização da morfologia polínica dos gêneros *Besleria* L. (*B. longimucronata* Hoehne, *B. selloana* Klotzsch & Hanst., *B. umbrosa* Mart.) e *Napeanthus* Gardn. (*N. primulifolius* (Raddi) Sandw.) ocorrentes no Estado de São Paulo, visando fornecer subsídio para a taxonomia da família. A espécie *Napeanthus reitzii*, embora não ocorra no estado, foi introduzida no trabalho porque isso permitiu caracterizar os grãos de pólen das duas únicas espécies brasileiras do gênero.

Material e métodos

Os materiais polínicos analisados foram retirados de exsicatas depositadas nos herbários UEC (Herbário da Universidade Estadual de Campinas) e SP (Herbário do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo”), utilizando-se material coletado não só no Estado de São Paulo, como em outros estados, quando se tratava do único espécime com botões florais disponíveis. Um deles foi tomado como material padrão (assinalado com asterisco na listagem abaixo), no qual foram efetuadas todas as medidas e observações necessárias para a caracterização dos grãos de pólen. Os demais espécimes foram utilizados como materiais de comparação.

Besleria longimucronata: BRASIL. SÃO PAULO: Caraguatatuba, rumo a São José dos Campos, 28-VII-1983, J.R. Pirani & O. Yano 781 (SP); São Sebastião, Fazenda Jaraguá, 30-VI-1956, M. Kuhlmann & A. Trincado 3858 (SP); Ubatuba, estação experimental do Instituto Agrônômico, 12-VIII-1977, P.E. Gibbs & H.F. Leitão Filho 5657 (UEC); idem, Pontal da Lagoinha, 31-VIII-1980, E. Forero 7679 (SP); idem, estrada Ubatuba-São Luiz de Paraitinga, 18-VIII-1987, M. Kirizawa & E. Ieda 1866 (SP); idem, morro próximo à praia da Enseada, 8-

IX-1989, *S. Romaniuc Neto & I. Cordeiro 1053* (SP); idem, núcleo Picinguaba, 10-XI-1993, *F. Barros 2843* (SP)*; idem, trilha da praia da Tabatinga, 16-IX-2000, *P. Fiaschi et al. 436* (SP). RIO DE JANEIRO: Parati, estrada Parati-Cunha, 20-VIII-1987, *M. Kirizawa & E. Ieda 1892* (SP). *B. selloana* Klotzsch & Hanst.: BRASIL. SÃO PAULO: Mogi das Cruzes, Serra do Mar, 28-VII-1983, *M. Kirizawa et al. 1017* (SP); idem, Serra do Mar, 16-IX-1983, *M. Kirizawa et al. 1057* (SP); São Paulo, Alto da Serra, 28-VIII-1918, *F.C. Hoehne 2374* (SP)*. *B. umbrosa*: BRASIL. SÃO PAULO: Bananal, estrada de acesso à Reserva Florestal, 23-X-1979, *W. Mantovani 154* (SP); Pindamonhangaba, subosque mata de altitude, 11-XI-1953, *M. Kuhlmann 2903* (SP). RIO DE JANEIRO: Resende, próximo à cachoeira do Alcantilado, 24-VI-1994, *L. Rossi & T. Oyakawa 1532* (SP)*. *Napeanthus primulifolius*: BRASIL: SÃO PAULO: Cananéia, Ilha do Cardoso, 6-XII-1990, *F. Barros & J.E.L.S. Ribeiro 2100* (SP)*; Ubatuba, Estação Experimental, 17-XI-1998, *C. Kameyama et al. 113* (SP). *N. reitzii*: BRASIL. PARANÁ: Morretes, Pico do Marumbi, 23-I-1999, *C. Kozera & V.A.O. Dittrich 910* (UEC)*.

Os materiais polínicos foram preparados pelo método de acetólise de Erdtman (1960), acrescido das modificações citadas em Melhem *et al.* (2003) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau *et al.* 1965).

No material padrão, foram feitas 25 medidas dos diâmetros dos grãos de pólen tomados ao acaso, e calculadas a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança (IC) a 95%. Para as medidas dos demais caracteres, como aberturas e camadas da exina, bem como para os diâmetros dos materiais de comparação, foram calculadas somente as médias aritméticas de 10 medidas. Além do intervalo de confiança a 95% foram feitas comparações das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen mediante análise de variância seguida do teste de Tukey, considerando-se a diferença mínima significativa ao nível de 5% (Vieira 1981, Zar 1996). Para as espécies de *Napeanthus* foram utilizados o intervalo de confiança e o teste T (Vieira 1981). Esses dados foram representados por gráficos usando o pacote estatístico

MINITAB 10.3 for Windows (2003). Os resultados finais do teste de Tukey foram representados por linhas horizontais na parte superior dos gráficos dos intervalos de confiança, unindo os valores que não se apresentaram significativamente diferentes.

Para a análise dos grãos de pólen em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi utilizada a metodologia descrita em Melhem *et al.* 2003, para grãos de pólen não acetolisados. Já a técnica de preparação dos grãos de pólen para microscopia eletrônica de transmissão seguiu o proposto por Sabatini *et al.* (1963) e Haddad *et al.* (1998).

As fotomicrografias digitais em microscopia de luz (ML) foram realizadas com grãos de pólen acetolisados utilizando-se um microscópio óptico Olympus BX50, com câmara de vídeo (SONY Camera adaptor CMA-D2) acoplada e um microcomputador PC utilizando-se o programa Image Pro-plus versão 3.0 for Windows. Já para a análise de microscopia eletrônica de varredura e microscopia eletrônica de transmissão foram utilizados, respectivamente, um microscópio PHILIPS XL Serie XL 20, S/W, ver. 5.21 e um microscópio PHILIPS EM 208.

Foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) para avaliar se o conjunto das medidas permite separar as espécies entre si, tomando como base as medidas obtidas a partir do material padrão. Esta análise foi realizada inicialmente com a utilização do programa Fitopac (Shepherd 1996), para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x + 1)$], e posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância.

Os termos polínicos utilizados nas descrições dos grãos de pólen baseiam-se nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguem Faegri & Iversen (1966).

Resultados

Os gêneros *Besleria* (figuras 1-17) e *Napeanthus* (figuras 18-27) são caracterizados por apresentarem grãos de pólen pequenos ou médios (*B. selloana*, tabelas 1-2), isopolares, âmbito circular (figuras 1, 18, 25,) a subcircular (*Besleria selloana*, *B. umbrosa*, figuras 6, 11); com área polar muito pequena (*Besleria*) a pequena (*Napeanthus*); oblato-esferoidais; 3-colporados, colpos longos (figuras 2, 7, 15, 19, tabela 2), endoaberturas lolongadas (figura 7, tabela 2), às vezes de difícil visualização e mensuração (*Napeanthus*, figura 19); exina tectada, psilado-perfurada (*B. longimucronata*, figura 4), rugulada (*B. umbrosa*, figuras 14-16) a semitectada, microrreticulada, homobrocada (*B. selloana*, figuras 8-9) ou heterobrocada (*Napeanthus*, figuras 21-23), muros psilados, largos, retos (*B. selloana*) ou sinuosos (*Napeanthus primulifolius*, *N. reitzii*, figura 23), simplescolumelados, lumens arredondados. Sexina mais espessa que a nexina (tabela 2), a qual diferencia-se em nexina 1 e nexina 2 (figuras 5, 10, 17, 24).

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. P = Pequeno, M = Médio, OE = Oblato-esferoidal, P/E = relação entre o diâmetro polar e o diâmetro equatorial.

Table 1. Morphologic characterization of *Besleria* L. and *Napeanthus* Gardn. pollen grains. P = small, M = medium, OE = Oblate spheroidal, P/E = ratio between polar diameter and equatorial diameter.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cólpores	Exina
<i>Besleria longimucronata</i>	P	0,91	OE	3	Perfurado- psilada
<i>Besleria selloana</i>	P-M	0,99	OE	3	Microrreticulada
<i>Besleria umbrosa</i>	P	0,91	OE	3	Rugulada
<i>Napeanthus primulifolius</i>	P	0,93	OE	3	Microrreticulada
<i>Napeanthus reitzii</i>	P	0,93	OE	3	Microrreticulada

Colpos longos, largos (*B. selloana*) a estreitos, constritos na região mediana (*B. selloana*, figura 7) ou não, com extremidades afiladas (*B. longimucronata*, *Napeanthus primulifolius*, *N. reitzii*, figuras 1, 21) ou arredondadas (figura 6). Sob MEV observam-se colpos e endoaberturas com membrana ornamentada por grânulos (figuras 9, 14-15, 21).

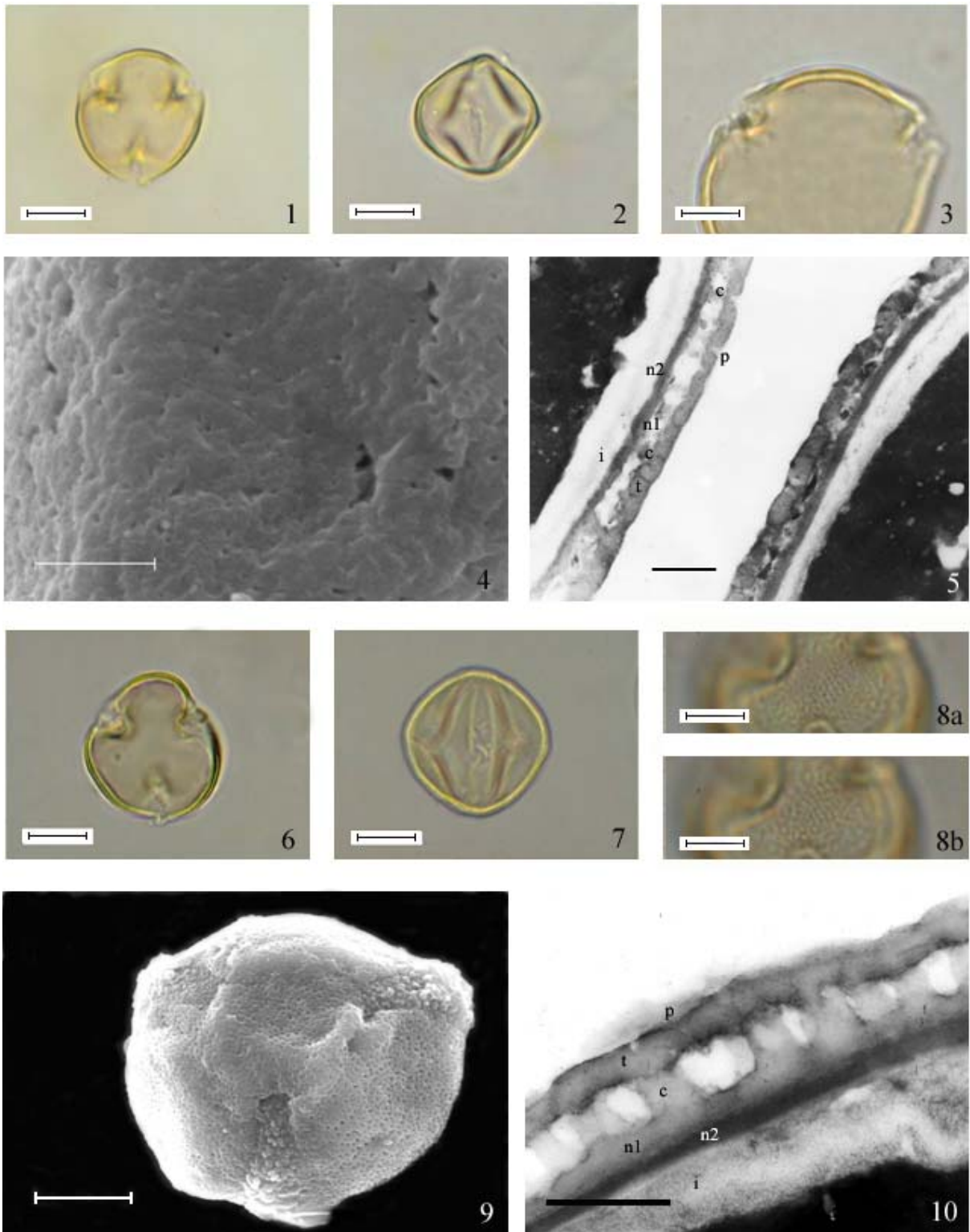
Verifica-se, na tabela 2, que os maiores valores de colpos, comprimento de endoabertura e exina total são encontrados nos grãos de pólen de *Besleria selloana*, enquanto que os maiores valores para a largura das endoaberturas ocorrem nos grãos de pólen de *Besleria longimucronata* (tabela 2). Já nas espécies de *Napeanthus* (tabela 2), os grãos de pólen de *N. primulifolius* apresentam os colpos mais largos, enquanto que os de *N. reitzii* possuem os maiores valores de endoaberturas e comprimento dos colpos. Os valores de exina total são similares para as espécies do gênero *Napeanthus*.

Sob MEV, percebe-se em *Besleria longimucronata* (figura 4), exina levemente ondulada com perfurações esparsas, enquanto que em *B. umbrosa* (figuras 15-17) nota-se que a exina apresenta ondulações mais evidentes, espalhadas por toda a superfície do grão de pólen, parecendo rúgulas; já em *Besleria selloana* (figura 9) e *Napeanthus primulifolius* (figura 21-23), observa-se ornamentação microrreticulada.

Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Besleria* L. e *Napeanthus* em vista equatorial e polar. VE = vista equatorial, VP = vista polar, FV = faixa de variação, \bar{x} = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, IC = intervalo de confiança a 95%, IAP = índice de área polar.

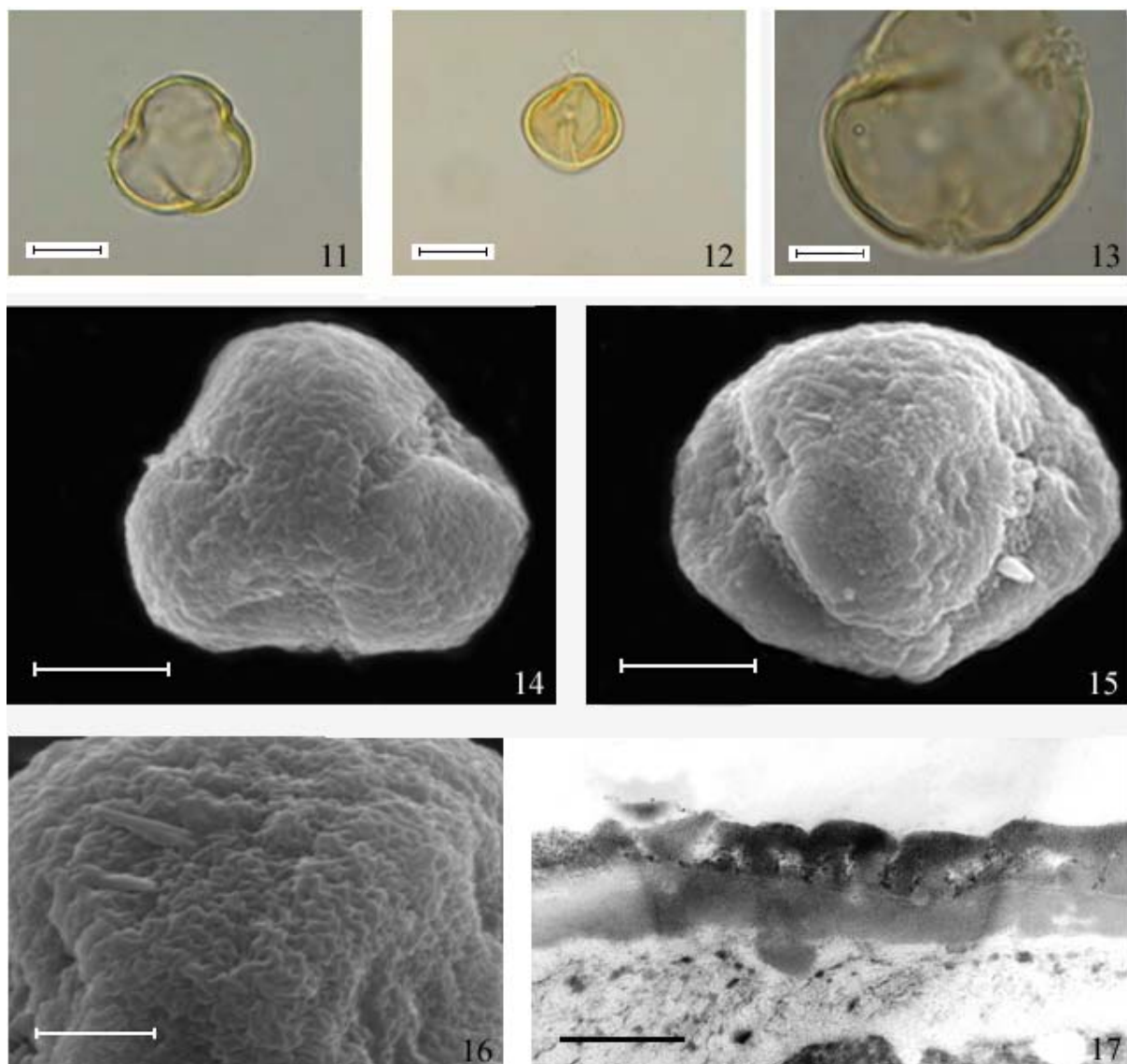
Table 2. Quantitative data of pollen grains of *Besleria* L. and *Napeanthus* in equatorial and polar views. VE = equatorial view, VP = polar view, FV = variation interval, \bar{x} = mean, s_x = standard error, s = standard deviation, V = coefficient of variation, IC = confidential interval in 95%, IAP = index of polar area.

Grandezas/ Espécies		<i>B. longimucronata</i>	<i>B. selloana</i>	<i>B. umbrosa</i>	<i>Napeanthus primulifolius</i>	<i>Napeanthus reitzii</i>	
Diâmetro polar (VE)	FV (μm)	19,58-23,24	21,16-26,66	19,49-23,24	16,66-18,99	16,16-22,82	
	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	21,21 \pm 0,19	24,39 \pm 0,27	21,59 \pm 0,19	17,86 \pm 0,13	19,71 \pm 0,32	
	s (μm)	0,95	1,35	0,94	0,64	1,58	
	V (%)	4,47	5,54	4,36	3,57	8,00	
	IC (μm)	20,82-21,60	23,83-24,95	21,20-21,98	17,59-18,13	19,05-20,37	
Diâmetro equatorial (VE)	FV (μm)	21,49-26,16	21,82-26,74	21,91-25,32	17,41-20,59	18,33-22,74	
	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	23,43 \pm 0,23	24,64 \pm 0,28	23,68 \pm 0,19	19,14 \pm 0,17	21,16 \pm 0,20	
	s (μm)	1,16	1,42	0,97	0,84	1,00	
	V (%)	4,95	5,78	4,11	4,37	4,71	
	IC (μm)	22,96-23,90	24,06-25,22	23,29-24,07	18,79-19,49	20,75-21,57	
Diâmetro equatorial (VP)	FV (μm)	20,41-25,49	21,99-26,74	20,58-25,74	16,66-20,66	18,49-22,41	
	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	22,85 \pm 0,26	24,60 \pm 0,22	22,74 \pm 0,29	18,77 \pm 0,19	20,96 \pm 0,21	
	s (μm)	1,30	1,12	1,43	0,96	1,07	
	V %	5,69	4,56	6,31	5,14	5,10	
	IC (μm)	22,31-23,39	24,15-25,05	22,14-23,34	18,38-19,16	20,53-21,39	
Apocolpia	\bar{x} (μm)	5,86	5,51	5,28	5,06	6,60	
IAP	\bar{x} (μm)	0,25	0,22	0,23	0,27	0,31	
Cólporo	comprimento	\bar{x} (μm)	17,08	19,10	17,99	13,12	14,04
	largura	\bar{x} (μm)	1,67	2,49	1,87	1,52	1,36
Endoabertura	comprimento	\bar{x} (μm)	4,18	4,22	3,30	3,08	3,62
	largura	\bar{x} (μm)	3,22	3,07	3,09	1,92	2,56
Exina	\bar{x} (μm)	1,15	1,21	1,17	1,29	1,29	
Sexina	\bar{x} (μm)	0,75	0,81	0,76	0,88	0,86	
Nexina	\bar{x} (μm)	0,40	0,40	0,41	0,42	0,44	
Teto	\bar{x} (μm)	0,43	0,42	0,38	0,48	0,41	



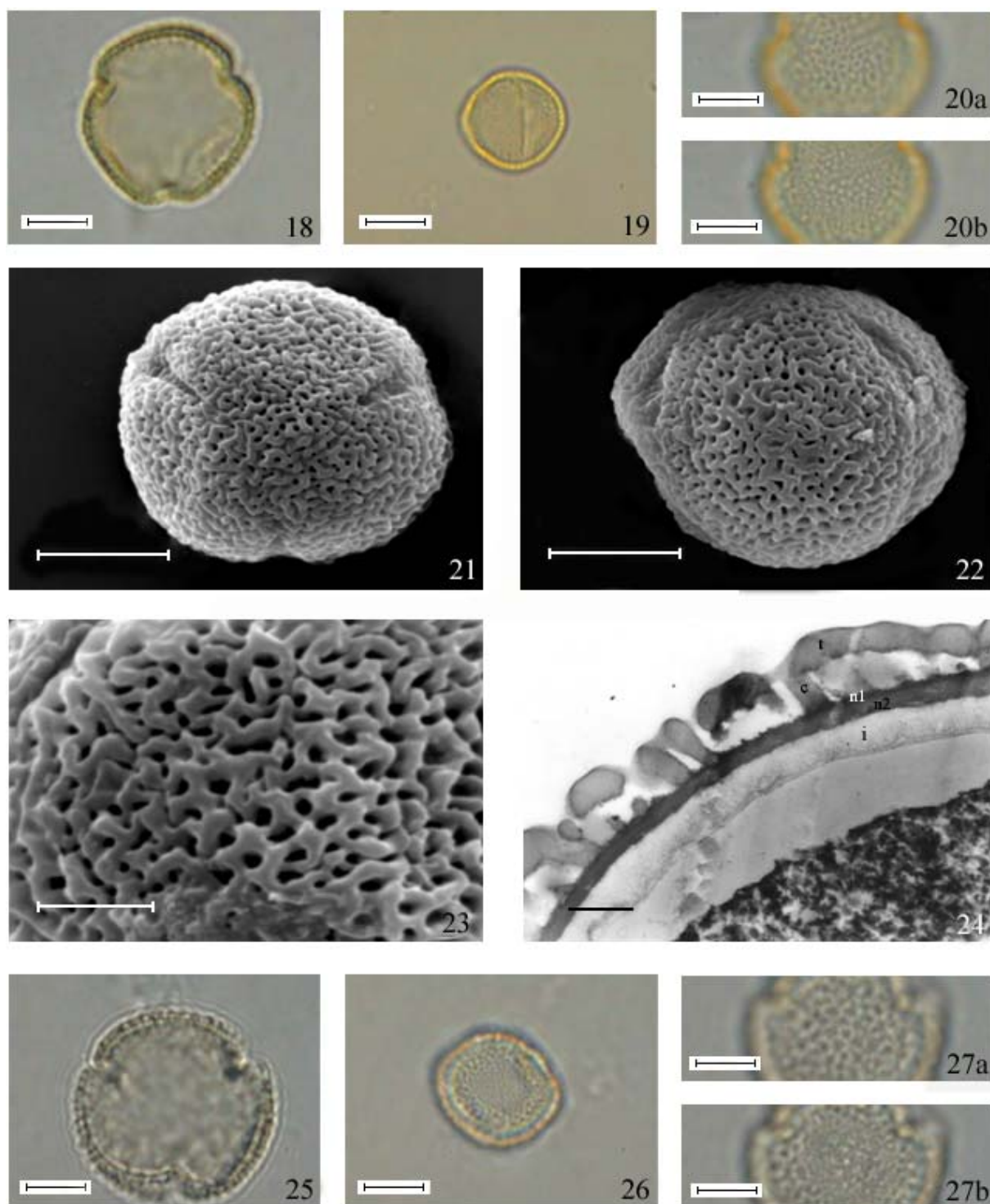
Figuras 1-10. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Besleria* L. 1-5. *Besleria longimucronata* Hoehne 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Corte óptico. 4. Detalhe da ornamentação (MEV). 5. Detalhe da estrutura da parede, sob MET (i = intina, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, p = perfuração, t = teto). 6-10. *Besleria selloana* Klotzsch & Hanst. 6. Vista polar. 7. Vista equatorial. 8. Análise de L.O. 9. Vista polar (MEV). 10. Detalhe da estrutura da parede, sob MET (i = intina, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, p = perfuração, t = teto). Barras = 500 nm (5); 750 nm (10); 2 µm (4); 5 µm (3, 8-9); 10 µm (1-2, 6-7).

Figures 1-10. Light, scanning and transmission electron micrographs of pollen grains of *Besleria* L. 1-5. *Besleria longimucronata* Hoehne 1. Polar view. 2. Equatorial view. 3. Optical section. 4. Detail of ornamentation (SEM). 5. Detail of pollen wall structure in TEM (i = intine, c = columella, n1 = nexine 1, n2 = nexine 2, p = perforation, t = tetum). 6-10. *Besleria selloana* Klotzsch & Hanst. 6. Polar view. 7. Equatorial view. 8. Analysis of L.O. 9. Polar view (SEM). 10. Detail of pollen wall structure in TEM (i = intine, c = columella, n1 = nexine 1, n2 = nexine 2, p = perforation, t = tetum). Bars = 500 nm (5); 750 nm (10); 2 µm (4); 5 µm (3, 8-9); 10 µm (1-2, 6-7).



Figuras 11-17. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Besleria umbrosa* Mart. 11. Vista polar. 12. Vista equatorial. 13. Corte óptico. 14. Vista polar (MEV). 15. Vista equatorial (MEV). 16. Detalhe da ornamentação (MEV). 17. Detalhe da estrutura da parede da exina (MET). Barras = 500 nm (17); 2 μ m (16); 5 μ m (13-15); 10 μ m (11-12).

Figures 11-17. Light, scanning and transmission electron micrographs of pollen grains of *Besleria umbrosa* Mart. 11. Polar view. 12. Equatorial view. 13. Optical section. 14. Polar view (SEM). 15. Equatorial view (SEM). 16. Detail of ornamentation (SEM). 17. Detail of pollen wall structure in TEM. Bars = 500 nm (17); 2 μ m (18); 5 μ m (13-15); 10 μ m (11-12).



Figuras 18-27. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Napeanthus* Gardn. 18-24. *Napeanthus primulifolius* (Raddi) Sandwith. 18. Vista polar. 19. Vista equatorial. 20. Análise de L.O. 21. Vista polar (MEV). 22. Vista equatorial (MEV). 23. Detalhe da ornamentação (MEV). 24. Detalhe da estrutura da parede da exina, sob MET (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). 25-27. *Napeanthus reitzii* (L.B.Sm) B.L. Burt ex Leeuwemb. 25. Vista polar. 26. Vista equatorial. 27. Análise de L.O. Barras = 750 nm (24); 2 μ m (23); 5 μ m (18, 20-22, 25, 27); 10 μ m (19, 26).

Figures 18-27. Light, scanning and transmission electron micrographs of pollen grains of *Napeanthus* Gardn. 18-24. *Napeanthus primulifolius* (Raddi) Sandwith. 18. Polar view. 19. Equatorial view. 20. Analysis of L.O. 21. Polar view (SEM). 22. Equatorial view (SEM). 23. Detail of ornamentation (SEM). 24. Detail of pollen wall structure in TEM (t = tetum, c = columella, n1 = nexine 1, n2 = nexine 2, i = intine). 25-27. *Napeanthus reitzii* (L.B.Sm) B.L. Burt ex Leeuwemb. 25. Polar view. 26. Equatorial view. 27. Analysis of L.O. Bars = 750 nm (24); 2 μ m (23); 5 μ m (18, 20-22, 25, 27); 10 μ m (19, 26).

Sob MET, nota-se em *B. longimucronata* (figura 5), um teto contínuo, com algumas perfurações, mais espesso que a nexina, e sustentado por columelas curtas e pouco nítidas. Às vezes, os espaços intercolumnelares são bem reduzidos ou quase não visualizados e ocupados por material do tapete. Nexina diferenciada em nexina 1 (mais delgada) e nexina 2 (mais espessa). Intina espessa. Nos grãos de pólen de *B. selloana* (figura 10) observa-se um teto compacto, espesso, levemente ondulado, com perfurações. Nexina nitidamente subdividida em nexina 1 (mais espessa) e nexina 2 (mais delgada). Camada infratectal com columelas espessadas, de diferentes diâmetros. Já nos grãos de pólen de *B. umbrosa* (figura 17) percebe-se um teto mais ondulado, compacto, com perfurações; columelas pouco nítidas devido a presença de material do tapete entre estas. Nexina mais espessa que o teto e subdividida em nexina 1 (mais delgada) e nexina 2 (mais espessa). Nas três espécies de *Besleria* a intina é quase sempre mais espessa que a exina. Nota-se nos grãos de pólen de *Napeanthus primulifolius* (figura 24) um teto descontínuo, mais espesso que a nexina, com algumas ondulações tanto na superfície externa quanto na superfície voltada para o espaço intercolumnelar; a camada columelar é irregular, com columelas incompletas que partem da nexina não atingindo o teto ou que partem do teto e não atingem a nexina; as columelas inteiras apresentam diâmetros diferentes. Nexina compacta subdividida em nexina 1 (extremamente delgada) e nexina 2 (quase tão espessa quanto o teto). Intina espessa.

Quanto ao tamanho algumas distinções podem ser feitas, conforme constata-se na representação gráfica do intervalo de confiança e do teste de Tukey (figura 28). Observa-se que os diâmetros dos grãos de pólen do gênero *Napeanthus* são menores que os de *Besleria*. Nota-se, também, que *Besleria selloana* tem grãos de pólen significativamente maiores, enquanto que em *Napeanthus primulifolius* estes são significativamente menores. Em *B. longimucronata* e *B. umbrosa* os grãos de pólen não se separam entre si, contudo em *Napeanthus reitzii* estes se separam significativamente dos das demais espécies.

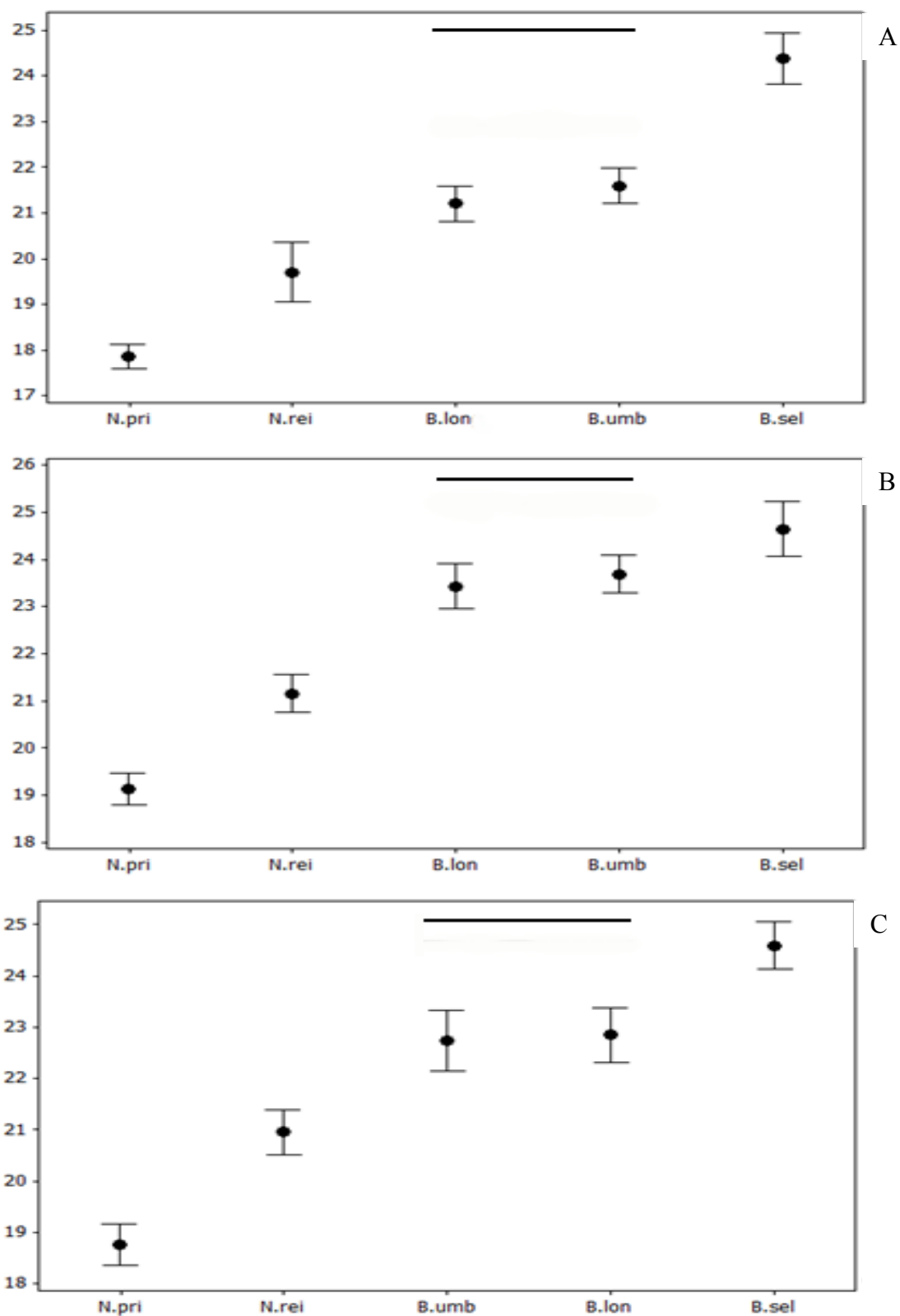


Figura 28. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Besleria* e *Napeanthus*. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. C. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, Blon = *Besleria longimucronata*, Bumb = *B. umbrosa* e Bsel = *B. selloana*. Os valores são dados em µm.

Figure 28. Representation of confidence interval of mean in 95% of pollen grains of *Besleria* e *Napeanthus*. A. Polar diameter in equatorial view. B. Equatorial diameter in equatorial view. C. Equatorial diameter in polar view. The higher and lower boundaries showing the confidence interval; the average circle showing the arithmetic mean. Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, Blon = *Besleria longimucronata*, Bumb = *B. umbrosa* e Bsel = *B. selloana*. The values is in µm.

Na tabela 3, observa-se que a grande maioria dos espécimes de comparação aqui analisados, de *Besleria* e *Napeanthus*, apresenta valores dos diâmetros em vista polar e equatorial dentro da faixa de variação do seu respectivo material padrão, com exceção apenas do espécime *S. Romaniuc Neto & I. Cordeiro 1053* de *Besleria longimucronata* cujas dimensões de todos os diâmetros dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora da faixa de variação.

Quanto à forma (tabela 3), os espécimes de comparação *M. Kirizawa & E. Ieda 1892* e *J.R. Pirani & O. Yano 781* de *Besleria longimucronata* e *M. Kirizawa et al. 1057* de *Besleria selloana*, apresentam grãos de pólen suboblato enquanto que o espécime *M. Kirizawa et al. 1017* de *Besleria selloana* está na classe de grãos de pólen prolato-esferoidais, diferenciando-se assim, dos respectivos materiais padrão analisados.

Tabela 3. Média aritmética (em μm) das medidas dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) em vista equatorial e dos diâmetros equatorial em vista polar (EVP), dos grãos de pólen de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn., dos materiais de comparação (n = 10); ■ = valor dentro do IC do espécime padrão; ♦ = valor fora do IC, mas dentro da FV do espécime padrão; ▲ = valor fora da FV; P = diâmetro polar; E = diâmetro equatorial.

Table 3. Mean (μm) of polar diameter (DP) and equatorial diameter (DE) in equatorial view, and equatorial diameter in polar view (EVP) of comparison specimens of *Besleria* L. and *Napeanthus* Gardn. (n = 10); ■ = value inside IC of standard specimen; ♦ = value out IC, but inside FV of standard specimen; ▲ = value out FV; P = polar diameter; E = equatorial diameter.

Espécie/Coletor	DP	DE	EVP	P/E
<i>B. longimucronata</i>				
<i>P. Fiaschi et al. 436</i>	20,03♦	21,76♦	21,54♦	0,92
<i>E. Forero 7679</i>	24,83▲	25,96♦	25,13♦	0,95
<i>P.E. Gibbs & H.F. Leitão Filho 5657</i>	21,31■	23,10■	23,80♦	0,92
<i>M. Kirizawa & E. Ieda 1866</i>	19,64♦	20,06▲	19,73▲	0,98
<i>M. Kirizawa & E. Ieda 1892</i>	19,45▲	22,65♦	21,72♦	0,86
<i>M. Kuhlmann & A.Trincado 3858</i>	19,42▲	21,52♦	21,51♦	0,90
<i>J.R. Pirani & O. Yano 781</i>	18,46▲	21,96♦	20,20▲	0,84
<i>S. Romaniuc Neto & I. Cordeiro 1053</i>	25,53▲	27,35▲	28,13▲	0,93
<i>B. selloana</i>				
<i>M. Kirizawa et al. 1017</i>	22,31♦	21,80▲	22,88♦	1,02
<i>M. Kirizawa et al. 1057</i>	22,32♦	26,28♦	23,73♦	0,85
<i>B. umbrosa</i>				
<i>M. Kuhlmann 2903</i>	19,69♦	21,95♦	21,47♦	0,89
<i>W. Mantovani 154</i>	20,94♦	22,96♦	21,97♦	0,91
<i>N. primulifolius</i>				
<i>C. Kameyama et al. 113</i>	16,35▲	17,61♦	16,94♦	0,93

Para a análise de componentes principais (PCA) foram utilizadas 7 variáveis métricas dos grãos de pólen (tabela 4): Diâmetro Polar e Equatorial em Vista Equatorial (DPVE e DEVE), Diâmetro Equatorial em Vista Polar (DEVP), Comprimento e Largura do Colpo (CCOM e CLAR), Comprimento e Largura da Endoabertura (ECOM e ELAR). A PCA resumiu em seus dois primeiros eixos (figura 29) 94,7 % da variabilidade total dos dados.

O primeiro eixo resumiu sozinho 84,27 % da variância em função dos valores altamente relacionados principalmente do comprimento e largura dos colpos dos grãos de pólen (figura 29). No lado esquerdo do eixo foram ordenadas as espécies de *Besleria* associadas aos altos valores das variáveis métricas de seus grãos de pólen. Diferentemente, as espécies de *Napeanthus* foram ordenadas no lado direito do eixo, associadas aos menores valores nas variáveis.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn.

Table 4. Pearson and Kendall coefficients for pollen grain metric variables of the first two axis of PCA ordination of *Besleria* L. and *Napeanthus* Gardn.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	- 0,316	0,078
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	- 0,350	- 0,097
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	- 0,314	0,107
CCOM (comprimento do colpo)	- 0,486	- 0,092
CLAR (largura do colpo)	- 0,406	- 0,757
ECOM (comprimento da endoabertura)	- 0,268	0,309
ELAR (largura da endoabertura)	- 0,451	0,543

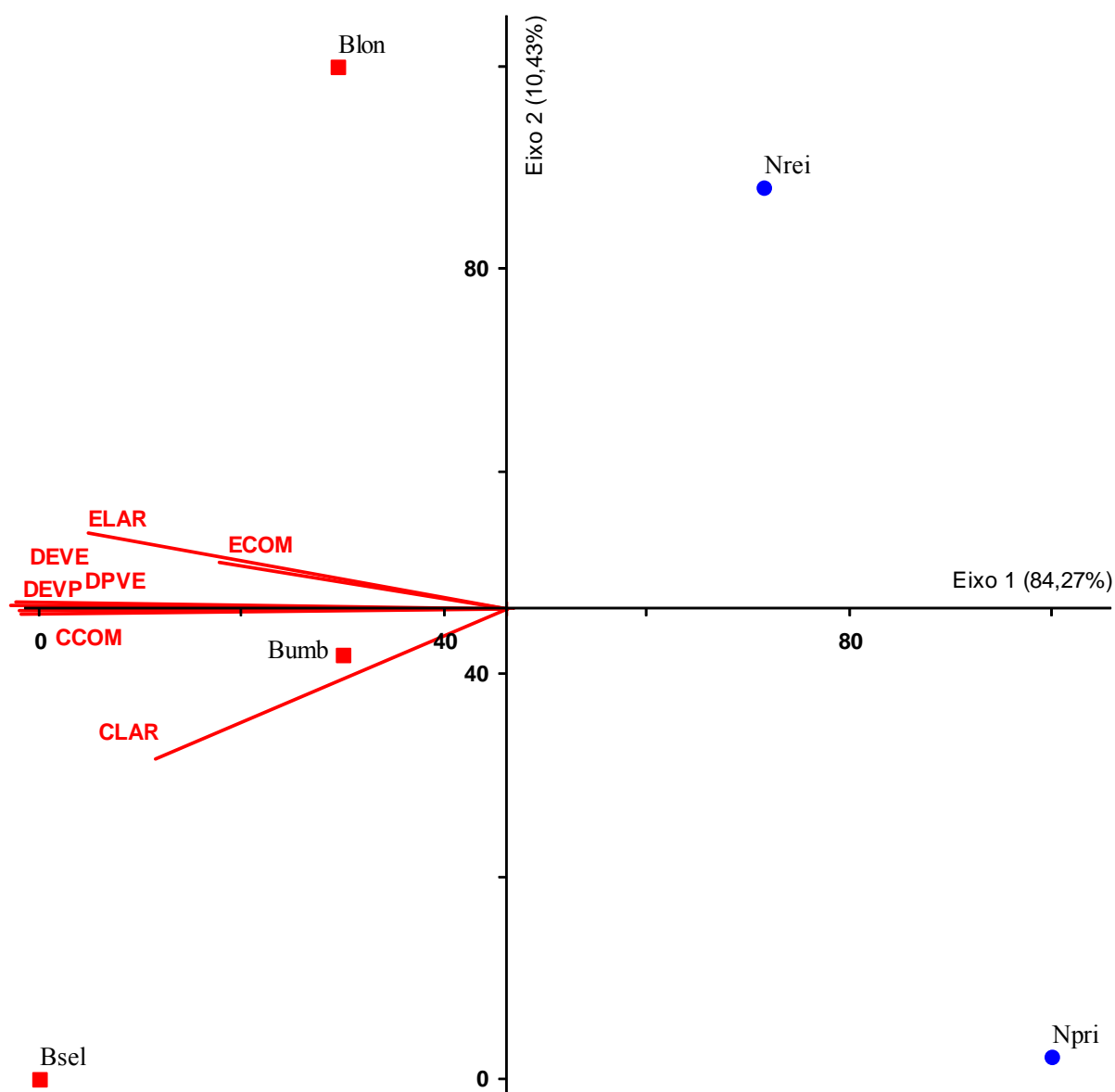


Figura 29. Ordenação, pela PCA, das espécies de Beslerieae e Napeantheae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen [Tabela 4]. (Blon = *Besleria longimucronata*, Bsel = *B. selloana*, Bumb = *B. umbrosa*, Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, ■ = *Besleria*, ● = *Napeanthus*).

Figure 29. Biplot of PCA for Beslerieae and Napeantheae species, of ate pollen grain metric variables. (Blon = *Besleria longimucronata*, Bsel = *B. selloana*, Bumb = *B. umbrosa*, Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, ■ = *Besleria*, ● = *Napeanthus*).

Chave polínica para as espécies dos gêneros *Besleria* e *Napeanthus*

1. Grãos de pólen psilado-perfurados ou rugulados
 2. Grãos de pólen psilado-perfurados; colpos com extremidades afiladas;
 - endoaberturas lolongadas *B. longimucronata*
 2. Grãos de pólen rugulados; colpos com extremidades arredondadas;
 - endoaberturas subcirculares *B. umbrosa*
1. Grãos de pólen microrreticulados
 3. Microrretículos homobrocados; muros retos; colpos largos ($> 2,00 \mu\text{m}$) *B. selloana*
 3. Microrretículos heterobrocados; muros sinuosos; colpos estreitos ($< 2,00 \mu\text{m}$)
 4. Largura da endoabertura $< 2,00 \mu\text{m}$; I.C. a 95% do diâmetro equatorial
 - em vista polar = 18,38-19,16 μm *N. primulifolius*
 4. Largura da endoabertura $> 2,00 \mu\text{m}$; I.C. a 95% do diâmetro equatorial
 - em vista polar = 20,53-21,39 μm *N. reitzii*

Discussão

Existem poucos dados na literatura palinológica para os grãos de pólen de espécies brasileiras de Gesneriaceae, apenas os trabalhos de Campos (1962), Melhem & Mauro (1973), Williams (1978), Felice *et al.* (1981), Melhem *et al.* (2003).

Os grãos de pólen das espécies de *Besleria* aqui estudadas foram caracterizados por apresentarem tamanho pequeno a médio, forma oblato-esferoidal, área polar muito pequena, 3-colporados, endoaberturas lolongadas e ornamentação psilado-perfurada em *B. longimucronata*, rugulada em *B. umbrosa* e microrreticulada em *B. selloana*. Já os do gênero *Napeanthus* mostraram-se pequenos, oblato-esferoidais, com área polar pequena, 3-colporados, endoaberturas lolongadas e ornamentação microrreticulada. Nas espécies deste último gênero foi possível distinguir *N. primulifolius* de *N. reitzii* com base no tamanho dos grãos de pólen e a largura das endoaberturas.

Embora não tenham sido encontrados dados palinológicos na literatura para as espécies de *Besleria* e *Napeanthus* aqui estudadas, duas outras espécies desses gêneros - *Besleria laxiflora* Benth. e *Napeanthus costaricensis* - Wiehler foram estudadas, respectivamente, por Roubik & Moreno (1981) e Williams (1978).

Roubik & Moreno (1981) ao estudarem os grãos de pólen, sob microscopia de luz, de 10 espécies da família Gesneriaceae da Ilha de Barro Colorado (Panamá) observaram em *Besleria laxiflora* grãos de pólen subprolatos a esferoidais, com exina psilada e diâmetro variando entre 23-25 μm . Das três espécies de *Besleria* aqui estudadas, somente *B. longimucronata* apresentou ornamentação psilado-perfurada semelhante, portanto, à ornamentação encontrada para *Besleria laxiflora*, por Roubik & Moreno (1991), os quais mencionam, ainda, a presença de membrana granular persistente no colpo; essa característica, também foi observada, nos espécimes aqui estudados tanto de *Besleria* quanto de *Napeanthus*. Os valores dos diâmetros dos grãos de pólen de *Besleria laxiflora*, encontrados por Roubik & Moreno (1991), são similares aos aqui encontrados para as espécies de *Besleria*.

Williams (1978) estudou 30 espécies neotropicais da subfamília Gesnerioideae analisando os grãos de pólen de quatro tribos, dentre as quais Napeantheae, com uma única espécie. O autor mencionou que os grãos de pólen de *Napeanthus costaricensis* são isopolares, reticulados. No presente estudo os grãos de pólen das espécies *N. primulifolius* e *N. reitzii* também se apresentaram isopolares, mas com ornamentação microrreticulada.

Com base nos resultados aqui obtidos para as espécies dos gêneros *Besleria* e *Napeanthus* (tribos Beslerieae/Napeantheae) constatou-se a variabilidade quanto à ornamentação da exina, confirmando os dados de literatura para a família Gesneriaceae (Melhem & Mauro 1973, Salgado-Labouriau 1973, Skog 1976, Williams 1978, Roubik & Moreno 1991, Luegmayer 1993a, b e Palee *et al.* 2003).

Luegmayer (1993b) ao estudar 108 espécies da subfamília Cyrtandroideae do Velho Mundo sob microscopia de luz, e eletrônica de varredura e de transmissão, estabeleceu 10

tipos polínicos com base na ornamentação da exina. Com a finalidade de comparar os grãos de pólen de 34 espécies de Cyrtandroideae da Tailândia e do Laos, Palee *et al.* (2003) seguiram, com algumas modificações, a classificação dos tipos de exina estabelecidos por Luegmayer (1993b), acrescentando a estes mais cinco tipos polínicos. Desta forma, considerando os 15 tipos de Palee *et al.* (2003), pode-se enquadrar as espécies aqui estudadas de *Napeanthus*: *N. primulifolius* e *N. reitzii*, no tipo 1 (ornamentação reticulado-microrreticulada, com lumens heterobrocados tanto no apocolpo quanto no mesocolpo e sem elementos suprategmiais). *Besleria longimucronata* enquadra-se no tipo 8 (com ornamentação perfurada tanto no apocolpo quanto no mesocolpo e sem elementos suprategmiais), *Besleria umbrosa* no tipo 10 (com rúgulas tanto no apocolpo quanto no mesocolpo) e *Besleria selloana* no tipo 11 (com ornamentação microrreticulada e lumens homobrocados tanto no apocolpo quanto no mesocolpo, sem elementos suprategmiais).

Os dados da literatura mostram que ornamentação microrreticulada e reticulada são muito comuns nos grãos de pólen da família Gesneriaceae, podendo ocorrer nos gêneros *Cyrtandra* (Luegmayer 1993a, b, Schlag-Edler & Kiehn 2001), *Chirita*, *Didymocarpus*, *Streptocarpus*, (Luegmayer 1993b, Palee *et al.* 2003), *Asteranthera*, *Seemannia*, *Sinningia* (Felice *et al.* 1981), *Monophyllaea* (Luegmayer 1993b), *Aeschynanthus*, *Leptoboea*, *Lysionotus*, *Oreocharis*, *Rhynchoglossum*, *Rhynchotechum* e *Stauranthera* (Palee *et al.* 2003).

Taxonomicamente, as espécies aqui estudadas do gênero *Besleria*, encontram-se na seção *Eubesleria* (Hanst.) Benth. & Hook., *B. selloana* e *B. umbrosa* na subseção *Elongatae* e *B. longimucronata* na subseção *Mirificae* (Morton 1939). Estas espécies, segundo Chautems & Matsuoka (2003), apresentam morfologia externa bastante similar, sendo separadas somente por características da inflorescência pedunculada ou sésil/subsésil em *B. longimucronata* e pelo número de flores por inflorescência, 2-3 flores em *B. umbrosa* e 6-12 flores em *B. selloana*. Através da ornamentação da exina dos grãos de pólen é possível distinguir as três espécies de *Besleria* evidenciando-se, dessa forma, o caráter euripolínico do

gênero, mas as características que permitiram a separação das espécies não permitiram separá-las de acordo com as subseções.

A tribo Napeantheae é monotípica com duas espécies nativas no Brasil: *Napeanthus primulifolius*, ocorrente nos Estados de Rio de Janeiro, São Paulo e marginalmente no Paraná, e *N. reitzii*, nos Estados do Paraná e Santa Catarina (Leeuwenberg 1958, A. Chautems, dados não publicados). Com base principalmente em dados moleculares, Smith (2000) e Zimmer *et al.* (2002) verificaram que Napeantheae e Beslerieae são tribos muito relacionadas, formando um clado irmão dos outros representantes de Gesnerioideae. Apesar de somente duas espécies terem sido tratadas neste trabalho, verificou-se que os grãos de pólen de *Napeanthus primulifolius* e *N. reitzii* são muito similares e a separação dessas espécies ocorreu, apenas, com base em dados quantitativos, o que indica, possivelmente, que a morfologia polínica seja constante no gênero.

A ordenação obtida através da análise de componentes principais dos grãos de pólen das espécies de *Besleria* e *Napeanthus* estudadas corroborou os dados quantitativos dos grãos de pólen permitindo separar as espécies, em função das maiores medidas para os grãos de pólen de *Besleria* e as menores em *Napeanthus*.

A diferença morfológica para os grãos de pólen, tanto em relação ao tamanho dos grãos de pólen quanto à ornamentação da exina, revelou-se um caráter importante, principalmente em nível específico, para o posicionamento das espécies. Apesar de restrito a táxons nativos do Estado de São Paulo (exceto *N. reitzii*), os dados da morfologia polínica em Beslerieae e Napeantheae corroboram o reconhecimento destas tribos como propostas por Wiehler (1983), Smith (1996) e Smith *et al.* (1997), e Zimmer *et al.* (2002). Pode-se concluir, então, que a morfologia polínica é um bom recurso para a taxonomia dos gêneros de Gesneriaceae estudados.

Literatura citada

- BARROSO, G.M., PEIXOTO, A.L., ICHASO, C.L., COSTA, C.G., GUIMARÃES, E.F. & LIMA, H.C. 1986. Sistemática de angiospermas do Brasil. v.3, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa.
- BARTH, O.M. & MELHEM, T.S. 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BENTHAM, G. 1846. Plantas hartwegianae. W. Pamplin, London.
- BENTHAM, G. 1876. Gesneriaceae. *In* Genera plantarum (G. Bentham & J.D. Hooker, eds.) Lovell Reeve & Company, London, p. 990-1025.
- BURTT, B.L. & WIEHLER, H. 1995. Classification of the family Gesneriaceae. *Gesneriana* 1:1-4.
- CAMPOS, S.M. 1962. Pollen grains of plants of the “Cerrado” – IV. *Revista Brasileira da Biologia* 22:307-315.
- CHAUTEMS, A. 1991. A família Gesneriaceae na região cacauzeira da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 14:51-59.
- CHAUTEMS, A. 2003. Gesneriaceae. *In* Flora do Distrito Federal (T.B. Cavalcanti & A.E. Ramos, coords.) Embrapa, Brasília, v3, p.185-197.
- CHAUTEMS, A. & MATSUOKA, C.Y.K. 2003. Gesneriaceae. *In* Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo (M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, A.M. Giulietti & T.S. Melhem, (coords.). Fapesp: Rima, São Paulo, v.3, p.75-103.
- ERDTMAN, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy - Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- ERDTMAN, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54:561-564.

- FAEGRI, G. & IVERSEN, J. 1966. Textbook of modern pollen analysis. 2nd ed. Scandinavian University Books, Copenhagen.
- FELICE, M.A.C., SANCHIS, A.M. & VILLAR L.M. 1981. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" 2:77-89.
- FEUILLET, C. & SKOG, L.E. 2002. Novae Gesneriaceae Neotropicarum XII. New species of Gesneriaceae from the Guianas. *Brittonia* 54:353-361.
- FRITZE, K.J. & WILLIAMS, N.H. 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75:168-191.
- HADDAD, A., SESSO, A., ATTIAS, M., FARINA, M., MEIRELLES, M.N., SILVEIRA, M., BENCHIMOL, M., SOARES, M.J., BARTH, O.M., MACHADO, R.D. SOUTO-PADRÓN, T & SOUZA, W. 1998. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. Sociedade Brasileira de Microscopia, Rio de Janeiro.
- HANSTEIN, I. 1865. Die Gesneraceen des Königlichen Herbariums und der Gärten zu Berlin, nebst Uebersicht der Familie im Ganzen, II: Gattungen und Arten, 3: Die Eugesnereen, Rhytidophylleen und Beslerieen. *Linnaea* 34:225-446.
- HOWARD, R.A. 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* 56:364-368.
- LEEUWENBERG, A.J.M. 1958. Revision of *Napeanthus*. *Acta Botanica Neerlandica* 7:340-354.
- LUEGMAYR, E. 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. *Blumea* 38:25-38.
- LUEGMAYR, E. 1993b. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). *Grana* 32:221-232.

- MCCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- MEIRELLES, S.T., PIVELLO, V.R. & JOLY, C.A. 1999. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. *Environmental Conservation* 26:10-20.
- MELHEM, T.S. & MAURO, C. 1973. Pollen morphological studies in Gesneriaceae. *Hoehnea* 3:13-27.
- MELHEM, T.S., CRUZ-BARROS, M.A.V., CORRÊA, A.M.S., MAKINO-WATANABE, H., SILVESTRE-CAPELATO, M.S.F. & GOLÇALVES-ESTEVEES, 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.
- MINITAB FOR WINDOWS [MINITAB-INC, USA] 2003. Versão 10.3 Copyright [C].
- MORTON, C.V. 1939. A revision of *Besleria*. *Contributions from the United States National Herbarium* 26:395-474.
- NOWICKE, J.W. 1974. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. *Brittonia* 26:37-41.
- PALEE, P., SAMPSON, F.B. & ANUSARNSUNTHORN, V. 2003. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. *The Natural History Bulletin of Siam Society* 51:225-240.
- 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.
- ROALSON, E.H., BOGGAN, J.K., SKOG, L.E. & ZIMMER, E.A. 2005a. Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). I. Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast, and morphological cladistic datasets. *Taxon* 54:389-410.

- ROALSON, E.H., BOGGAN, J.K., SKOG, L.E. 2005b. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of new tribe in the Gesnerioideae Sphaerorrhizeae. *Selbyana* 25:225-238.
- ROUBIK, D.W. & MORENO P., J.E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 36:1-268.
- SABATINI, D.D., BENSCH, K. & BARNETT, R.J. 1963. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *Journal of Cellular Biology* 17:19-58.
- SAFFORD, H.D. & MARTINELLI, G. 2000. Southeast Brazil. *In* Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions (S. Porembski & W. Barthlott, eds.). Springer-Verlag, Berlin, p.339-389.
- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- 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.
- SCHLAG-EDLER, B. & KIEHN, M. 2001. Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. *Grana* 40:192-196.
- SHEPHERD, G.J. 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SKOG, L.E. 1976. A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Smithsonian Contributions to Botany* 29:1-182.
- SKOG, L.E. & JESUS, F.F. 1997. A review of *Resia* (Gesneriaceae). *Biollania*, Edición Especial 6:515-525.
- SKOG, L.E. & KVIST, L.P. 2000. Revision of *Gasteranthus* (Gesneriaceae). Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden 59:1-118.

- SMITH, J.F. 1996. Tribal relationships within Gesneriaceae: a cladistic analysis of morphological data. *Systematic Botany* 21:497-513.
- SMITH, J.F. 2000. Phylogenetic resolution within the tribe Episcieae (Gesneriaceae): congruence of ITS and *ndhF* sequences from parsimony and maximum-likelihood analyses. *American Journal of Botany* 87:883-897.
- SMITH, J.F., WOLFRAM, J.C., BROWN, K.D., CARROL, C.L. & DENTON, D.S. 1997. Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84:50-66.
- VIEIRA, S. 1981. *Introdução à Bioestatística*. Campus, Rio de Janeiro.
- WEBER, A. 2004a. Gesneriaceae. *In* The Families and Genera of Vascular Plants (K. Kubitzki & J. W. Kadereit, eds.). Springer Verlag, Berlin, v.7, p.63-158.
- WEBER, A. 2004b. Research on Gesneriaceae in Austria – Part IV: recent and present work. *Gloxinian* 54:44-53.
- WIEHLER, H. 1975. *Besleria* L. and the re-establishment of *Gasteranthus* Benth. (Gesneriaceae). *Selbyana* 1:150-156.
- WIEHLER, H. 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 6:1-219.
- WILLIAMS, N.H. 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 2:310-322.
- XIFREDA, C.C. 1996. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana* 34:383-388.
- ZHI-JIAN, Y., ZHEN-YU, L. & FU-HSIUNG, W. 1995. Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. *Cathaya* 7:99-104.
- ZHI-JIAN, Y., ZHEN-YU, L. & FU-HSIUNG, W. 1997. Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. *Harvard Papers of Botany* 10:113-120.
- ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

ZIMMER, E.A., ROALSON, E.H., SKOG, L.E., BOGGAN, J.K. & IDNURM, A. 2002.

Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and *cpDNA trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. *American Journal of Botany* 89:296-311.

**Estudo polínico em espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae
(Gesnerioideae – Gesneriaceae)**

EDUARDO C. GASPARINO^{1*}, MARIA AMÉLIA V. CRUZ-BARROS¹ e ALAIN
CHAUTEMS²

¹ *Seção de Dicotiledôneas, Instituto de Botânica, Caixa Postal 3005, 01061-970, São Paulo, SP,
Brasil*

² *Conservatoire et Jardin Botaniques de La Ville de Genève, C.P. 60, CH-1292, Chambésy,
Genève, Suisse*

*autor para correspondência: E-mail: ebotanic@hotmail.com

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Botanical Journal of the
Linnean Society

Foram estudados os grãos de pólen de nove espécies brasileiras de *Gloxinia* L' Heritier, *Mandirola* Decne, *Seemannia* Regel (Tribo Gloxinieae Fritsch) e *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan (Tribo Shaerorrhizeae E.H. Roalson & J.K. Boggan). Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos e fotografados sob microscopia de luz. Para algumas espécies, grãos de pólen não acetolisados foram analisados em microscópio eletrônico de varredura (*Gloxinia erinoides* (DC.) E.H. Roalson & J.K. Boggan, *G. perennis* (L.) Fritsch, *Mandirola rupicola* (Taub.) A.O. Araujo & Chautems, *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanstein, *Sphaerorrhiza burchelli* (S.M. Phillips) E.H. Roalson & J.K. Boggan e *S. sarmentiana* (Gard. ex Hook.) E.H. Roalson & J.K. Boggan), e de transmissão (*Seemannia sylvatica*). As espécies apresentaram grãos de pólen pequenos ou médios (*Seemannia purpurascens*); oblato-esferoidais, prolato-esferoidais a subprolato; 3-colporados e com endoaberturas lolongadas a circulares (*Gloxinia perennis*). Exina microrreticulada a reticulada nas espécies de *Gloxinia*. As espécies estudadas possuem características palinológicas distintas, com variações quanto à forma e padrões de ornamentação da exina.

PALAVRAS-CHAVE ADICIONAIS: Brasil – grãos de pólen – *Gloxinia* – *Mandirola* – *Seemannia* – *Sphaerorrhiza*.

Pollen grains of nine brazilian species of *Gloxinia* L' Heritier, *Mandirola* Decne, *Seemannia* Regel (Tribo Gloxinieae Fritsch) e *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan (Tribo Shaerorrhizeae E.H. Roalson & J.K. Boggan), were studied on LM, SEM and TEM. The pollen grains were acetolysed, measured and illustrated using light microscopy. For some species, the non-acetolysed pollen grains were analysed in scanning electron microscopy (*Gloxinia erinoides* (DC.) E.H. Roalson & J.K. Boggan, *G. perennis* (L.) Fritsch, *Mandirola rupicola* (Taub.) A.O. Araujo & Chautems, *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanstein, *Sphaerorrhiza burchelli* (S.M. Phillips) E.H. Roalson & J.K. Boggan e *S. sarmentiana* (Gard. ex Hook.) E.H. Roalson & J.K. Boggan) and transmission electron microscopy (*Seemania sylvatica*). The pollen grains presented small or medium size (*Seemannia purpurascens*), oblate spheroidal, prolate spheroidal and subprolate, 3-colporate, lolongate to circular (*Gloxinia perennis*) endoapertures. The sexine is predominately microrreticulate except for *Gloxinia* species that presented sexine reticulate. The studied species have heterogeneous pollinic morphology with variation in shape and exine ornamentation.

ADDITIONAL KEYWORDS: Brazil – pollen grains – *Gloxinia* – *Mandirola* – *Seemannia* – *Sphaerorrhiza*.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, estudos filogenéticos e moleculares estão sendo muito usados para o entendimento das relações entre os grupos de Gesneriaceae, tentando interpretar a circunscrição de alguns gêneros (Möller & Cronk, 2001; Zimmer *et al.*, 2002; Perret *et al.*, 2003; Roalson *et al.*, 2003).

Gloxinieae Fritsch, é uma tribo neotropical de Gesneriaceae, com cerca de 17 gêneros e aproximadamente 90 espécies, ocorrendo na América do Sul e Central (Araujo, 2007). Apresenta ervas, subarbustos ou raramente árvores; sistema subterrâneo ausente ou com rizoma escamoso nas ervas, cálice com prefloração aberta e fruto com cápsula seca ou carnosa (Weber, 2004, Araujo, 2007).

Estudos de biologia molecular (Boggan, 1991; Smith, 1996; Smith *et al.*, 1997; Smith & Atkinson, 1998; Zimmer *et al.*, 2002; Perret *et al.*, 2003), apoiados por caracteres morfológicos, sugerem que os gêneros *Sinningia* Nees., *Paliavana* Vand. e *Vanhouttea* Lem., são distintos dos demais gêneros de Gloxinieae e devem ser tratados como uma tribo separada (Sinningieae Fritsch), como antes proposto por Fritsch (1893, 1894). Além disso, Roalson *et al.* (2005a) apontaram para a problemática circunscrição de alguns gêneros dentro de Gloxinieae como por exemplo *Gloxinia* L'Hér. e *Phinaea* Benth., e citaram a necessidade de estudos mais detalhados envolvendo o grupo.

Posteriormente, Roalson *et al.* (2005b), também com base em dados moleculares e morfológicos, propuseram a segregação de duas espécies até então tratadas em *Gloxinia* (*G. burchelli* (S.M. Phillips) Wiehler e *G. sarmentiana* Gard. ex Hook.) para constituírem o novo gênero *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan, dentro da nova tribo Sphaerorrhizeae E.H.

Roalson & J.K. Boggan. Neste trabalho os autores descreveram ainda três novos gêneros (*Gloxinella* (H.E. Moore) E.H. Roalson & J.K. Boggan, *Gloxiniopsis* E.H. Roalson & J.K. Boggan e *Nomopyle* E.H. Roalson & J.K. Boggan) e restabeleceram os gêneros *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel dentro da tribo Gloxinieae.

Sphaerorrhizeae é uma tribo monogenérica contando apenas com três espécies (*Sphaerorrhiza bracteata* A.O. Araujo & Chautems, *S. burchelli* (S.M. Phillips) E.H. Roalson & J.K. Boggan e *S. sarmentiana* (Gard. Ex Hook.) E.H. Roalson & J.K. Boggan); possui distribuição restrita aos cerrados do Brasil Central e caracteriza-se pela presença de rizoma não-escamoso, cálice com prefloração valvar e fruto em cápsula seca com costa proeminente (Araujo, 2007).

Araujo (2007) ao realizar a revisão do gênero *Gloxinia s.l.*, esclareceu através de dados morfológicos e macromoleculares os limites entre os gêneros *Gloxinella*, *Gloxinia s.s.*, *Gloxiniopsis*, *Mandirola*, *Seemannia* e *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan, transferindo *Monopyle reflexa* (Rusby) E.H. Roalson & J.K. Boggan para *Gloxinella* e *Goyazia petraea* (S.M. Phillips) Wiehler, *G. rupicola* Taub. e *Gloxinia villosa* (Gardner) Wiehler para o gênero *Mandirola*.

Foram apresentados dados sobre a morfologia polínica de alguns gêneros da família Gesneriaceae nos trabalhos de Erdtman (1952), Campos (1962), Melhem & Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Fritze & Williams (1988), Roubik & Moreno (1991), Luegmayer (1993 a, b), Zhi-Jian *et al.* (1995, 1997), Schlag-Edler & Kiehn (2001), Melhem *et al.* (2003), Palee *et al.* (2003) e Weber (2004). Porém a morfologia polínica de espécies de Gloxinieae foi descrita somente nos trabalhos de Howard (1975), Williams (1978), Felice *et al.* (1981) e Xifreda (1996).

Embora Melhem & Mauro (1973) considerassem que o estudo dos caracteres morfológicos dos grãos de pólen em Gesneriaceae permitia uma diferenciação de gêneros, e até mesmo de

espécies, Kvist & Skog (1992) afirmaram que a morfologia polínica tem aparentemente pouco valor taxonômico para a tribo Gloxinieae. Já, Smith *et al.* (1997) e Judd *et al.* (1999) consideram que o tamanho dos grãos de pólen sustenta a monofilia da subfamília Gesnerioideae.

O presente estudo tem como objetivo o conhecimento e a caracterização da morfologia polínica de algumas espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae, e a observação das diferenças qualitativas e quantitativas nos seus grãos de pólen, visando fornecer subsídios para a taxonomia de Gesneriaceae, em especial para a melhor delimitação dos seus táxons.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas palinologicamente sete espécies brasileiras da tribo Gloxinieae (*Gloxinia erinoides* (DC.) E.H. Roalson & J.K. Boggan, *G. perennis* (L.) Fritsch, *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O. Araujo & Chautems, *M. petraea* (S.M. Phillips) A.O. Araujo & Chautems, *M. rupicola* (Taub.) A.O. Araujo & Chautems, *Seemannia purpurascens* Rusby, *S. sylvatica* (Kunth) Hanst.), e duas espécies da tribo Sphaerorrhizeae (*Sphaerorrhiza burchellii* (S.M. Phillips) E.H. Roalson & J.K. Boggan e *S. sarmentiana* (Gard. ex Hook.) E.H. Roalson & J.K. Boggan. As espécies selecionadas para o estudo representam os principais clados (“I - *Gloxinia*-type clade, II - *Seemannia* clade, III - Brazil clade”) descritos no trabalho de Roalson *et al.* (2005a), compreendendo, segundo Araujo (2007), os gêneros *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* e *Sphaerorrhiza*.

Os materiais herborizados foram obtidos de exsicatas dos herbários SP e ESA (siglas de acordo com Holmgren & Holmgren, 2007).

Para a análise da morfologia polínica, 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 o estabelecido por Salgado-Labouriau *et al.* (1965). Para cada espécie determinou-se um espécime que foi considerado como “padrão”, o qual é apresentado, no

apêndice, em ordem alfabética, seguido por asterisco. Procurou-se estudar, sempre que possível, outros espécimes de cada espécie, sendo estes denominados “materiais de comparação”.

Para o estudo em microscópio de luz, os grãos de pólen foram acetolisados (Erdtman, 1960) acrescido das modificações citadas em Melhem *et al.* (2003) e medidos, aleatoriamente 25 grãos de pólen, no período de uma semana. As lâminas obtidas foram incorporadas na palinoteca da Seção de Dicotiledôneas do Instituto de Botânica (São Paulo, SP).

Para os diâmetros dos grãos de pólen foi dada a faixa de variação e realizada análise estatística, sendo calculados a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, camadas da exina, muros, lumens e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se, apenas, a média aritmética. As comparações das médias dentro de cada gênero foram feitas através da análise de variância, seguida do teste de Tukey (Vieira, 1981; Zar, 1996). As representações gráficas foram realizadas através do programa MINITAB 10.3 for Windows. Os resultados finais do teste de Tukey foram representados, por linhas horizontais na parte superior, dos gráficos dos intervalos de confiança, unindo os valores que não se apresentaram significativamente diferentes. Para as medidas dos lumens, delimitou-se uma área de $25 \mu\text{m}^2$, na região do mesocolpo, de 10 grãos de pólen de cada espécie; estes foram fotografados e medidos utilizando-se o programa Image Pro-plus, versão 3.0 para Windows.

Com o auxílio do programa Fitopac (Shepherd, 1996), para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x + 1)$], e posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford, 1999), foi realizada uma ordenação pela análise de componente principais (PCA) a partir de matriz de covariância. Com base em medidas e

observações dos grãos de pólen, a PCA teve como objetivo avaliar a influência dos dados quantitativos e qualitativos (ornamentação) na ordenação das espécies.

Para a análise da ornamentação da exina sob microscopia eletrônica de varredura foi utilizada a técnica descrita em Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados, enquanto que para análise da ultraestrutura da exina de *Seemania sylvatica* seguiu-se a metodologia proposta por Sabatini *et al.* (1963) e Haddad *et al.* (1998).

Os grãos de pólen foram observados, medidos e fotografados sob microscopia óptica, com auxílio de uma câmara de vídeo Sony, acoplada a um fotomicroscópio Olympus modelo BX50. As imagens foram enviadas para um microcomputador (PC) e tratadas pelo software Image Pro-plus, versão 3.0 para Windows. Imagens digitais da superfície dos grãos de pólen também foram obtidas sob microscópio eletrônico de varredura modelo PHILIPS XL Serie XL 20, S/W, ver. 5.21. Já a captura das imagens de microscopia eletrônica de transmissão foi realizada utilizando-se um microscópio PHILIPS EM 208 do Instituto Biológico de São Paulo.

As descrições polínicas e a terminologia adotada baseiam-se nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguem Faegri & Iversen (1966).

RESULTADOS

As nove espécies aqui estudadas das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Figs 1-46) apresentam grãos de pólen pequenos ou médios (*Seemania purpurascens*, Tabelas 1-2); isopolares; âmbito variando de circular (Figs 1, 7, 13, 16, 19, 28, 35, 41) a subcircular-lobado em *S. purpurascens* (Fig. 25); área polar muito pequena a pequena (em *Gloxinia perennis* e *Seemania sylvatica*, Tabela 4); oblato-esferoidais (em *Gloxinia* e *Sphaerorrhiza* Figs 2, 8, 36, 42), prolato-esferoidais [*Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola* (Araujo *et al.* 503) e *Seemania sylvatica* (Figs 14,

17, 29)] a subprolatos [*Mandirola rupicola* (Araujo *et al.* 545) e *Seemannia purpurascens* (Figs 20, 26, Tabela 1)]; 3-colporados; exina microrreticulada a reticulada.

Os colpos são longos, estreitos ou largos (*Gloxinia perennis*, *Seemannia purpurascens* e *S. sylvatica*, Tabela 3), com margem ou não (*Gloxinia perennis*, Fig. 8), constrictos na região mediana ou não (*Gloxinia perennis* e *Seemannia purpurascens*, Fig. 8, 26); endoaberturas alongadas a circulares (*Gloxinia perennis*, Tabela 3) e de difícil visualização e mensuração sob ML. Em *S. purpurascens* observa-se os maiores valores de colpos, margem dos colpos, endoabertura e exina (Tabela 3).

A exina é semitectada, variando de microrreticulada (Figs 15, 18, 21, 27, 30, 37, 43) a reticulada (*Gloxinia erinoides* e *G. perennis*, Figs. 3, 9); muros retos ou sinuosos (*Sphaerorrhiza*), lisos. Sob microscopia de luz foi possível observar que as espécies microrreticuladas são homobrocadas tanto no mesocolpo quanto no apocolpo, enquanto que as reticuladas são homobrocadas na região polar (Fig. 12) e heterobrocadas na região do mesocolpo (Fig. 9). Sexina mais espessa que a nexina em todas as espécies.

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae). P = Pequeno, M = Médio, PE = Prolato-esferoidal, SP = Subprolato, OE = Oblato-esferoidal, P/E = relação entre diâmetro polar e diâmetro equatorial.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cólpores	Exina
<i>Gloxinia erinoides</i>	P	1,00	OE	3	Reticulada
<i>Gloxinia perennis</i>	P	0,89	OE	3	Reticulada
<i>Mandirola hirsuta</i>	P	1,04	PE	3	Microrreticulada
<i>Mandirola petraea</i>	P	1,02	PE	3	Microrreticulada
<i>Mandirola rupicola</i>	P	1,16	SP	3	Microrreticulada
<i>Seemannia purpurascens</i>	M	1,29	SP	3	Microrreticulada
<i>Seemannia sylvatica</i>	P	1,04	PE	3	Microrreticulada
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	P	0,94	OE	3	Microrreticulada
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	P	0,98	OE	3	Microrreticulada

Tabela 2. Medida dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae). n = 25. VE = vista equatorial, VP = vista polar, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	$x \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro Polar (VE)					
<i>Gloxinia erinoides</i>	16,83–20,99	18,97 \pm 0,20	1,02	5,35	18,56–19,38
<i>Gloxinia perennis</i>	19,16–24,24	20,82 \pm 0,25	1,26	6,03	20,30–21,34
<i>Mandirola hirsuta</i>	17,49–20,33	19,07 \pm 0,17	0,87	4,58	18,72–19,42
<i>Mandirola petraea</i>	16,74–21,07	18,97 \pm 0,21	1,06	5,56	18,54–19,40
<i>Mandirola rupicola</i>	18,16–23,16	20,73 \pm 0,24	1,19	5,72	20,24–21,22
<i>Seemannia purpurascens</i>	24,66–30,65	27,96 \pm 0,30	1,50	5,38	27,34–28,58
<i>Seemannia sylvatica</i>	21,49–26,41	23,56 \pm 0,22	1,10	4,67	23,11–24,01
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	17,33–21,99	19,98 \pm 0,26	1,29	6,47	19,44–20,52
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	18,33–22,66	20,01 \pm 0,22	1,10	5,50	19,56–20,46
Diâmetro Equatorial (VE)					
<i>Gloxinia erinoides</i>	17,49–20,16	18,94 \pm 0,15	0,74	3,92	18,63–19,25
<i>Gloxinia perennis</i>	21,24–25,82	23,46 \pm 0,22	1,12	4,78	23,01–23,91
<i>Mandirola hirsuta</i>	17,08–20,33	18,37 \pm 0,17	0,87	4,75	18,02–18,72
<i>Mandirola petraea</i>	17,33–21,49	18,59 \pm 0,21	1,03	5,52	18,16–19,02
<i>Mandirola rupicola</i>	16,49–19,49	17,87 \pm 0,17	0,84	4,68	17,52–18,22
<i>Seemannia purpurascens</i>	20,16–23,74	21,72 \pm 0,19	0,96	4,43	21,33–22,12
<i>Seemannia sylvatica</i>	20,24–24,24	22,60 \pm 0,19	0,94	4,16	22,21–22,99
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	18,83–23,16	21,17 \pm 0,24	1,22	5,76	20,68–21,66
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	18,91–22,32	20,45 \pm 0,18	0,92	4,48	20,08–20,82
Diâmetro Equatorial (VP)					
<i>Gloxinia erinoides</i>	17,58–21,16	18,98 \pm 0,17	0,85	4,47	18,63–19,33
<i>Gloxinia perennis</i>	18,91–24,84	22,29 \pm 0,34	1,69	7,59	21,59–22,99
<i>Mandirola hirsuta</i>	17,49–19,99	18,58 \pm 0,12	0,62	3,32	18,33–18,83
<i>Mandirola petraea</i>	16,91–21,32	18,69 \pm 0,24	1,20	6,43	18,20–19,18
<i>Mandirola rupicola</i>	16,91–19,16	18,03 \pm 0,11	0,56	3,09	17,80–18,26
<i>Seemannia purpurascens</i>	19,33–24,32	21,99 \pm 0,26	1,31	5,93	21,45–22,53
<i>Seemannia sylvatica</i>	21,32–25,49	22,94 \pm 0,22	1,08	4,71	22,49–23,39
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	18,58–22,74	20,56 \pm 0,25	1,27	6,19	20,04–21,08
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	18,24–21,74	20,12 \pm 0,22	1,12	5,54	19,67–20,57

Sob MEV observa-se em *Gloxinia erinoides* (Fig. 5), *Mandirola rupicola* (Figs 22–23), *Sphaerorrhiza burchellii* (Fig. 38) e *S. sarmentiana* (Fig. 44) colpos longos, estreitos, com extremidades afiladas e recobertos por uma membrana granulada, exceto em *Gloxinia erinoides*. Já em *Gloxinia perennis* (Figs 10, 11) e *Seemannia sylvatica* (Fig. 32) nota-se, também, colpos longos e recobertos por membrana granulosa, porém mais largos e com extremidades arredondadas.

Quanto à ornamentação, sob MEV, observa-se em *Gloxinia erinoides* lumens com forma e tamanho variáveis, muros estreitos, retos, lisos e às vezes com apêndices laterais (Fig. 6). Em *Mandirola rupicola* é possível visualizar a ornamentação microrreticulada, lumens com formas e tamanhos similares, muros largos e lisos. Nota-se em *Seemannia sylvatica*, a superfície levemente ondulada (Fig. 33), já em *Sphaerorrhiza sarmentiana* (Fig. 45) observa-se lumens bem heterogêneos, maiores e mais sinuosos do que os de *S. burchellii* que são mais homogêneos (Fig. 39). A exina de *Gloxinia perennis*, sob microscopia eletrônica de varredura e no foco baixo sob microscopia óptica (Figs. 9b, 11), mostra borda dos muros com reentrâncias irregulares entre as columelas adjacentes (Fig. 6), lumens preenchidos por grânulos isolados e esparsos, muros esparsamente perfurados, com perfurações circulares de diferentes tamanhos.

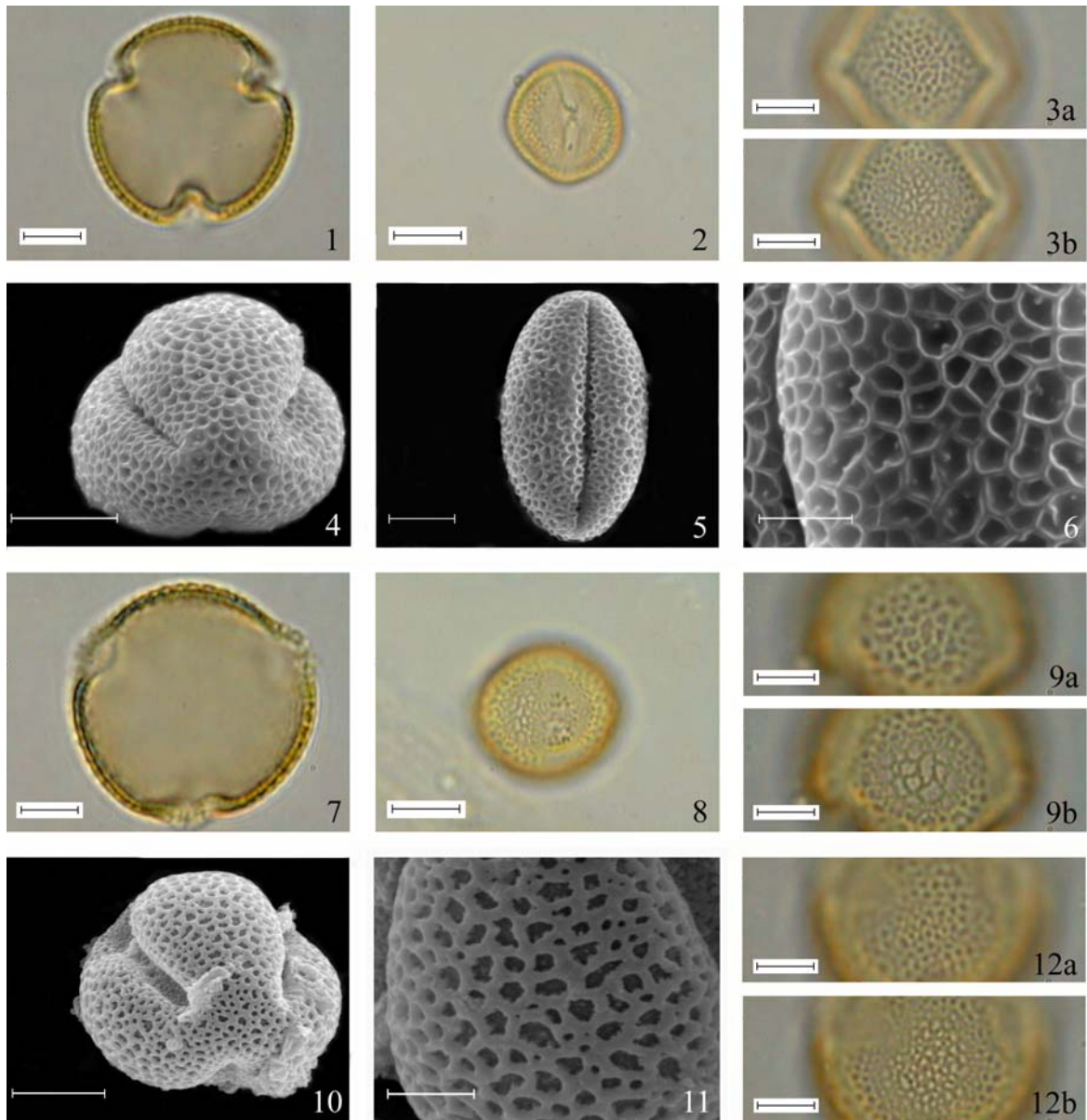
Tabela 3. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e das camadas da exina dos grãos de pólen de espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae), n = 10. Compr. = Comprimento, Larg. = Largura.

Espécies	Colpo			Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.				
<i>Gloxinia erinoides</i>	14,84	1,57	0,71	3,22	2,27	1,14	0,75	0,40	0,39
<i>Gloxinia perennis</i>	15,34	2,83	–	3,22	3,22	1,08	0,74	0,35	0,40
<i>Mandirola hirsuta</i>	15,33	1,68	0,92	3,27	2,44	1,12	0,75	0,37	0,44
<i>Mandirola petraea</i>	14,64	1,23	0,80	3,43	2,20	1,13	0,66	0,47	0,33
<i>Mandirola rupicola</i>	15,10	1,66	0,85	3,47	2,25	1,25	0,85	0,40	0,41
<i>Seemannia purpurascens</i>	22,28	3,77	0,99	3,93	3,31	1,50	0,99	0,52	0,50
<i>Seemannia sylvatica</i>	18,17	2,40	0,90	3,62	2,65	1,11	0,75	0,36	0,38
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	16,00	1,82	0,84	3,61	2,61	1,23	0,79	0,44	0,40
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	14,67	1,41	0,82	2,95	2,13	1,24	0,79	0,45	0,39

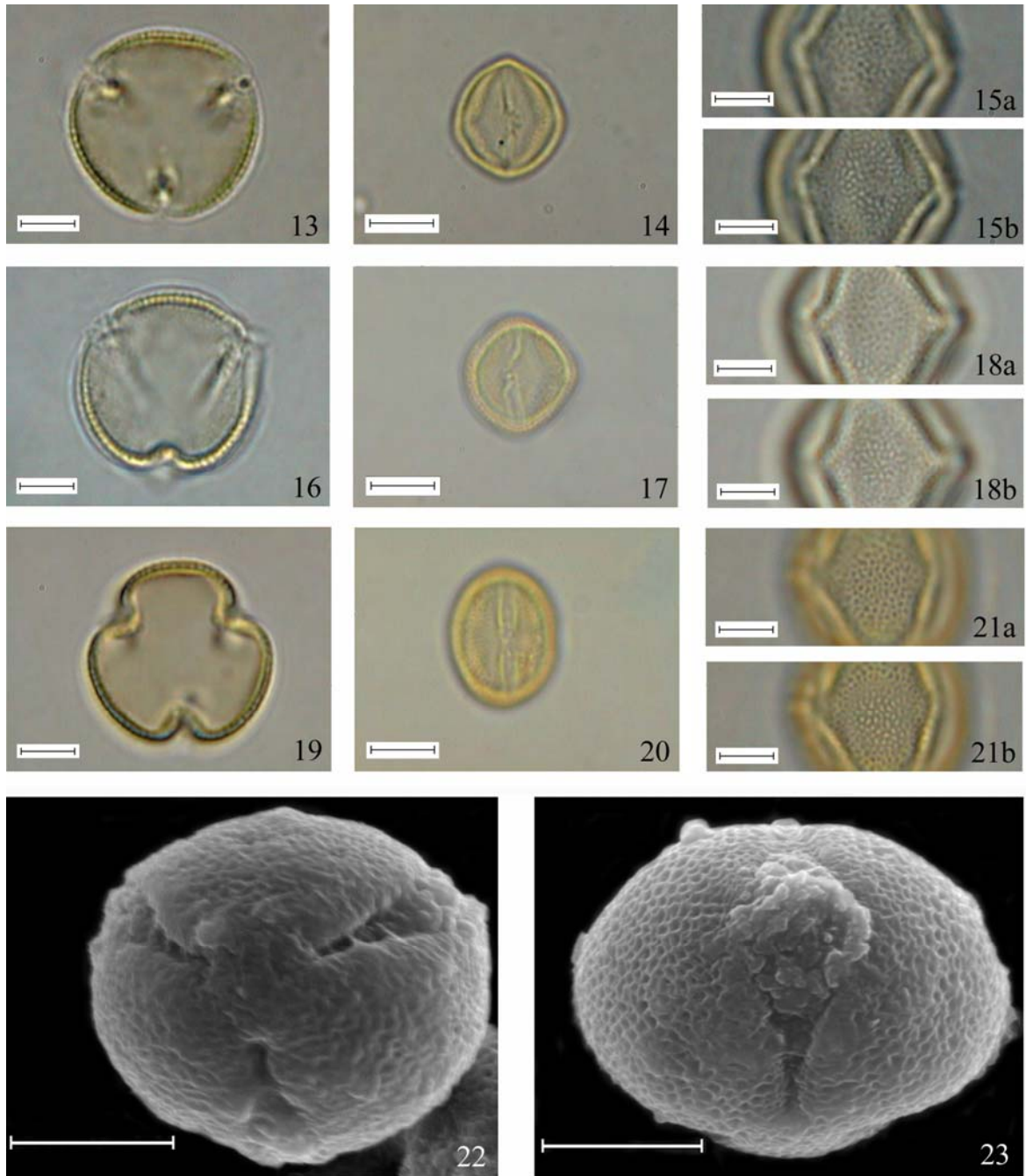
Na tabela 4 observa-se a formação de dois grupos: as espécies com grãos de pólen reticulados que apresentam número de lumens $< 42/25 \mu\text{m}^2$ (*Gloxinia erinoides* e *G. perennis*) e as com grãos de pólen microrreticulados com número de lumens $> 42/25 \mu\text{m}^2$ (*Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola*, *Seemannia purpurascens*, *S. sylvatica*, *Sphaerorrhiza burchellii* e *S. sarmentiana*).

Tabela 4. Medidas, em μm , dos muros, lumens dos retículos e números de lumens por $25 \mu\text{m}^2$, dos grãos de pólen de espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae). IAP = índice de área polar. n = 10

Espécies	Lumens (μm)	Muros (μm)	Nº de lumens/ $25 \mu\text{m}^2$	IAP
<i>Gloxinia erinoides</i>	0,36 – 1,08	0,26 – 0,30	41	0,19
<i>Gloxinia perennis</i>	0,54 – 1,50	0,34 – 0,35	24	0,31
<i>Mandirola hirsuta</i>	0,39 – 0,51	0,24 – 0,28	60	0,19
<i>Mandirola petraea</i>	0,38 – 0,78	0,25 – 0,28	51	0,16
<i>Mandirola rupicola</i>	0,38 – 0,84	0,24 – 0,28	53	0,21
<i>Seemannia purpurascens</i>	0,39 – 0,48	0,25 – 0,35	69	0,16
<i>Seemannia sylvatica</i>	0,40 – 0,50	0,28 – 0,36	51	0,25
<i>Sphaerorrhiza burchellii</i>	0,34 – 0,42	0,25 – 0,28	66	0,16
<i>Sphaerorrhiza sarmentiana</i>	0,45 – 0,87	0,24 – 0,29	47	0,15



Figuras 1–12. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Gloxinia* L'Hér. Figs 1–6. *Gloxinia erinoides*. Fig. 1. Vista polar. Fig. 2. Vista equatorial. Fig. 3. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 4. Vista polar (MEV). Fig. 5. Vista equatorial (MEV). Fig. 6. Detalhe da ornamentação (MEV). Figs 7–12. *G. perennis*. Fig. 7. Vista polar. Fig. 8. Vista equatorial (detalhe da endoabertura). Fig. 9. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 10. Vista polar (detalhe do apocolpo – MEV). Fig. 11. Detalhe da ornamentação (mesocolpo – MEV). Fig. 12. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (apocolpo). Barras: Figs 6, 11, 2 μm ; Figs 3–5, 9–10, 12, 5 μm ; Figs 1–2, 7–8, 10 μm .



Figuras 13–23. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Mandirola* Decne. Figs 13–15. *Mandirola hirsuta*. Fig. 13. Vista polar. Fig. 14. Vista equatorial. Fig. 15. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 16–18. *M. petraea*. Fig. 16. Vista polar. Fig. 17. Vista equatorial. Fig. 18. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 19–23. *M. rupicola*. Fig. 19. Vista polar. Fig. 20. Vista equatorial. Fig. 21. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 22. Vista polar (MEV). Fig. 23. Vista equatorial (abertura – MEV). Barras: Figs 15, 18, 21–23, 5 μm ; 13–14; Figs 16–17, 19–20, 10 μm .

A análise da estrutura da exina dos grãos de pólen de *Seemannia sylvatica* (Fig. 33), sob microscopia eletrônica de transmissão (MET) mostra que o teto é levemente ondulado, compacto, descontínuo, tão espesso quanto a nexina. A camada infratectal possui columelas longas de diferentes diâmetros, próximas umas das outras, às vezes incompletas. A nexina nitidamente subdividida em nexina 1 e nexina 2; nexina 1 espessa, ondulada na parte voltada para a sexina, enquanto que a nexina 2 é delgada e lamelada. Intina espessa.

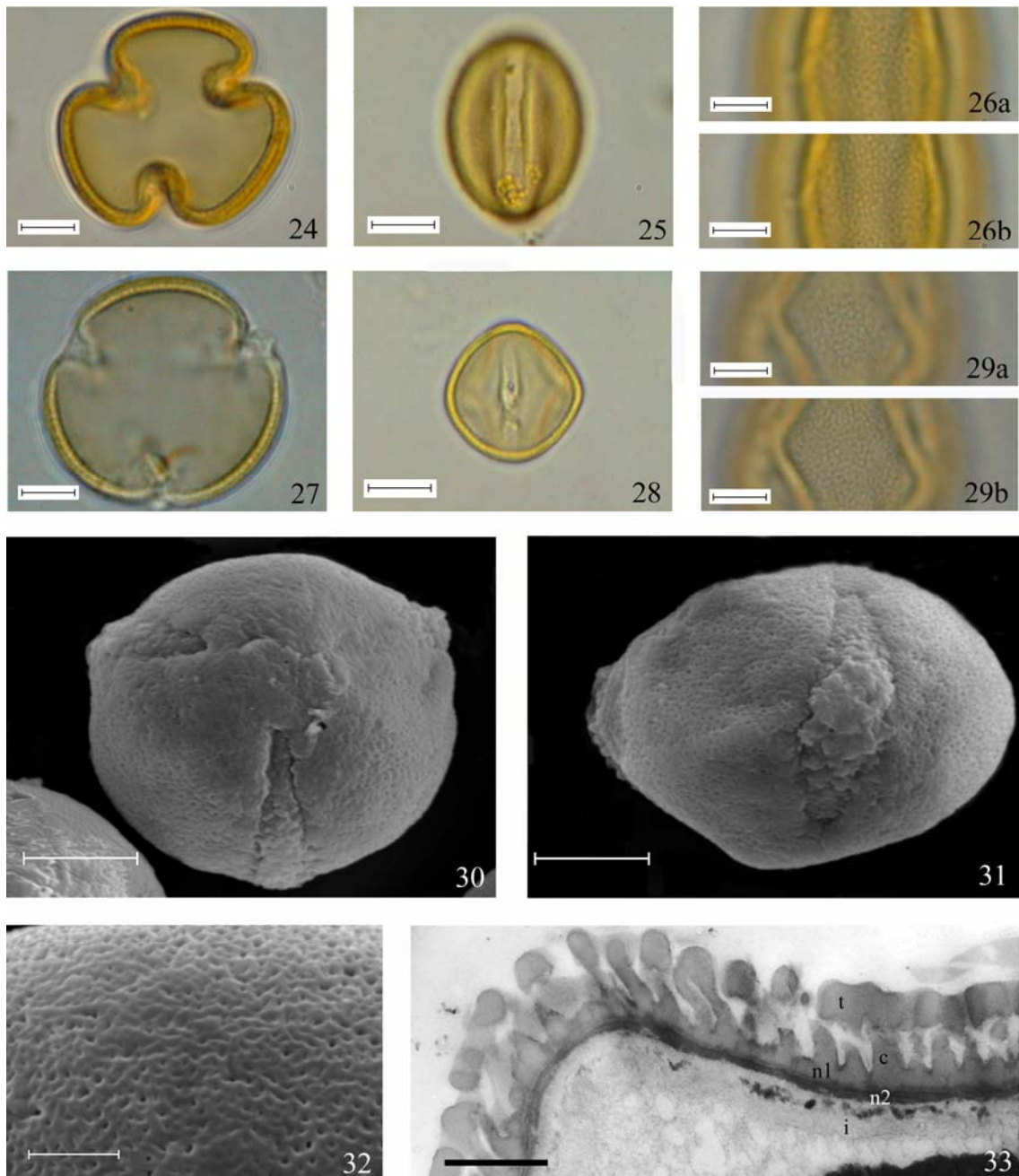
A ordenação das espécies em função dos valores das variáveis métricas dos grãos de pólen e sua ornamentação (PCA – Fig. 46), revelou em seus dois primeiros eixos 86,91 % da variabilidade entre as espécies analisadas, sendo que os valores de largura do colpo e ornamentação foram os mais relacionados respectivamente com o eixo 1 e o eixo 2 (Tabela 5). As espécies do gênero *Seemannia* juntamente com *Gloxinia perennis* ficaram ordenadas no lado direito do primeiro eixo devido aos seus valores de diâmetros, largura do colpo e apocolpia, já os gêneros *Mandirola*, *Sphaerorrhiza* e *Gloxinia erinoides* apresentaram os menores valores para estas variáveis, o que ficou claro com o seu posicionamento através da ordenação.

Seemannia purpurascens aparece na PCA distante de *Seemannia sylvatica*, o que pode ser explicado pelos altos valores das camadas da exina (sexina, nexina e teto) desta última espécie. Vale ressaltar, também que apesar de *Gloxinia erinoides* possuir ornamentação reticulada, esta está localizada do lado esquerdo (negativo) do eixo 1, na ordenação, próxima às espécies microrreticuladas dos gêneros *Mandirola* e *Sphaerorrhizae*, que apresentam valores métricos similares para quase todas as variáveis analisadas.

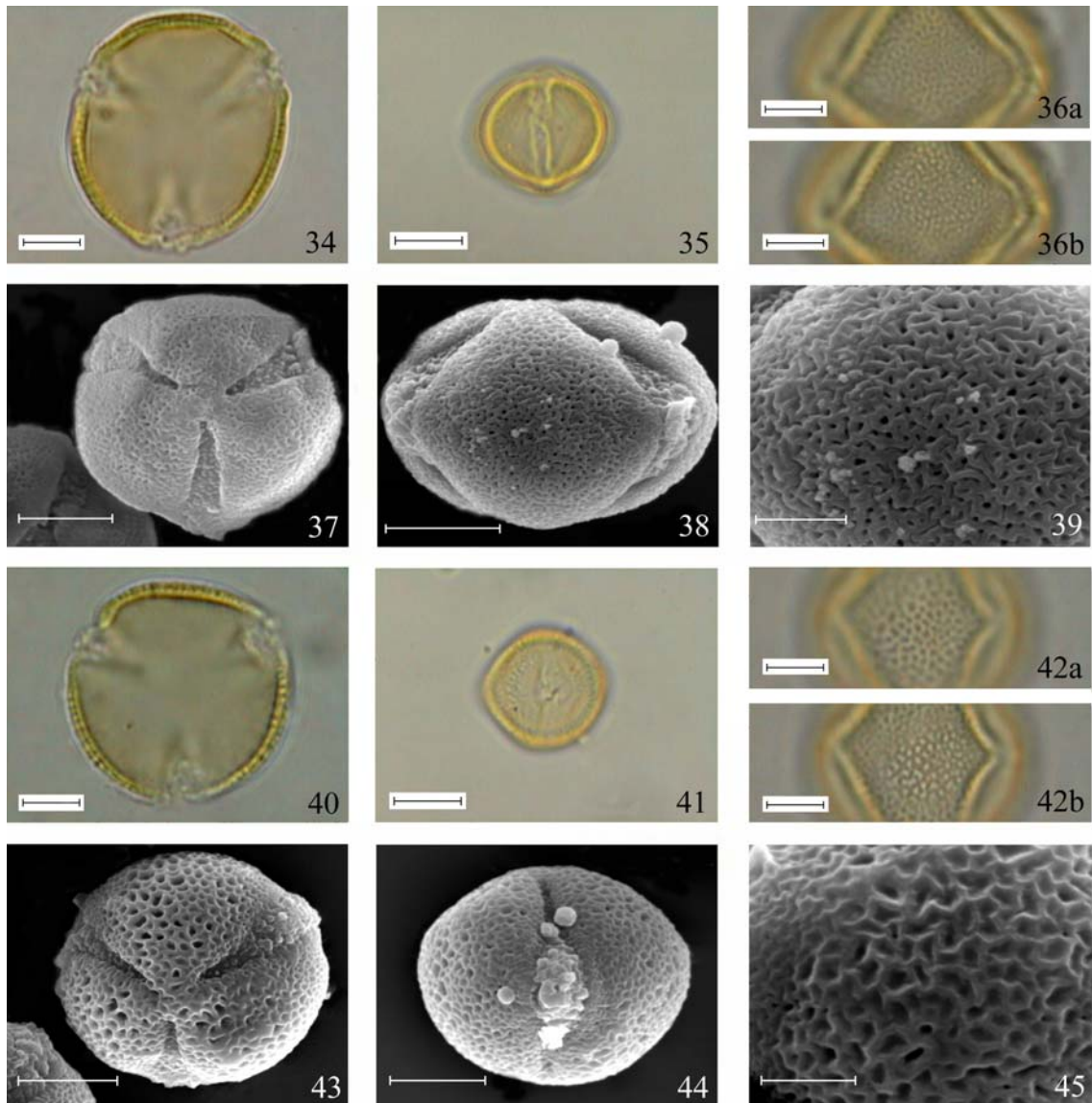
Observa-se, na tabela 6, que o espécime Mazine *et al.* 920, de *Mandirola hirsuta*, apresenta os valores do diâmetro polar em vista equatorial e do diâmetro equatorial em vista polar fora da faixa de variação do seu respectivo material padrão; já no espécime Araujo 700 de *Seemannia purpurascens* todos os valores dos diâmetros se encontram dentro do intervalo de confiança do

seu material padrão. Enquanto que, os valores de todos os diâmetros dos demais espécimes analisados (Araujo *et al.* 460, Araujo *et al.* 503 e Kuhlmann s.n., SP59059), correspondentes respectivamente às espécies *Mandirola petraea*, *M. rupicola* e *Seemannia sylvatica*, se encontram dentro do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão.

A forma dos grãos de pólen dos espécimes de comparação manteve-se constante quando comparadas com os materiais de comparação, exceto no espécime Araujo *et al.* 503 de *Mandirola rupicola* que apresentou forma prolato-esferoidal enquanto que seu material padrão possui forma subprolata.



Figuras 24–33. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Seemannia* Regel Figs 25–27. *Seemannia purpurascens*. Fig. 24. Vista polar. Fig. 25. Vista equatorial. Fig. 26. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 27–33. *S. sylvatica*. Fig. 27. Vista polar. Fig. 28. Vista equatorial. Fig. 29. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 30. Vista polar (MEV). Fig. 31. Vista equatorial (MEV). Fig. 32. Detalhe da ornamentação (MEV). Fig. 33. Detalhe da estrutura da parede, sob MET. (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Barras: Fig. 33, 750 nm; Fig. 32, 2 μm ; Figs 26, 29–31, 5 μm ; Figs 24–25, 27–28, 10 μm .



Figuras 34–45. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Sphaerorrhiza*. Figs 34–39. *Sphaerorrhiza burchellii*. Fig. 34. Vista polar. Fig. 35. Vista equatorial. Fig. 36. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 37. Vista polar (MEV). Fig. 38. Vista equatorial (mesocolpo – MEV). Fig. 39. Detalhe da ornamentação (MEV). Figs 40–45. *S. sarmentiana*. Fig. 40. Vista polar. Fig. 41. Vista equatorial. Fig. 42. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 43. Vista polar (MEV). Fig. 44. Vista equatorial (MEV). Fig. 45. Detalhe da ornamentação (MEV). Barras: 39, 45, 2 μm ; Figs 36–38, 42–44, 5 μm ; Figs 34–35, 40–41, 10 μm .

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies brasileiras das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Gesnerioideae – Gesneriaceae).

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	0,199	0,000
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	0,261	-0,283
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,211	0,047
CCOM (comprimento do colpo)	0,264	-0,342
CLAR (largura do colpo)	0,644	-0,221
ECOM (comprimento da endoabertura)	0,088	-0,163
ELAR (largura da endoabertura)	0,326	-0,040
APOC (apocolpia)	0,474	-0,577
EXIN (exina)	0,035	-0,193
SEXI (sexina)	0,062	-0,136
NEXI (nexina)	-0,015	-0,127
TETO (teto)	0,045	-0,068
ORN (ornamentação)	0,120	0,558

Tabela 6. Medida dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies brasileiras da tribo Gloxinieae (Gesnerioideae – Gesneriaceae), material de comparação. n = 10. VE = vista equatorial, VP = vista polar, [■] = valor dentro do I.C. do espécime padrão; [♦] = valor fora do I.C., mas dentro da faixa de variação do espécime padrão; [▲] = valor fora da faixa de variação.

Espécie/Coletor	Diâmetro Polar (VE)	Diâmetro Equatorial (VE)	Diâmetro Equatorial (VP)	P/E
<i>Mandirola hirsuta</i> Mazine <i>et al.</i> 920	21,68 [▲]	19,81 [♦]	20,38 [▲]	1,09
<i>Mandirola petraea</i> Araujo <i>et al.</i> 460	19,53 [♦]	18,88 [■]	19,16 [■]	1,03
<i>Mandirola rupicola</i> Araujo <i>et al.</i> 503	20,84 [■]	18,85 [♦]	18,70 [♦]	1,11
<i>Seemannia purpurascens</i> Araujo 700	27,74 [■]	21,58 [■]	22,01 [■]	1,29
<i>Seemannia sylvatica</i> Kuhlmann s.n., SP59059	24,82 [♦]	23,86 [♦]	23,92 [♦]	1,04

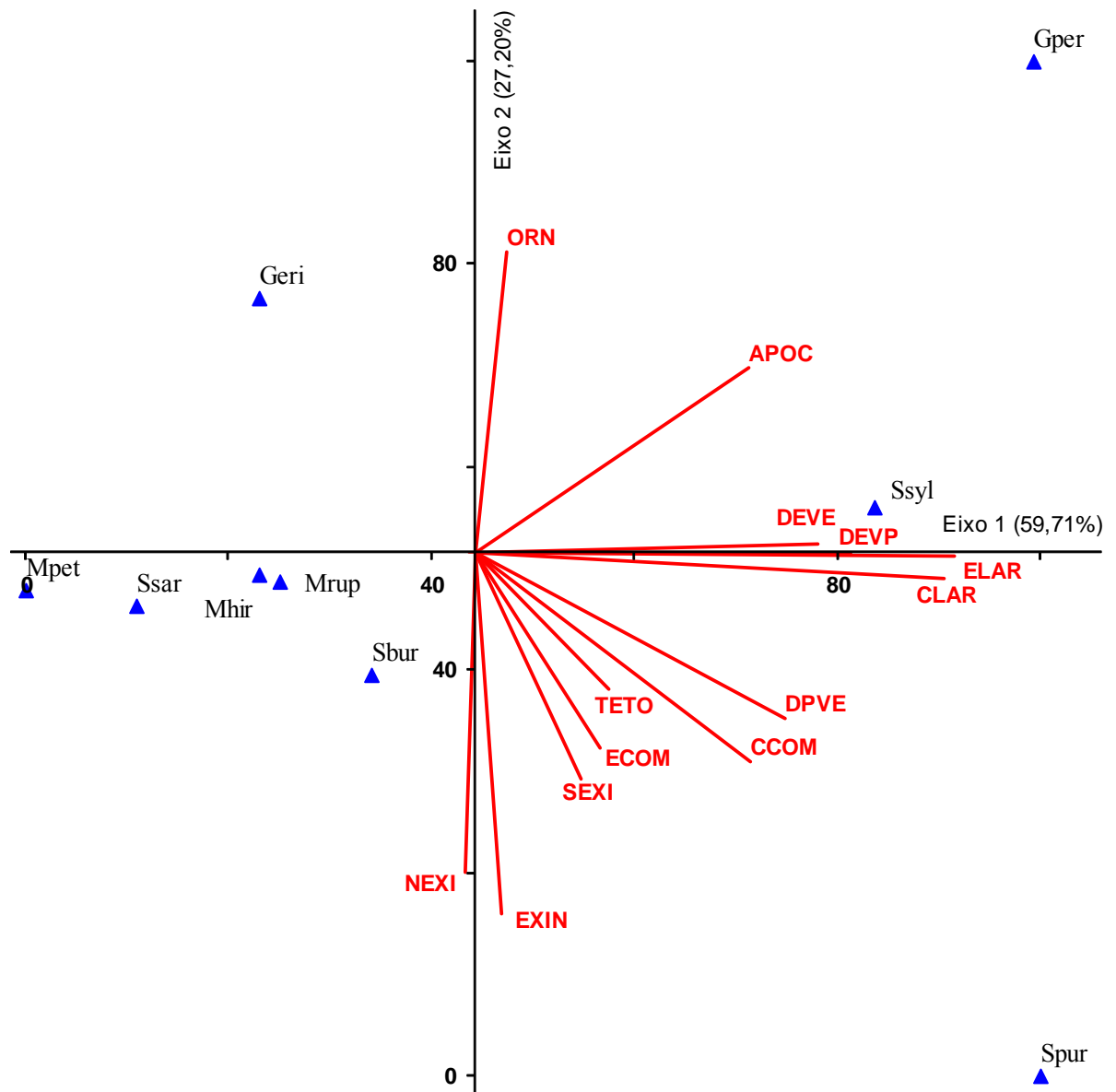


Figura 46. Ordenação, pela PCA, das espécies de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen (Tabela 5). (Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia purpurascens*, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*).

Analisando-se o intervalo de confiança à 95 % e o teste de Tukey das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies estudadas de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Figs 47–48) observa-se que:

- a. *Seemanian sylvatica* e *Seemanian purpurascens* separam-se das demais espécies pelos valores do diâmetro polar em vista equatorial, porém os grãos de pólen de *Seemanian purpurascens* são maiores que os de *Seemanian sylvatica* (Fig. 47 A).
- b. Quando se leva em consideração o diâmetro polar em vista equatorial, os grãos de pólen de *Mandirola petraea*, *Gloxinia erinoides*, *Mandirola hirsuta*, *Sphaerorrhiza burchellii*, *Sphaerorrhiza sarmentiana*, *Mandirola rupicola* e *Gloxinia perennis* formam um grupo contínuo com grãos de pólen menores, no qual é possível separar algumas espécies (Fig. 47 A).
- c. Os grãos de pólen de *Mandirola rupicola*, *M. hirsuta*, *M. petraea* e *Gloxinia erinoides*, não se separam entre si, mas separam-se das demais espécies por serem menores, quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial tanto em vista equatorial (Fig. 47 B), quanto em vista polar (Fig. 48).
- d. *Sphaerorrhiza sarmentiana*, *S. burchellii* e *Seemannian purpurascens* formam um grupo intermediário quanto às medidas do diâmetro equatorial em vista equatorial, porém os grãos de pólen destas espécies não se separam entre si pelo teste de Tukey (Fig. 47 B). Entretanto as medidas dentro do intervalo de confiança de *Sphaerorrhiza sarmentiana* e *Seemannian purpurascens* não se sobrepõe.
- e. Os grãos de pólen de *Seemannian sylvatica* e *Gloxinia perennis* separam-se das demais espécies por serem maiores quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial; mas os grãos de pólen de *Gloxinia perennis* são significativamente maiores que os de *Seemannian sylvatica* (Fig. 47 B).

f. *Sphaerorrhiza sarmentiana* e *Sphaerorrhiza burchelli* quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista polar, separam-se das demais espécies, entretanto não se separam entre si (Fig. 48).

g. Os grãos de pólen de *Seemannia purpurascens*, *Gloxinia perennis* e *Seemannia sylvatica* não se separam entre si, mas separam-se das demais espécies com base nos valores dos diâmetros equatoriais em vista polar por serem maiores (Fig. 48).

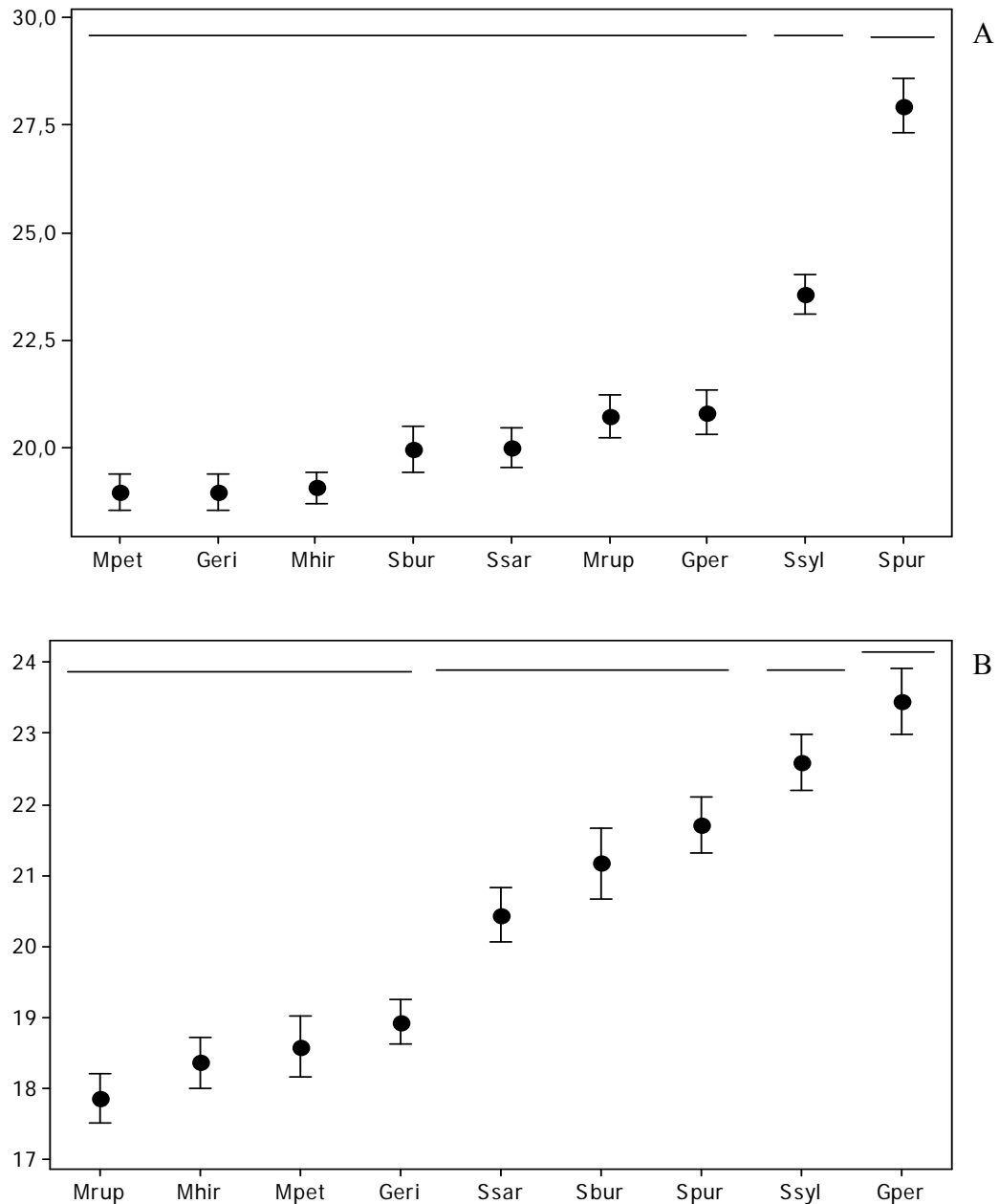


Figura 47. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies brasileiras de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia purpurascens*, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*. Os valores são dados em µm.

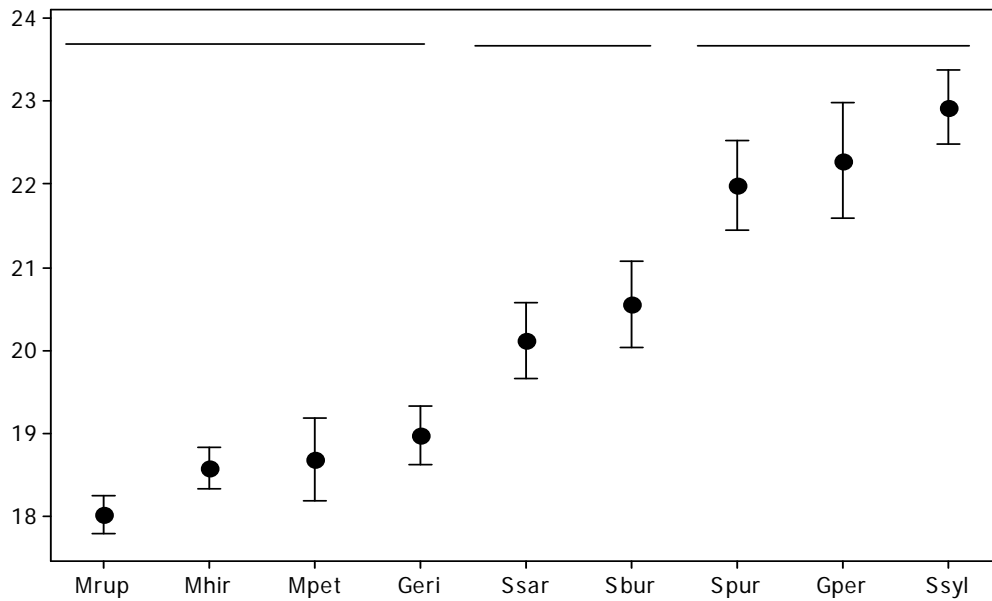


Figura 48. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de espécies brasileiras de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia purpurascens*, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*. Os valores são dados em μm .

Chave polínica para as espécies brasileiras de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae estudadas

1. Grãos de pólen reticulados; números de lumens $< 42/25 \mu\text{m}^2$
 2. Endoabertura lolongada; colpos estreitos, ca. $1,57 \mu\text{m}$ de largura, com margem;

exina $> 1,10 \mu\text{m}$ de espessura *Gloxinia erinoides*
 2. Endoabertura circular; colpos largos, ca. $2,83 \mu\text{m}$ de largura, sem margem;

exina $< 1,10 \mu\text{m}$ de espessura *Gloxinia perennis*
1. Grãos de pólen microrreticulados; números de lumens $> 45/25 \mu\text{m}^2$
 3. Grãos de pólen médios ($> 25 \mu\text{m}$); âmbito circular-lobado; colpos não

- constritos na região mediana; exina $> 1,40 \mu\text{m}$ de espessura *Seemannia purpurascens*
3. Grãos de pólen pequenos ($< 25 \mu\text{m}$); âmbito circular; colpos
constritos na região mediana; exina $< 1,40 \mu\text{m}$ de espessura
4. Grãos de pólen oblato-esferoidais; microrretículos com muros sinuosos
5. Colpos $> 15,50 \mu\text{m}$ de comprimento; endoabertura $> 3,00 \mu\text{m}$ de
comprimento; lumens ca. $47/25 \mu\text{m}^2$ *Sphaerorrhiza burchellii*
5. Colpos $< 15,50 \mu\text{m}$ de comprimento; endoabertura $< 3,00 \mu\text{m}$ de
comprimento; lumens ca. $66/25 \mu\text{m}^2$ *Sphaerorrhiza sarmentiana*
4. Grãos de pólen prolato-esferoidais a subprolato; microrretículos com muros retos
6. Colpos $< 15,00 \mu\text{m}$ de comprimento; índice de área
polar $< 0,16$ *Mandirola petraea*
6. Colpos $> 15,00 \mu\text{m}$ de comprimento; índice de área polar $> 0,18$
7. Endoabertura ca. $3,27 \mu\text{m}$ de comprimento; lumens
ca. $60/25 \mu\text{m}^2$ *Mandirola hirsuta*
7. Endoabertura $> 3,40 \mu\text{m}$ de comprimento; lumens $51-53/25 \mu\text{m}^2$
8. Índice de área polar ca. $0,21$; endoabertura ca. $3,47 \mu\text{m}$ de
comprimento; lumens $53/25 \mu\text{m}^2$ *Mandirola rupicola*
8. Índice de área polar ca. $0,25$; endoabertura ca. $3,62 \mu\text{m}$ de
comprimento; lumens $51/25 \mu\text{m}^2$ *Seemannia sylvatica*

DISCUSSÃO

Até o momento são escassos na literatura estudos sobre a palinologia das tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae. Somente nos trabalhos de Howard (1975), Williams (1978), Felice *et al.* (1981) e Xifreda, (1996) foram encontrados dados polínicos para algumas espécies de gêneros de Gloxinieae, enquanto que as espécies de Sphaerorrhizeae nunca haviam sido estudadas palinologicamente.

Os principais trabalhos polínicos envolvendo espécies da família Gesneriaceae foram realizados quase sempre com enfoque nas espécies paleotropicals da subfamília Cyrtandroideae (Erdtman, 1952; Luegmayr, 1993a, b; Zhi-Jian *et al.*, 1995, 1997; Schlag-Edler & Kiehn, 2001; Palee *et al.*, 2003).

As espécies tratadas neste estudo apresentaram, grãos de pólen de tamanho pequeno ou médio, isopolares, forma oblato-esferoidal, prolato-esferoidal ou subprolata, área polar muito pequena a pequena, 3-colporados, colpos longos, constritos ou não, endoaberturas lolongadas ou circulares e ornamentação microrreticulada a reticulada. Com base na variação da morfologia polínica e das medidas dos grãos de pólen foi possível a separação dos gêneros e das espécies estudadas.

Palee *et al.* (2003), com a finalidade de comparar os grãos de pólen das Cyrtandroideae da Tailândia e do Laos, seguiram com modificações os 10 tipos polínicos estabelecidos por Luegmayr (1993b) com base na exina, para as espécies da subfamília do Velho Mundo acrescentando àqueles cinco novos tipos. Considerando dessa forma, os 15 tipos de Palee *et al.* (2003), pode-se enquadrar as espécies de *Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola*, *Seemannia purpurascens*, *S. sylvatica*, *Sphaerorrhiza burchelli*, *S. sarmentiana* no tipo 11 (com ornamentação microrreticulada e lumens regulares com tamanhos mais ou menos iguais, tanto no apocolpo quanto no mesocolpo, sem elementos suprategmiais). Duas espécies *Gloxinia perennis*, *G.*

erinoides não puderam ser enquadradas em nenhum dos tipos criados pelos autores, pois *G. erinoides* e *G. perenis* apresentaram ornamentação reticulada com lumens heterobrocados no mesocolpo e homobrocados no apocolpo e sem elementos suprategmiais.

Segundo Wiehler (1976) *Gloxinia* possuiria 15 espécies. Entretanto, tal situação mudou consideravelmente com o restabelecimento proposto por Roalson *et al.* (2005b) e confirmado por Araújo (2007) de alguns gêneros antes imersos em *Gloxinia*, com base em análises filogenéticas. Assim o gênero *Gloxinia*, hoje, inclui apenas quatro espécies, *G. perennis*, *G. alterniflora* A.O. Araujo & Chautems, *G. erinoides* e *G. xanthophylla* (Poeppig) E.H. Roalson & J.K. Boggan; as duas últimas foram transferidas dos gêneros monoespecíficos *Koellikeria* Regel e *Anodiscus* Benth., respectivamente.

Os grãos de pólen de *Gloxinia perennis* foram estudados por Williams (1978) juntamente com outras espécies dos gêneros *Bellonia* L., *Kohleria* Regel, *Moussonia* Regel e *Sinningia* para caracterizar a tribo Gloxinieae. Ressalta-se que *Sinningia* foi tratado, pelo autor, dentro da tribo Gloxinieae. Williams (1978) mencionou a variabilidade polínica na tribo Gloxinieae quanto às aberturas, com grãos de polens 3-colpados a 3-colporados e quanto à forma prolata a prolato-esferoidal. Os grãos de pólen de *Gloxinia perennis* foram aqui descritos como 3-colporados, oblato-esferoidais. Williams (1978) observou, também, a diminuição dos retículos nas bordas do mesocolpo o que foi confirmado pelos dados do presente trabalho.

Felice *et al.* (1981) ao analisar os grãos de pólen 10 espécies de Gesneriaceae da Argentina, descreveram a morfologia polínica de *Gloxinia erinoides*, tratada pelos autores dentro do gênero *Koellikeria*, tanto sob microscopia óptica quanto sob microscopia eletrônica de varredura. Os grãos de pólen da espécie foram descritos, pelas autoras, como pequenos, subprolatos, tricolporoidados, com colpos longos e com margem e exina microrreticulada com 72 lumens por $60 \mu\text{m}^2$. Os grãos de pólen do espécime de *G. erinoides* aqui analisados são similares aos

descritos por Felice *et al.* (1981) embora difiram pela forma oblato-esferoidal, pela abertura 3-colporada e pelo número maior de lumens/ μm^2 (41 lumens/ $25 \mu\text{m}^2$).

Os resultados deste trabalho mostram que a forma da endoabertura, a largura dos colpos e a presença ou ausência de margens são características que podem ser usadas na separação de *Gloxinia erinoides* e *G. perennis*. Os grãos de pólen dessas duas espécies separam-se das demais aqui analisadas por apresentarem ornamentação reticulada, o que corrobora a inclusão delas em um mesmo gênero *Gloxinia*.

Segundo Araujo, (2007) *Mandirola* é um gênero endêmico dos cerrados e campos ruprestes brasileiros. Taxonomicamente, já foi considerado como gênero autônomo (Hanstein, 1864), como subgênero ou seção de *Achimenes* (Hanstein, 1865, Bentham, 1876, respectivamente), e como sinônimo de *Gloxinia* (Wiehler, 1983). Roalson *et al.*, (2005b) restabeleceram o gênero considerando-o mais proximamente relacionado com *Goyazia*. Seguindo este pensamento, com base tanto em dados morfológicos quanto moleculares, Araujo (2007) sinonimizou *Goyazia* com o gênero *Mandirola*, pois este último, na circunscrição aceita por Roalson *et al.*, (2005b) é polifilético, incluindo elementos de *Goyazia*.

Howard (1975) analisou a morfologia polínica, de *Mandirola villosa* (Gardner) A.O. Araujo & Chatems, sob o nome de *Goyazia villosa* (Gardner) R.A. Howard. O autor descreveu os grãos de pólen da espécie como prolatos a prolato-esferoidais, tricolpados, colpos longos, com membrana granulada e exina reticulada. No presente estudo, os grãos de pólen de *Mandirola hirsuta*, *M. petraea* e do espécime Araujo *et al.* 503 de *M. rupicola* apresentam forma prolato-esferoidal, enquanto no espécime Araujo *et al.* 545 de *M. rupicola* os grãos de pólen são subprolatos. Tal diferença na interpretação da forma talvez decorra de deformações sofridas pelos grãos de polens durante a montagem das lâminas. O tipo de abertura e a ornamentação da exina,

também, diferem dos dados apresentados por Howard (1975) tendo em vista que os grãos de pólen aqui estudados são tricolporados e microrreticulados.

Palinologicamente é importante ressaltar a proximidade de *Mandirola hirsuta*, *M. petraea* e *M. rupicola*, espécies facilmente reconhecíveis pelos microrretículos com muros reto, e pela forma prolato-esferoidal a subprolata o que confirma a estreita relação entre estes táxons. Só foi possível a separação das três espécies de *Mandirola* com base em caracteres quantitativos.

O gênero *Seemannia* distingue-se entre outras características, dos demais gêneros de Gloxinieae, pela prefloração do cálice aberta e da corola valvar e estigma clavado-bilobado (Araujo, 2007). *Seemannia* foi considerado sinônimo de *Gloxinia* por Wiehler (1976) baseado principalmente em dados de hibridização. Posteriormente, o gênero *Seemannia* foi restabelecido por Roalson *et al.* (2005b) e confirmado por Araujo (2007).

Xifreda (1996) estudou, sob microscopia eletrônica de varredura, duas espécies de *Seemannia*: *S. gymnostoma* (Griseb.) Toursark. e *S. nematanthodes* (Kuntze) Schum. sob o nome de *Gloxinia gymnostoma* Griseb. e *G. nematanthodes* (Kuntze) Wiehler. A autora encontrou grãos de pólen com ornamentação reticulado-perfurada com lumens angulares em *S. gymnostoma* ou circulares em *S. nematanthodes*. No presente estudo, os grãos de pólen de *S. purpurascens* observados sob ML e *S. sylvatica*, sob ML, MEV e MET, apresentaram grãos de pólen microrreticulados. Xifreda (1996) apesar de descrever a ornamentação como reticulado-perfurada, menciona lumens e muros variando respectivamente entre 0,4–1,0 μm e 0,4–0,8 μm em *G. gymnostoma* e 0,2–0,45 μm e 0,2–0,6 μm em *G. nematanthodes* o que, segundo Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), caracterizam ornamentação microrreticulada.

Quando comparados os resultados aqui obtidos para *Seemannia sylvatica* e aqueles de *Seemannia purpurascens* é possível a distinção dos grãos de pólen de *S. sylvatica* que são pequenos, com âmbito circular e colpos constritos dos de *S. purpurascens* onde o tamanho é

médio, o âmbito é circular-lobado e os colpos não são constrictos. Vale ressaltar, ainda, que pelas características polínicas, *Seemannia sylvatica* é muito relacionada com as espécies de *Mandirola*, sendo possível distinguir esses táxons somente por dados quantitativos dos grãos de pólen.

Através de dados moleculares e morfológicos, Roalson *et al.* (2005b) estabeleceram a tribo Sphaerorrhizeae e o gênero *Sphaerorrhiza* incluindo duas espécies, antes tratadas em *Gloxinia* e que na filogenia apresentada por Zimmer *et al.* (2002) estavam em fora do gênero e da tribo Gloxinieae. Zimmer *et al.* (2002) propuseram que o gênero fosse mais relacionado com o clado Sinningieae/Episceae, porém os resultados de Araujo (2007) mostram *Sphaerorrhiza* quase sempre como um grupo irmão do clado Gloxinieae + Gesnerieae. Os grãos de pólen de *S. burchelli* e *S. sarmentiana* aqui estudados são similares principalmente aos do gênero *Mandirola* diferenciando-se apenas por apresentarem muros dos microrretículos sinuosos. Segundo Araujo (2007) as espécies destes dois gêneros possuem uma área de distribuição muito parecida e a prefloração valvar do cálice e a presença de corola glabra são características que permitem diferenciar as espécies de *Sphaerorrhiza* das de *Mandirola*. Desta forma, dentre outros caracteres polínicos, o microrretículo com muros sinuosos, pode ser útil na distinção destes gêneros.

Na Fig. 49 observa-se a otimização dos caracteres de ornamentação dos grãos de pólen na filogenia de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (dados moleculares e morfológicos previamente analisados por Araujo, 2007). Verifica-se que, de maneira geral, a ornamentação da exina microrreticulada é uma característica presente em quase todas as espécies analisadas, sendo provavelmente uma plesiomorfia para o grupo. Além disso, microrretículos também são encontrados em representantes de outras tribos da subfamília Gesnerioideae, como por exemplo, em *Besleria* e *Napeanthus* (tribos Beslerieae e Napeantheae, Capítulo I), e em Sinningieae (Capítulo IV). Já a ornamentação reticulada (*Gloxinia perennis* e *G. erinoides*) pode ter surgido ao longo da diferenciação destes táxons. Embora este estudo polínico não tenha abrangido todas

as espécies dos gêneros *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* e *Sphaerorrhiza*, podemos supor que o retículo nos grãos de pólen das espécies de *Gloxinia* pode ser mais uma apomorfia para este grupo, suportando assim a inclusão de *G. erinoides*, antes tratada em *Koellikeria*, como sugerido por Roalson *et al.* (2005b).

Pode-se concluir com base nos resultados apresentados e na literatura examinada, que os grãos de pólen de *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* (tribo Gloxinieae) e *Sphaerorrhiza* (tribo Sphaerorrhizeae), aqui analisados, são palinologicamente distintos, apresentando caracteres que podem ser utilizados na delimitação taxonômica dos grupos em questão.

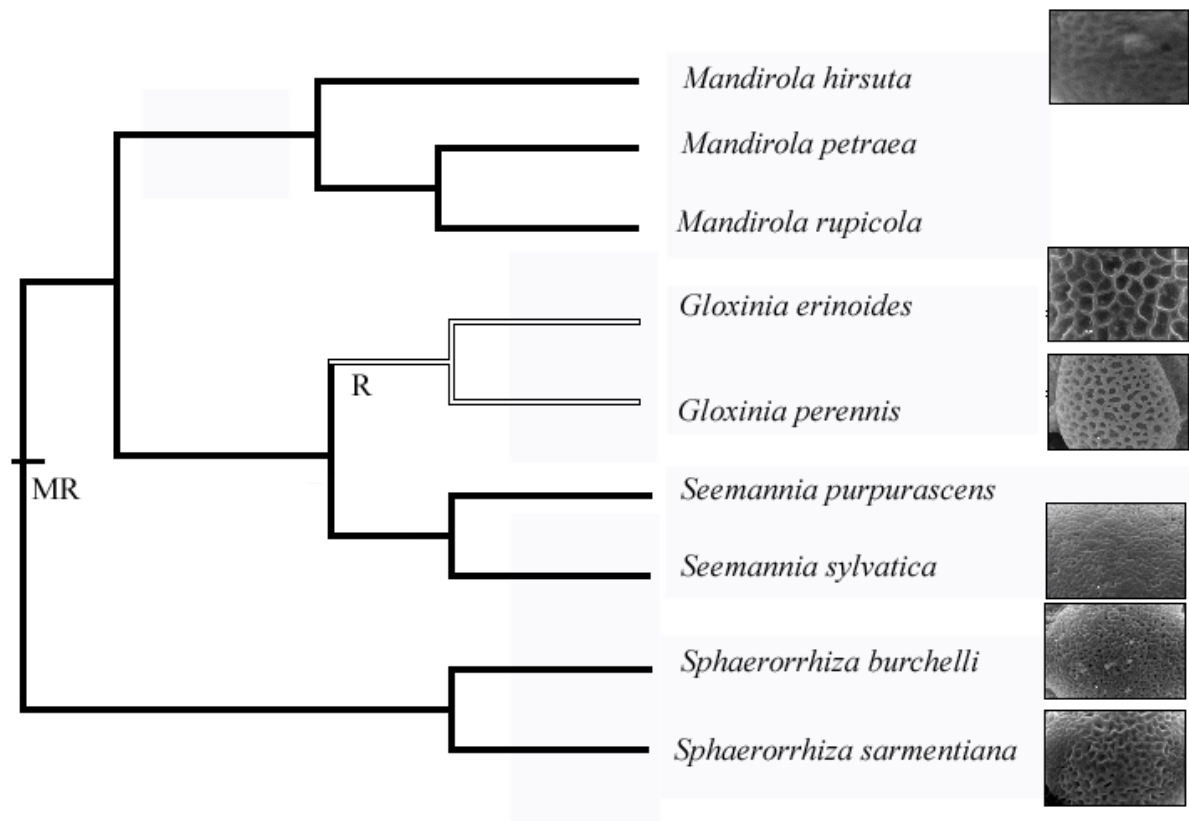


Figura 49. Otimização da ornamentação dos grãos de pólen das espécies de *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* e *Sphaerorrhiza*, nos resultados obtidos pelo consenso estrito de duas árvores mais parcimoniosas resultante da análise de máxima parcimônia de dados combinados (ITS + *nepGS* + *rpl16* + *trnL-F* + morfológicos) segundo Araujo (2007) com modificações. (MR = microrreticulada, R = reticulada).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Dra. Andréa Onofre Araujo, pela ajuda com a taxonomia do grupo, na escolha das espécies a serem estudadas no presente trabalho, assim como pelas coletas realizadas; ao Mauro Peixoto pela disponibilização de materiais cultivados de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae, e à Msc. Silvia Regina Galetti e ao mestrando Ricardo Lombardi pela ajuda na análise em microscopia eletrônica de transmissão na espécie *Seemannia sylvatica*.

REFERÊNCIAS

- Araujo AO. 2007.** Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L'Hér. sensu lato (Gesneriaceae). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- Barth OM, Melhem TS. 1988.** *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas.
- Bentham G. 1876.** Gesneriaceae. In: Bentham G, & Hooker WJ. eds. *Genera Plantarum*, Vol. 2. New York: Wheldow & Wesley, 990-1025.
- Boggan JK. 1991.** *A morphological study and cladistic analysis of Sinningia and associated genera with particular reference to Lembocarpus, Lietzia, Paliavana, and Vanhouttea (Gesneriaceae: Gloxinieae)*. MS. Thesis, Cornell University.
- Campos SM. 1962.** Pollen grains of plants of the “Cerrado” – IV. *Revista Brasileira da Biologia* 22: 307–315.
- Erdtman G. 1952.** *Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Erdtman G. 1960.** The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561–564.
- Faegri G, Iversen J. 1966.** *Textbook of modern pollen analysis*. 2nd ed. Copenhagen: Scandinavian University Books.
- Felice MAC, Sanchis AM, Villar LM. 1981.** Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”* 2: 77–89.
- Fritsch K. 1893.** Gesneriaceae. In: Engler A, & Prantl K. eds. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Vol. 4. Berlin: Ducker & Humblot, 133–144.

- Fritsch, K.** 1894. Gesneriaceae. In: Engler A, Prantl K, eds. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, Vol. 4. Berlin: Ducker & Humblot, 145–185.
- Fritze KJ, Williams NH.** 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* **75**: 168–191.
- Haddad A, Sesso A, Attias M, Farina M, Meirelles MN, Siveira M, Benchimol M, Soares MJ, Barth OM, Machado RD, Souto-Padrón T, Souza W.** 1998. *Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Microscopia.
- Hanstein I.** 1864. Gesneriaceae. In: Martius CFP, ed. *Flora brasiliensis* Vol. 8. Monachii: Frid Fleischer, 342–428.
- Hanstein I.** 1865. Die Gesneraceen des Königlichen Herbariums und der Gärten zu Berlin, nebst Uebersicht der Familie im Ganzen, II: Gattungen und Arten, 3: Die Eugesnereen, Rhytidophylleen und Beslerieen. *Linnaea* **34**: 225–446.
- Holmgren PK, Holmgren NH.** 2007. (onwards). *Index Herbariorum*. <http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> [acesso em 20 Dezembro 2007].
- Howard RA.** 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* **56**: 364–368.
- Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens PF.** 1999. *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland; Sinauer Associates.
- Kvist LP, Skog LE.** 1992. Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). *Smithsonian Contributions to Botany* **79**: 1–83.
- Luegmayer E.** 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. *Blumea* **38**: 25–38.

- Luegmayer E. 1993b.** Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrantandroideae). *Grana* **32**: 221–232.
- McCune B, Mefford MJ. 1999.** *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data.* Oregon: MjM Software Design.
- Melhem TS, Mauro C. 1973.** Pollen morphological studies in Gesneriaceae. *Hoehnea* **3**: 13–27.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Golçalves-Esteves VL. 2003.** Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo* **16**: 1–104.
- Möller M, Cronk QCB. 2001.** Evolution of morphological novelty: a phylogenetic analysis of growth patterns in *Streptocarpus* (Gesneriaceae). *Evolution* **55**: 918–929.
- Nowicke JW. 1974.** Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. *Brittonia* **26**: 37–41.
- Palee P, Sampson FB, Anusarnsunthorn V. 2003.** Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. *The Natural History Bulletin of Siam Society* **51**: 225–240.
- Perret M, Chautems A, Spichiger R, Kite G, Savolainen V. 2003.** Systematic and evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear *ncpGS*. *American Journal of Botany* **90**: 445–460.
- Punt W., Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 2007.** Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* **143**: 1–81.
- Roalson EH, Skog LE, Zimmer EA. 2003.** Phylogenetic relationships and the diversification of floral form in *Achimenes* (Gesneriaceae). *Systematic Botany* **28**: 593–608.
- Roalson EH, Boggan JK, Skog LE, Zimmer EA. 2005a.** Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). I. Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast, and morphological cladistic datasets. *Taxon* **54**: 389–410.

- Roalson EH, Boggan JK, Skog LE. 2005b.** Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of new tribe in the Gesnerioideae Sphaerorrhizeae. *Selbyana* **25**: 225–238.
- Roubik DW, Moreno P JE. 1991.** Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monograph in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden* **36**: 1–268.
- Sabatini DD, Bensch K, Barnett RJ. 1963.** Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *Journal of Cellular Biology* **17**: 19–58.
- Salgado-Labouriau ML. 1973.** *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.
- Salgado-Labouriau ML, Vanzolini PE, Melhem TS. 1965.** Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. *Grana Palynologica* **6**: 98–105.
- Schlag-Edler B, Kiehn M. 2001.** Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. *Grana* **40**: 192–196.
- Shepherd GJ. 1996.** *Fitopac 1: manual do usuário*. Campinas: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Skog LE. 1976.** A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Smithsonian Contributions to Botany* **29**: 1–182.
- Smith JF. 1996.** Tribal relationships within Gesneriaceae: a cladistic analysis of morphological data. *Systematic Botany* **21**: 497–513.
- Smith JF, Atkinson S. 1998.** Phylogenetic analysis of the tribes Gloxinieae and Gesnerieae (Gesneriaceae): data from *ndhF* sequences. *Selbyana* **19**: 122–131.

- Smith JF, Wolfram JC, Brown KD, Carrol CL, Denton DS. 1997.** Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* **84**: 50–66.
- Vieira S. 1981.** *Introdução à Bioestatística*. Rio de Janeiro: Campus.
- Weber A. 2004.** Research on Gesneriaceae in Austria – Part IV: recent and present work. *Gloxinian* **54**: 44–53.
- Wiehler H. 1976.** A report on the classification of *Achimenes*, *Eucodonia*, *Gloxinia*, *Goyazia* and *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Selbyana* **1**: 374–404.
- Wiehler H. 1983.** A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* **6**: 1–219.
- Williams NH. 1978.** Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* **2**: 310–322.
- Xifreda CC. 1996.** Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana* **34**: 383–388.
- Zhi-Jian Y, Zhen-Yu L, Fu-Hsiung W. 1995.** Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. *Cathaya* **7**: 99–104.
- Zhi-Jian Y, Zhen-Yu L, Fu-Hsiung W. 1997.** Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. *Harvard Papers of Botany* **10**: 113–120.
- Zar JH. 1996.** *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Zimmer EA, Roalson EH, Skog LE, Boggan JK, Idnurm A. 2002.** Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. *American Journal of Botany* **89**: 296–311.

APÊNDICE

Material examinado, descritos em ordem alfabética de gêneros e espécies (* = material examinado como material padrão)

Gêneros	Espécies	Herbário e Coletores	Localidade (no Brasil)
<i>Gloxinia</i>	<i>G. erinoides</i>	ESA: Souza <i>et al.</i> 29686 *	GO, Goiânia
	<i>G. perennis</i>	ESA: SP: Kuhlmann s.n. SP59059*	RJ, Paraíba do Sul
<i>Mandirola</i>	<i>M. hirsuta</i>	ESA: Mazine <i>et al.</i> 920	GO, Corumbá de Goiás
	<i>M. hirsuta</i>	SP: Barros 2173 *	GO, Paraúna
	<i>M. petraea</i>	ESA: Araujo 457 *	MT, Cuiabá
	<i>M. petraea</i>	ESA: Araujo <i>et al.</i> 460	MT, Chapada dos Guimarães
	<i>M. rupicola</i>	ESA: Araujo <i>et al.</i> 503	GO, Pirenópolis
	<i>M. rupicola</i>	ESA: Araujo <i>et al.</i> 545 *	TO, Darcinópolis
<i>Seemannia</i>	<i>S. purpurascens</i>	ESA: Araujo 467 *	PA, Belém
	<i>S. purpurascens</i>	ESA: Araujo 700	MT, Cáceres
	<i>S. sylvatica</i>	ESA: Souza <i>et al.</i> 26817 *	MS, Bela Vista
	<i>S. sylvatica</i>	SP: Kuhlmann s.n.	SP, Descalvado
<i>Sphaerorrhiza</i>	<i>S. burchellii</i>	ESA: Silva <i>et al.</i> 7302 *	DF, Brasília
	<i>S. sarmentiana</i>	SP: Barros 2192 *	GO, Paraúna

**Palinotaxonomia de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrader
(Gesneriaceae - Episcieae) ocorrentes no Estado de São Paulo**

Eduardo Custódio Gasparino, Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros e Alain Chautems

E.C. Gasparino (ebotanic@hotmail.com), Instituto de Botânica, C.P. 3005, 01061-970, São Paulo, Brasil - M.A.V. Cruz-Barros, Instituto de Botânica, C.P. 3005, 01061-970, São Paulo, Brasil – A.P. Chautems, Conservatoire et Jardin Botaniques de La Ville de Genève, C.P. 60, CH-1292, Chambésy, Genève, Suisse.

Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Nordic Journal of Botany

This paper presents a study of pollen grains of 24 Gesneriaceae species (genera *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader) occurring in São Paulo state. This study aimed to contribute for evaluating taxonomic position of genera. The pollen grains were acetolyzed, measured, described and photographed under light microscope, in some cases, also scanning and transmission electron microscope. The pollen grains are 3-colpate or 3-colporate, semitectate, reticulate, simplicolumellate murus, sometimes with microrreticulum and perforations, or duplicolumellate murus in ring-shaped around of lumina. Based on analysis of the morphology and measurements of pollen grains we verified a close relationship among the genera, but can nevertheless discriminate their species.

É apresentado um estudo dos grãos de pólen de 24 espécies da família Gesneriaceae (gêneros *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrader) ocorrentes no Estado de São Paulo. O trabalho teve como objetivo contribuir para um melhor posicionamento taxonômico dos gêneros. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotografados sob microscopia óptica e, também, em alguns casos sob microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. A morfologia polínica mostrou grãos de pólen 3-colpados ou 3-colporados, exina semitectada, reticulada com muros simplescolumelados, às vezes com microrretículos e perfurações ou muros duplicolumelados em forma de anel ao redor dos lumens. Com base nos dados polínicos quantitativos e qualitativos verificou-se que apesar da grande afinidade entre os gêneros, podem-se distinguir as espécies do gênero *Codonanthe* das do gênero *Nematanthus*.

Episcieae, a maior e mais diversificada das seis tribos de Gesnerioideae, com cerca de 22 gêneros e 800 espécies, é caracterizada pela presença de sépalas conadas na base tubulares e pelo cálice urceolado ou em forma de funil (Wiehler 1983, Clark et al. 2006). Dados moleculares evidenciam que a tribo representa um grupo heterogêneo dentro das Gesneriaceae (Smith e Carroll 1997, Smith 2000a, b, Zimmer et al. 2002, Weber 2004).

Segundo Clark et al. (2006), a tribo Episcieae não possui os limites genéricos bem definidos, devido principalmente ao uso, muitas vezes simplista, de características das flores e frutos na delimitação dos táxons.

O gênero *Nematanthus* Schrader com 31 espécies é distribuído na Mata Atlântica ao longo da costa brasileira (Chautems 1988, Chautems et al. 2005). O gênero é constituído por subarbustos epifíticos ou rupícolas, com frutos em cápsulas loculicidas carnosas, e com número de cromossomos $n = 8$ (Chautems e Matsuoka 2003). A presença de flores ressupinadas ou não ressupinadas no gênero foi um caráter utilizado por Moore (1973a) e Chautems (1988) para diferenciar grupos de espécies em *Nematanthus*.

Chautems (1988) ao realizar a revisão do gênero descreveu 26 espécies as quais separou nos seguintes grupos: flores ressupinadas, flores não ressupinadas e flores pendentes ressupinadas. Weber (2004) menciona, também quatro tipos de flores para o gênero, flores hipocirtóides não ressupinadas, flores hipocirtóides ressupinadas, flores pendentes ressupinadas e flores brancas com corola em forma de funil. Clark et al. (2006), no entanto, seguiu a classificação de Chautems (1988) e propôs ainda um quarto grupo, abrangendo as espécies com flores campanuladas brancas não ressupinadas.

Codonanthe (Mart.) Hanst. possui 18 espécies, com hábito epifítico ou rupícola, corola tubulosa-campanulada a levemente ventricosa, e como em *Nematanthus*, número de

cromossomos $n = 8$ (Moore 1973b, Wiehler e Chautems 1990, Chautems e Matsuoka 2003, Weber 2004). As espécies de *Codonanthe* apresentam nectários extraflorais na face abaxial da folha das espécies amazônicas e da América Central e, segundo Prance (1973), as formigas podem assumir papel importante na sua dispersão. Fritsch (1894) utilizou as características das anteras coniventes unidas aos pares formando um quadrado ou retângulo e poricidas, para separar *Codonanthe* dos outros gêneros da subtribo Codonanthinae.

Atualmente, com base no tipo de fruto, o gênero é dividido em dois subgêneros, *Codonanthella* (com cápsula carnosa, como em *Nematanthus*, distribuído na América Central e Caribe) e *Codonanthe* (com fruto em baga, ocorrendo na bacia Amazônica e no território brasileiro). As espécies do subgênero *Codonanthe* por sua vez, são divididas em duas seções: *Spathuliformae* que ocorre no leste e norte do Brasil, no Equador e América Central e, *Codonanthe* com espécies endêmicas da Mata Atlântica e simpátricas com as do gênero *Nematanthus* (Chautems 1988, Wiehler e Chautems 1990).

Com base principalmente em dados filogenéticos e moleculares, Smith et al. (1997), Smith (2000a, b), Zimmer et al. (2002), Clark et al. (2006) e Chautems (dados não publicados) evidenciaram a monofilia para o clado formado por *Nematanthus/Codonanthe/Codonanthopsis*. Entretanto, dados tanto moleculares quanto morfológicos, mostram que os gêneros *Nematanthus* e *Codonanthe*, em sua abrangência atual, não são monofiléticos (Clark et al. 2006). No entanto, a única sinapomorfia não molecular que une estes táxons é o número de cromossomos: $n = 8$ com reversão para $n = 9$ em *Codonanthopsis* (Clark et al. 2006).

São escassos os trabalhos sobre a morfologia polínica de espécies de Gesneriaceae, e apesar dos grãos de pólen de alguns gêneros da família já terem sido estudados, somente os trabalhos de Campos (1962), Melhem e Mauro (1973), e Melhem et al. (2003) descrevem os grão de pólen de espécies brasileiras dos gêneros *Besleria*, *Sinningia* e *Nematanthus*. Segundo Melhem e Mauro

(1973) os caracteres morfológicos dos grãos de pólen de Gesneriaceae permitem a diferenciação de gêneros, e até mesmo de espécies.

O objetivo deste estudo foi caracterizar os grãos de pólen das espécies de *Nematanthus* e *Codonanthe* ocorrentes no Estado de São Paulo, visando reconhecer características qualitativas e quantitativas que possam auxiliar na taxonomia dos gêneros estudados.

Material e métodos

Os materiais estudados são provenientes de coletas depositadas nos herbários UEC, SP e SPF (Holmgren e Holmgren 2007). Um espécime de cada espécie foi tomado como material padrão (assinalado com asterisco, Tabela 1), no qual foram efetuadas todas as medidas e observações necessárias para a caracterização dos grãos de pólen. Os demais espécimes foram utilizados como materiais de comparação. Foi utilizado material coletado não só no Estado de São Paulo, como em outros estados, quando se tratava do único espécime com botões florais disponíveis. A espécie *Nematanthus teixeiranus* (Handro) Chautems não teve os seus grãos de pólen estudados pela escassez de material herborizado e pela dificuldade de coletas com flores.

Para a análise em microscopia de luz os materiais polínicos foram preparados pelo método de acetólise de Erdtman (1960), acrescido das modificações citadas em Melhem et al. (2003) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau et al. 1965). No material padrão, foram feitas 25 medidas dos diâmetros dos grãos de pólen, tomados ao acaso, e calculadas a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança (IC) a 95%, no material padrão. Para as medidas dos demais caracteres, como aberturas, lumens, muros, lado do apocolpo e camadas da exina,

bem como para os diâmetros dos materiais de comparação, foram calculadas, somente, as médias aritméticas de 10 medidas.

Foram feitas comparações das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen mediante análise de variância seguida do teste de Tukey, considerando-se a diferença mínima significativa ao nível de 5% (Vieira 1981, Zar 1996).

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada a fim de verificar se as medidas tomadas nos grãos de pólen a partir do material padrão, assim como suas características de ornamentação, permitiam ordenar as espécies entre si. Esta análise foi realizada inicialmente com a utilização do programa Fitopac (Shepherd 1996), para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural $[\log(x + 1)]$, e posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância.

Para a análise dos grãos de pólen em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram utilizados grãos de pólen não acetolisados seguindo o proposto em Melhem et al. (2003). Já a técnica de preparação dos grãos de pólen para microscopia eletrônica de transmissão seguiu Sabatini et al. (1963) e Haddad et al. (1998).

As fotomicrografias digitais em microscopia de luz (ML) foram realizadas utilizando-se uma câmara de vídeo Sony, acoplada a um fotomicroscópio Olympus modelo BX50. As imagens foram enviadas para um microcomputador (PC) e tratadas pelo software Image Pro-plus, versão 3.0 para Windows. Já para a análise de MEV e MET foram utilizados, respectivamente, um microscópio eletrônico PHILIPS XL Serie XL 20, S/W, ver. 5.21, e um microscópio eletrônico PHILIPS EM 208.

As descrições dos grãos de pólen e os termos polínicos utilizados seguem Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007), enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguem Faegri e Iversen (1966).

Tabela 1. Espécimes de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrader ocorrentes no Estado de São Paulo utilizados no estudo polínico.

Táxon	Localidade	Coletores	Herbário
<i>Codonanthe carnososa</i>	RJ, Guanabara	A. P. Duarte 5297	UEC
<i>C. carnososa</i>	SP, Salesópolis	P. Fiaschi et al. 737	SP*
<i>C. carnososa</i>	RJ, Rio de Janeiro	F. C. Hoehne 184	SP
<i>C. carnososa</i>	SP, Ubatuba	M. Kuhlmann 3828	SP
<i>C. cordifolia</i>	SP, Cunha	A. Chautems e M. Peixoto 392	SP*
<i>C. devosiana</i>	PR, Paranaguá	R. M. Britez 24885	UEC
<i>C. devosiana</i>	SP, Cananéia	A. Chautems e M. M. R. F. Melo 135	SP
<i>C. devosiana</i>	RJ, Guapimirim	C. B. Costa et al. 515	SP*
<i>C. devosiana</i>	SP, São Sebastião	O. Handro 1103	SP
<i>C. devosiana</i>	SP, Ubatuba	M. Kirizawa e E. A. Lopes 1881	SP
<i>C. devosiana</i>	SP, Ubatuba	M. Kirizawa e D. M. Vital 1886	SP
<i>C. devosiana</i>	SP, Iporanga	M. Kirizawa et al. 2649	SP
<i>C. devosiana</i>	SP, Caraguatatuba	M. Kuhlmann 3837	SP
<i>C. gracilis</i>	SP, Salesópolis	I. Cordeiro et al. 507	SP*
<i>C. gracilis</i>	SP, Biritiba Mirim	A. Custodio Filho 2512	SP
<i>C. gracilis</i>	SP, São Sebastião	J. Gahi 33	SP
<i>C. gracilis</i>	SP, Pariquera Açu	H. F. Leitão Filho et al. 32831	UEC
<i>C. gracilis</i>	SP, Salesópolis	J. Mattos 13476	SP
<i>C. gracilis</i>	SP, Sete Barras	M. Sakane 544	SP
<i>C. gracilis</i>	SP, Ubatuba	M. Sazima 18670	UEC
<i>C. gracilis</i>	SP, Biritiba Mirim	M. Sugiyama e A. Custodio Filho 295	SP
<i>C. venosa</i>	SP, Tobatingua	A. Chautems 412	SP
<i>Nematanthus bradei</i>	SP, São Paulo	F. C. Hoehne s.n. (SP4685)	SP*
<i>N. brasiliensis</i>	SP, Ubatuba	E. Edna s.n. (SP67682)	SPF
<i>N. brasiliensis</i>	RJ, Parati	M. Kirizawa e E. Ieda 1891	SP*
<i>N. brasiliensis</i>	SP, São José do Barreiro	L. Rossi e E. L. M. Catharino 1590	SPF
<i>N. brasiliensis</i>	SP, Ubatuba	M. Sazima 1897	UEC
<i>N. crassifolius</i>	SP, São José do Barreiro	L. Freitas 731	UEC
<i>N. crassifolius</i>	RJ, Itatiaia	O. Handro 937	SP
<i>N. crassifolius</i>	RJ, Itatiaia	R. Simão Bianchini e S. Bianchini 543	SP*
<i>N. fissus</i>	SP, Ubatuba	A. Furlan et al. 1484	UEC
<i>N. fissus</i>	RJ, Angra dos Reis	P. C. Gardolinski et al. 29900	UEC
<i>N. fissus</i>	SP, Miracatu	O. Handro 975	SP*
<i>N. fissus</i>	SP, Bertioga	M. Kirizawa 1233	SP
<i>N. fissus</i>	SP, Cananéia	J. Mattos 9171	SP

cont..

Táxon	Localidade	Coletores	Herbário
<i>N. fissus</i>	SP, São Sebastião	J. R. Pirani e O. Yano 757	SP
<i>N. fluminensis</i>	SP, Ubatuba	R. Goldenberg e I. G. Varassin 88	UEC
<i>N. fluminensis</i>	RJ, Parati	M. Kuhlmann 4025	SP
<i>N. fluminensis</i>	SP, Ubatuba	M. Kuhlmann 4616	SP*
<i>N. fluminensis</i>	SP, Ubatuba	F. R. Martins 2563	UEC
<i>N. fluminensis</i>	SP, Ubatuba	M. D. Moraes 105	UEC
<i>N. fornix</i>	SP, Campos do Jordão	S. Buzato e M. Sazima 26854	UEC
<i>N. fornix</i>	SP, Campos do Jordão	T. Konno et al. 734	SP
<i>N. fornix</i>	SP, Pindamonhangaba	M. Kuhlmann 2904	SP
<i>N. fornix</i>	SP, Campos do Jordão	A. S. Pires s.n. (SP59890)	SP*
<i>N. fornix</i>	SP, São José do Barreiro	L. Freitas e A. L. Ravetta 452	UEC
<i>N. fritschii</i>	SP, Salesópolis	A. Chautems et al 50	SP
<i>N. fritschii</i>	SP, Biritiba Mirim	S. J. Gomes da Silva e E. P. Piacentin 234	SP
<i>N. fritschii</i>	SP, Biritiba Mirim	T. P. Guerra e A. Custodio Filho 60	SP
<i>N. fritschii</i>	SP, Biritiba Uçu	J. R. Pirani e O. Yano 738	SP
<i>N. fritschii</i>	SP, Cananéia	S. Romaniuc Neto 92	SP*
<i>N. fritschii</i>	SP, Caraguatatuba	M. Sazima et al. 31792	UEC
<i>N. gregarius</i>	SP, Itatins	S. Buzato e M. Sazima 26873	UEC
<i>N. gregarius</i>	SP, Biritiba Mirim	A. Custodio Filho 1532	SP
<i>N. gregarius</i>	SP, Biritiba Mirim	A. Custodio Filho 1544	SP
<i>N. gregarius</i>	SP, Biritiba Mirim	A. Custodio Filho e M. Sugiyama 1366	SP
<i>N. gregarius</i>	SP, Bertioga	M. Kirizawa et al. 2778	SP*
<i>N. gregarius</i>	SP, Miracatu	P. Martuscelli 74	SP
<i>N. jolyanus</i>	SP, Cananéia	A. Chautems e M. M. R. F. Melo 139	SP*
<i>N. jolyanus</i>	SP, Cananéia	M. G. L. Wanderley e C. F. S. Muniz 752	SP
<i>N. jolyanus</i>	SP, Cananéia	S. Romaniuc Neto e M. Kirizawa 198	SP
<i>N. jolyanus</i>	SP, São Miguel Arcanjo	S. Sugiyama e M. Kirizawa 1024	SP
<i>N. xkuhlmannii</i>	SP, Mogi das Cruzes	A. Chautems e M. Peixoto 40	SP*
<i>N. maculatus</i>	SP, Mongaguá	A. Chautems e M. Peixoto 73	SP*
<i>N. xmattoianus</i>	SP, Bertioga	F. F. A. Aguiar s.n. (SP378943)	SP*
<i>N. monanthos</i>	SP, Cunha	M. Peixoto 430	SP*
<i>N. sericeus</i>	SP, São Paulo	S. Buzato e M. Sazima 27994	UEC*
<i>N. striatus</i>	SP, Cananéia	O. Handro 934	SP*
<i>N. striatus</i>	SP, Capão Bonito	S. J. G. Silva et al. 331	SP
<i>N. strigillosus</i>	SP, Atibaia	O. Handro 323	SP
<i>N. strigillosus</i>	MG, Chapada das Perdizes	E. Heringer s.n. (SP41694)	SP
<i>N. strigillosus</i>	MG, Santana do Riacho	T. Konno e A. P. Prata 698	SP*
<i>N. strigillosus</i>	MG, Caeté	O. Yano et al. 21974	SP
<i>N. tessmannii</i>	SP, Eldorado	A. Chautems e M. Peixoto 415	SP
<i>N. tessmannii</i>	SP, Iporanga	A. Chautems e M. Peixoto 418	SP*
<i>N. tessmannii</i>	SP, Iporanga	F. N. Costa et al. 349	SPF
<i>N. villosus</i>	SP, Juquitiba	A. Chautems et al. 33	SP*
<i>N. villosus</i>	SP, Miracatu	P. Martuscelli 63	SP
<i>N. villosus</i>	SP, Mogi das Cruzes	P. L. Tomasulo et al. 108	SP
<i>N. wettsteinnii</i>	SP, Cananéia	F. Barros et al. 1891	SP
<i>N. wettsteinnii</i>	PR, Curitiba	R. Hertel s.n. (SP54406)	SP*
<i>N. wettsteinnii</i>	SP, Ribeirão Grande	M. Kirizawa et al. 2660	SP
<i>N. wettsteinnii</i>	SP, Tapiraí	R. Mello-Silva et al. 890	SPF

Resultados

Codonanthe (Mart.) Hanst.

Espécies estudadas: *C. carnososa* (Gardner) Hanst. (Fig. 1A–J), *C. cordifolia* Chautems (Fig. 1K–N), *C. devosiana* Lem. (Fig. 2A–H), *C. gracilis* (Mart.) Hanst. (Fig. 3A–G), *C. venosa* Chautems (Fig. 3H–K)

Grãos de pólen médios; isopolares; oblato-esferoidais, prolato-esferoidais a subprolatos; âmbito circular a subtriangular; área polar pequena a muito pequena; 3-colporados, colpos longos, largos, com margem, constrictos ou não, endoaberturas lalongadas a lolongadas, constrictas ou não na região mediana, de difícil visualização, membrana apertural granulada. Exina semitectada, reticulada, heterobrocada, com lumens ligeiramente menores no apocolpo e próximo a região apertural, muros retos a sinuosos, estreitos a largos, lisos, simplescolumelados. Sexina mais espessa ou com espessura igual a da nexina.

Os grãos de pólen estudados são médios em todas as espécies estudadas (Tabelas 1–2) apresentando uniformidade quanto ao tamanho. Os maiores grãos de pólen foram observados em *C. gracilis* com 36,52 μm (Fig. 3A–B, Tabela 2), e os menores grãos de pólen em *C. cordifolia* com 26,56 μm (Tabela 2).

Quanto à forma, predominam os grãos de pólen oblato-esferoidais, seguidos dos prolato-esferoidais (*C. cordifolia*, *C. gracilis*, Fig. 1L, 3B), enquanto que o espécime M. Kirizawa e E. A. Lopes 1881 de *C. devosiana* é o único na classe dos grãos de pólen subprolatos. O âmbito variou entre circular a subtriangular (*C. carnososa*, Fig. 1A).

Apesar dos colpos serem longos e largos em todas as espécies, apresentam diferenças nas dimensões sendo mais longos os de *Codonanthe gracilis* (Tabela 3), e os mais curtos, entre eles,

os de *C. devosiana*; quanto à largura, os mais largos são os de *C. carnosa*, e os menos largos os de *C. cordifolia*.

Os colpos são constrictos (*C. carnosa*, *C. cordifolia* e *C. gracilis*, Figs 1B, L, 3B) ou não (*C. devosiana* e *C. venosa*, Figs 2B, 3I); com margem; endoaberturas lalongadas, em forma de borboleta (*C. carnosa*, *C. gracilis*, Figs 1B, 3B), lolongadas (*C. cordifolia* e *C. devosiana*, Fig. 2B) ou de difícil visualização em *C. cordifolia* e *C. venosa* (Figs 1L, 3I); membrana apertural granulada persistente, mesmo sob ML.

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe*. M = Médio, P/E = relação entre o eixo polar e eixo equatorial, IAP = índice de área polar.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Cólpores	IAP
<i>Codonanthe carnosa</i>	M	0,90	Oblato-esferoidal	3	0,28
<i>Codonanthe cordifolia</i>	M	1,04	Prolato-esferoidal	3	0,24
<i>Codonanthe devosiana</i>	M	0,94	Oblato-esferoidal	3	0,19
<i>Codonanthe gracilis</i>	M	1,13	Prolato-esferoidal	3	0,22
<i>Codonanthe venosa</i>	M	0,94	Oblato-esferoidal	3	0,16

Tabela 2. Medidas dos diâmetros polar e equatorial dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (n = 25). VE = vista equatorial, VP = vista polar, x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	x \pm s _x (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
Diâmetro Polar (VE)					
<i>Codonanthe carnososa</i>	25,82–32,24	29,52 \pm 0,29	1,46	4,93	28,92–30,12
<i>Codonanthe cordifolia</i>	26,24–30,99	29,04 \pm 0,22	1,12	3,85	28,59–29,49
<i>Codonanthe devosiana</i>	25,32–30,15	27,38 \pm 0,26	1,29	4,70	26,84–27,92
<i>Codonanthe gracilis</i>	33,13–39,00	35,88 \pm 0,31	1,56	4,35	35,24–36,52
<i>Codonanthe venosa</i>	27,63–32,00	29,89 \pm 0,24	1,18	3,93	29,40–30,38
Diâmetro Equatorial (VE)					
<i>Codonanthe carnososa</i>	30,57–34,65	32,84 \pm 0,20	1,02	3,10	32,43–33,25
<i>Codonanthe cordifolia</i>	25,82–29,49	27,93 \pm 0,22	1,12	4,02	27,48–28,38
<i>Codonanthe devosiana</i>	27,24–31,32	29,04 \pm 0,20	1,02	3,53	28,63–29,45
<i>Codonanthe gracilis</i>	28,13–35,75	31,58 \pm 0,38	1,89	5,99	30,80–32,26
<i>Codonanthe venosa</i>	29,75–34,50	31,72 \pm 0,22	1,11	3,50	31,27–32,17
Diâmetro Equatorial (VP)					
<i>Codonanthe carnososa</i>	27,07–33,49	30,36 \pm 0,36	1,82	5,99	29,62–31,10
<i>Codonanthe cordifolia</i>	24,91–29,82	27,12 \pm 0,27	1,33	4,92	26,56–27,68
<i>Codonanthe devosiana</i>	25,66–30,90	28,38 \pm 0,27	1,36	4,80	27,82–28,94
<i>Codonanthe gracilis</i>	30,13–35,13	32,36 \pm 0,26	1,32	4,07	31,82–32,90
<i>Codonanthe venosa</i>	28,00–34,13	30,87 \pm 0,31	1,57	5,07	30,23–31,51

Exina semitectada, reticulada (Tabela 4), heterobrocada (Figs 1C–D, G–H, M–N, 2C–D, 3C–D, J–K), lumens maiores no mesocolpo (exceto em *C. venosa*, Tabela 4), diminuindo de tamanho em direção à região polar (*C. devosiana* e *C. gracilis*, Fig. 2F), e próximo das aberturas (em todas as espécies, Fig. 1I–J); muros retos a sinuosos (*C. devosiana*, Fig. 2H), estreitos a largos (*C. carnososa*, Fig. 1I–J, Tabela 4), lisos, simplescolumelados. Em todas as espécies analisadas, houve pouca diferença entre as medidas de lumens e muros no apocolpo e mesocolpo. A maioria das espécies apresentou número de lumens $< 38/25 \mu\text{m}^2$, somente os grãos de pólen de *C. cordifolia* apresentaram número de lumens $> 38/25 \mu\text{m}^2$ (Tabela 4). Sexina igual (*C. devosiana*, Tabela 3) ou mais espessa que a nexina, o teto espesso em *C. carnososa*.

Tabela 3. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e da exina dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (n = 10). Compr. = Comprimento, Larg. = Largura.

Espécies	Colpo			Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.				
<i>Codonanthe carnosa</i>	23,12	4,11	1,42	6,64	10,14	1,90	1,03	0,87	0,51
<i>Codonanthe cordifolia</i>	22,37	2,94	1,13	5,21	3,78	1,81	0,94	0,88	0,38
<i>Codonanthe devosiana</i>	22,27	3,10	1,07	6,64	5,55	1,92	0,96	0,96	0,44
<i>Codonanthe gracilis</i>	29,93	3,20	1,53	5,40	7,74	1,90	1,03	0,87	0,45
<i>Codonanthe venosa</i>	23,96	4,00	1,51	6,70	10,40	1,82	0,96	0,86	0,48

Tabela 4. Medidas de lumens, muros e número de lumens no apocolpo e mesocolpo dos grãos de pólen de *Codonanthe* (n = 10).

Espécies	Apocolpo			Mesocolpo		
	Lumens		Muros	Lumens		Muros
	Nº/25 μm^2	Varição (μm)	Varição (μm)	Nº/25 μm^2	Varição (μm)	Varição (μm)
<i>Codonanthe carnosa</i>	28–30	0,59–1,42	0,54–0,87	25–30	0,70–1,57	0,57–1,06
<i>Codonanthe cordifolia</i>	39–44	0,48–1,39	0,32–0,58	38–44	0,58–1,47	0,36–0,67
<i>Codonanthe devosiana</i>	27–34	0,51–1,40	0,32–0,62	28–32	0,40–1,89	0,36–0,60
<i>Codonanthe gracilis</i>	28–33	0,42–1,32	0,30–0,55	26–32	0,48–1,58	0,36–0,54
<i>Codonanthe venosa</i>	22–23	0,55–1,39	0,34–0,57	25–28	0,46–1,24	0,30–0,68

Sob MEV observa-se em *C. carnosa* (Fig. 1I–J), colpos com membrana apertural granulada; retículos com muros largos e retos desprovidos de elementos esculturais; lumens com formas e tamanhos variados, diminuindo de tamanho em direção às aberturas. Em *C. devosiana* observa-se a membrana apertural granulada, extremamente ornamentada na endoabertura (Fig. 2E–G), retículos com muros sinuosos, largos e estreitos (Fig. 2H), lumens circulares a alongados, com malhas do retículo diminuindo de tamanho em direção às aberturas.

C. gracilis apresenta, sob MET (Fig. 3G), teto espesso, contínuo, sem perfurações, ondulado na parte voltada para a nexina; camada infratectal com columelas espessas de diferentes diâmetros, às vezes incompletas. Nexina mais delgada que o teto e subdividida em nexina 1 (extremamente delgada e interrompida) e nexina 2 (mais espessa e contínua). Intina espessa. A figura 3G apresenta inúmeras granulações as quais, provavelmente, são resquícios do processo de preparação do contraste na análise de microscopia de transmissão.

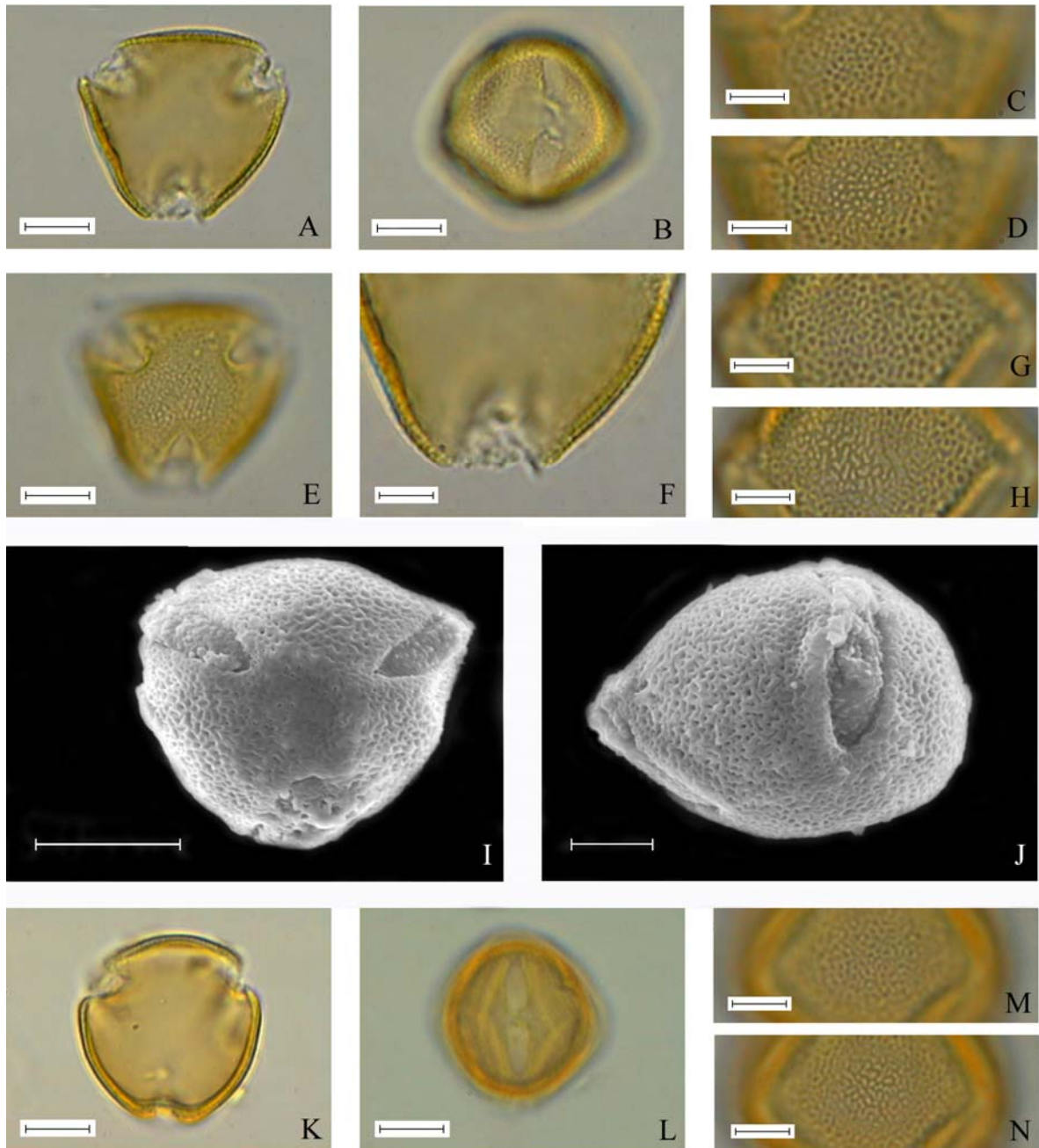


Fig. 1. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(J) *C. carnosus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) vista polar, apocolpia (10 μm), (F) corte óptico (5 μm), (G)–(H) análise de L.O. no mesocolpo, (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm), (I) vista polar, MEV (10 μm), (J) vista equatorial, MEV (5 μm). (K)–(N) *C. cordifolia*: (K) vista polar (10 μm), (L) vista equatorial (10 μm), (M)–(N) análise de L.O. no mesocolpo, (M) foco alto (5 μm), (N) foco baixo (5 μm).

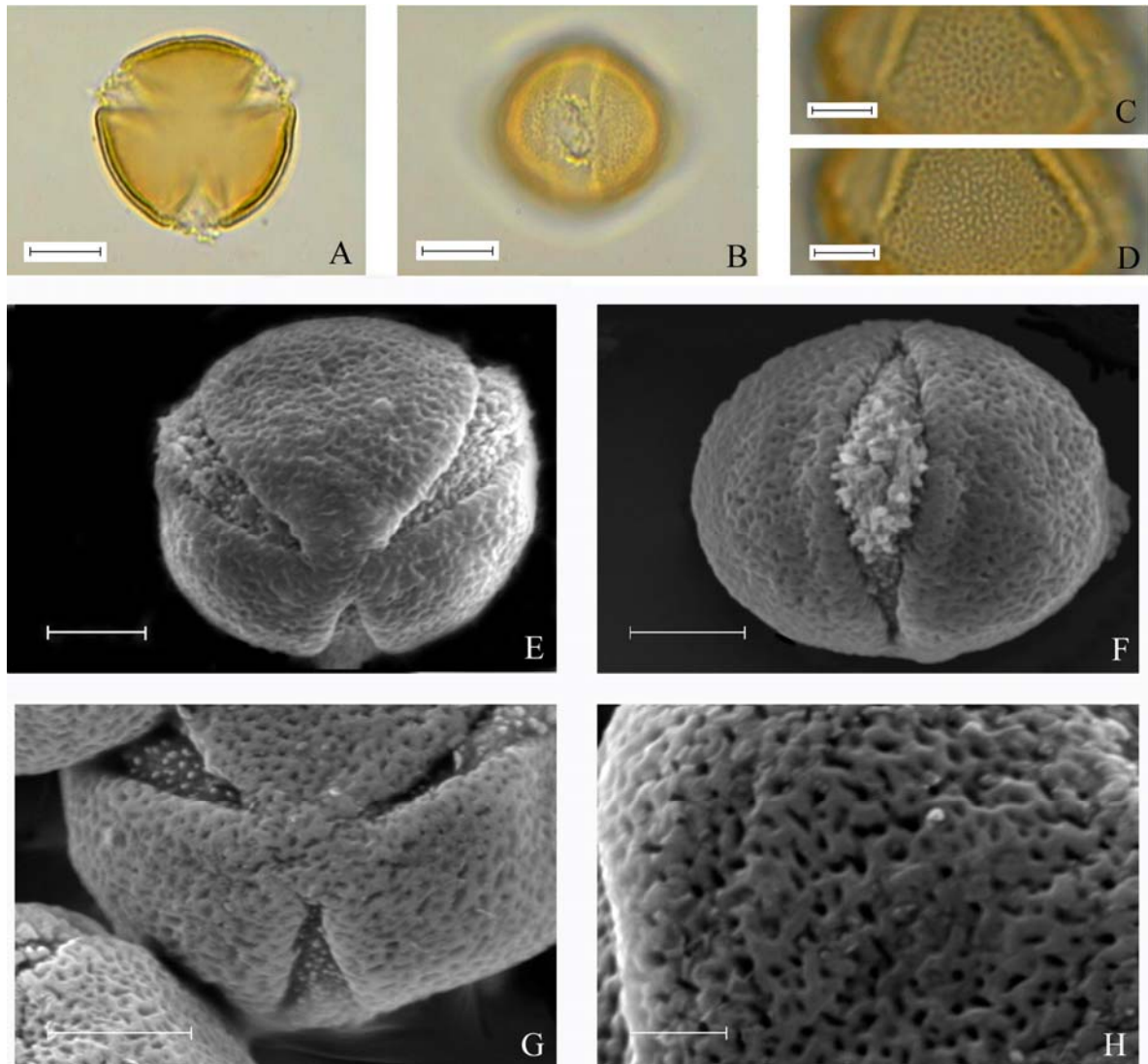


Fig. 2. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(H) *C. devosiana*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) vista polar, MEV (5 μm), (F) vista equatorial, MEV (5 μm), (G) detalhe do apocolpo, MEV (5 μm), (H) detalhe da ornamentação no mesocolpo MEV (2 μm).

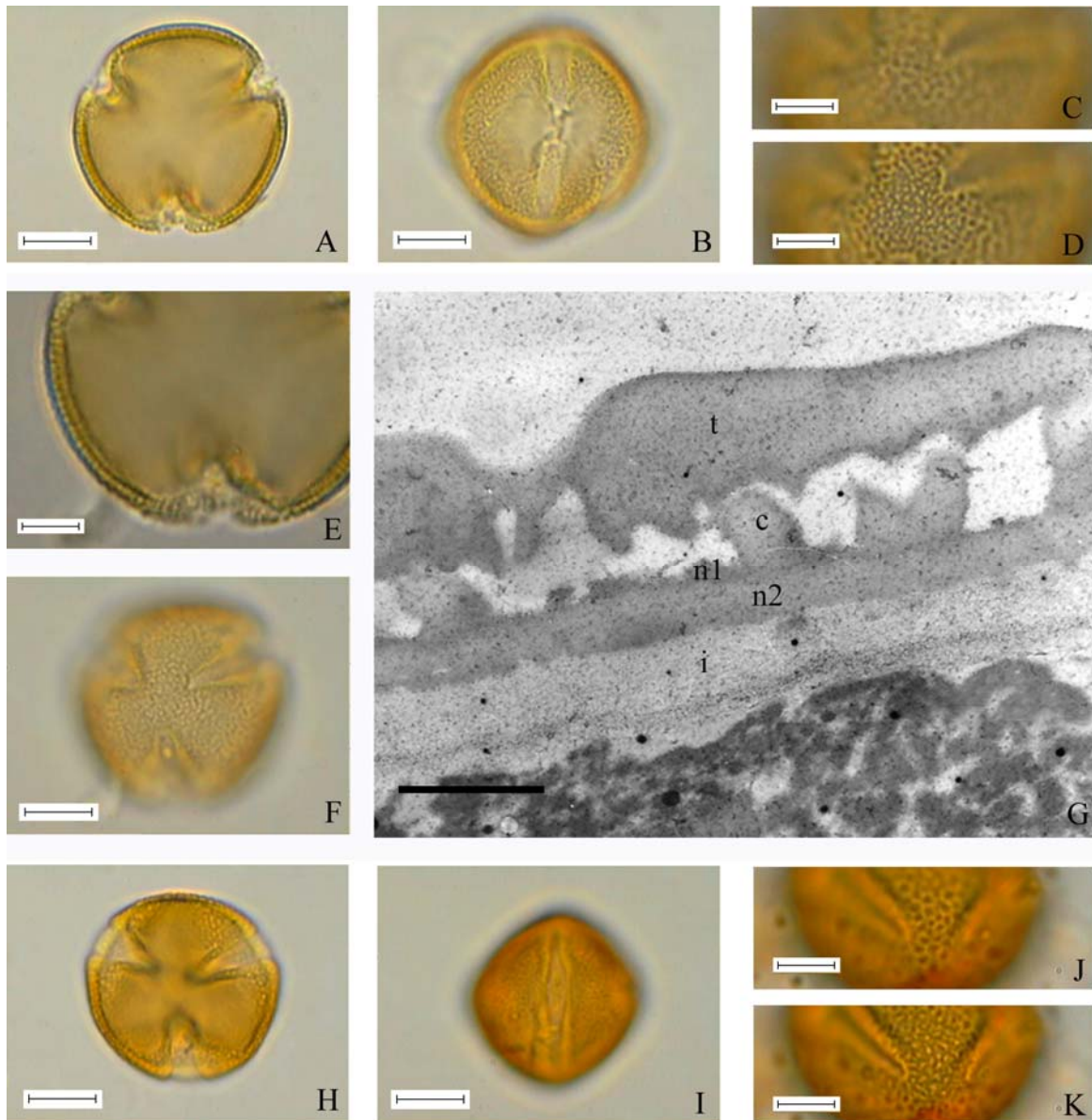


Fig. 3. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(G) *C. gracilis*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) corte óptico (5 μm), (F) vista polar, apocolpia (10 μm), (G) camadas da exina, MET (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina) (500 nm). (H)–(K) *C. venosa*: (H) vista polar (10 μm), (I) vista equatorial (10 μm), (J)–(K) análise de L.O. no apocolpo, (J) foco alto (5 μm), (K) foco baixo (5 μm).

Analisando-se o intervalo de confiança e o teste de Tukey (Figs. 4–5), das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen de *Codonanthe*, observa-se que: a) os grãos de pólen de *C. gracilis* se separam dos das demais espécies por serem maiores, quando se leva em consideração os valores do diâmetro polar em vista equatorial, e do diâmetro equatorial em vista polar (Figs. 4–5); b) com base no diâmetro equatorial em vista equatorial, os grãos de pólen de *C. carnosa* são os maiores e separam-se dos das demais espécies (Fig. 4B); c) os grãos de pólen de *C. devosiana* se separam dos das demais espécies por serem menores, com base no diâmetro polar em vista equatorial (Fig. 4A); d) quando se leva em consideração os valores do diâmetro equatorial em vista equatorial, os grãos de pólen de *C. cordifolia* se separam dos das demais espécies por serem menores (Fig. 4B); e) os grãos de pólen de *C. cordifolia* e *C. devosiana* separam-se dos das demais espécies por serem menores levando-se em consideração o diâmetro equatorial em vista polar, mas não se separam entre si pelo teste de Tukey, entretanto as medidas dentro do intervalo de confiança não se sobrepõem (Fig. 5); f) com base no diâmetro polar em vista equatorial, os grãos de pólen de *C. cordifolia*, *C. carnosa* e *C. venosa* formam um grupo intermediário e contínuo que se separam dos das demais espécies, porém não se separam entre si (Fig. 4A); g) os grãos de pólen de *C. gracilis* e *C. venosa* com base no diâmetro equatorial em vista equatorial separam-se dos das demais espécies, mas não se separam entre si (Fig. 4B); h) com base no diâmetro equatorial em vista equatorial os grãos de pólen de *C. carnosa* e *C. venosa* se separam dos das demais espécies, mas não se separam entre si (Fig. 4B); i) os grãos de pólen de *C. devosiana*, com base no diâmetro equatorial em vista equatorial, se separam dos das demais espécies (Fig. 4B).

Quanto à forma dois materiais de comparação de *C. carnosa* (A. P. Duarte 5297, F. C. Hoehne 184) possuem grãos de pólen prolato-esferoidais diferenciando-se do respectivo material padrão, que se caracteriza por apresentar grãos de pólen oblato-esferoidais. Já em *C. devosiana* a forma

subprolata dos grãos de pólen do espécime M. Kirizawa e E. A. Lopes 1881 e prolato-esferoidal do espécime M. Kirizawa et al. 2649 diferem da forma oblato-esferoidal apresentada pelo material padrão e pelos demais espécimes. Em *C. gracilis* os sete espécimes de comparação (Tabela 5) estão na classe dos grãos de pólen oblato-esferoidais divergindo, portanto do material de comparação cujos pólen são prolato-esferoidais.

Tabela 5. Média aritmética (em μm) das medidas dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) em vista equatorial, e do diâmetro equatorial em vista polar (EVP) dos grãos de pólen de *Codonanthe*, dos materiais de comparação ($n = 10$). \blacksquare = valor dentro do I.C. do espécime padrão; \blacklozenge = valor fora do I.C., mas dentro da faixa de variação do espécime padrão; \blacktriangle = valor fora da faixa de variação.

Espécie/Coletor	DP	DE	EVP	P/E
<i>Codonanthe carnososa</i>				
A. P. Duarte 5297	37,83 \blacktriangle	35,45 \blacktriangle	37,10 \blacktriangle	1,07
F. C. Hoehne 184	34,95 \blacktriangle	37,75 \blacktriangle	37,08 \blacktriangle	0,93
M. Kuhlmann 3828	35,18 \blacktriangle	34,03 \blacklozenge	33,76 \blacktriangle	1,03
<i>Codonanthe devosiana</i>				
R. M. Britez 24885	29,63 \blacklozenge	31,53 \blacktriangle	30,91 \blacktriangle	0,94
A. Chautems e M.M.R. Melo 135	31,18 \blacktriangle	31,66 \blacktriangle	31,90 \blacktriangle	0,98
O. Handro 1103	30,15 \blacklozenge	30,94 \blacklozenge	30,73 \blacklozenge	0,97
M. Kirizawa e E. A. Lopes 1881	34,58 \blacktriangle	29,06 \blacksquare	31,28 \blacktriangle	1,19
M. Kirizawa e D. M. Vital 1886	29,19 \blacklozenge	31,35 \blacktriangle	30,33 \blacklozenge	0,93
M. Kirizawa et al. 2649	31,05 \blacktriangle	28,15 \blacklozenge	27,66 \blacklozenge	1,10
M. Kuhlmann 3837	29,14 \blacklozenge	29,90 \blacklozenge	30,44 \blacklozenge	0,97
<i>Codonanthe gracilis</i>				
A. Custodio Filho 2512	30,40 \blacktriangle	33,95 \blacklozenge	32,64 \blacksquare	0,90
J. Gatti 33	27,85 \blacktriangle	31,09 \blacksquare	30,48 \blacklozenge	0,90
H. F. Leitão Filho et al. 32831	30,14 \blacktriangle	31,99 \blacksquare	32,44 \blacksquare	0,94
J. Mattos 13476	29,68 \blacktriangle	31,04 \blacksquare	30,69 \blacklozenge	0,96
M. Sakane 544	29,69 \blacktriangle	31,18 \blacksquare	30,38 \blacklozenge	0,95
M. Sazima 18670	31,50 \blacktriangle	34,35 \blacklozenge	33,44 \blacklozenge	0,92
M. Sugiyama e A. Custodio Filho	29,96 \blacktriangle	31,93 \blacksquare	30,35 \blacklozenge	0,94

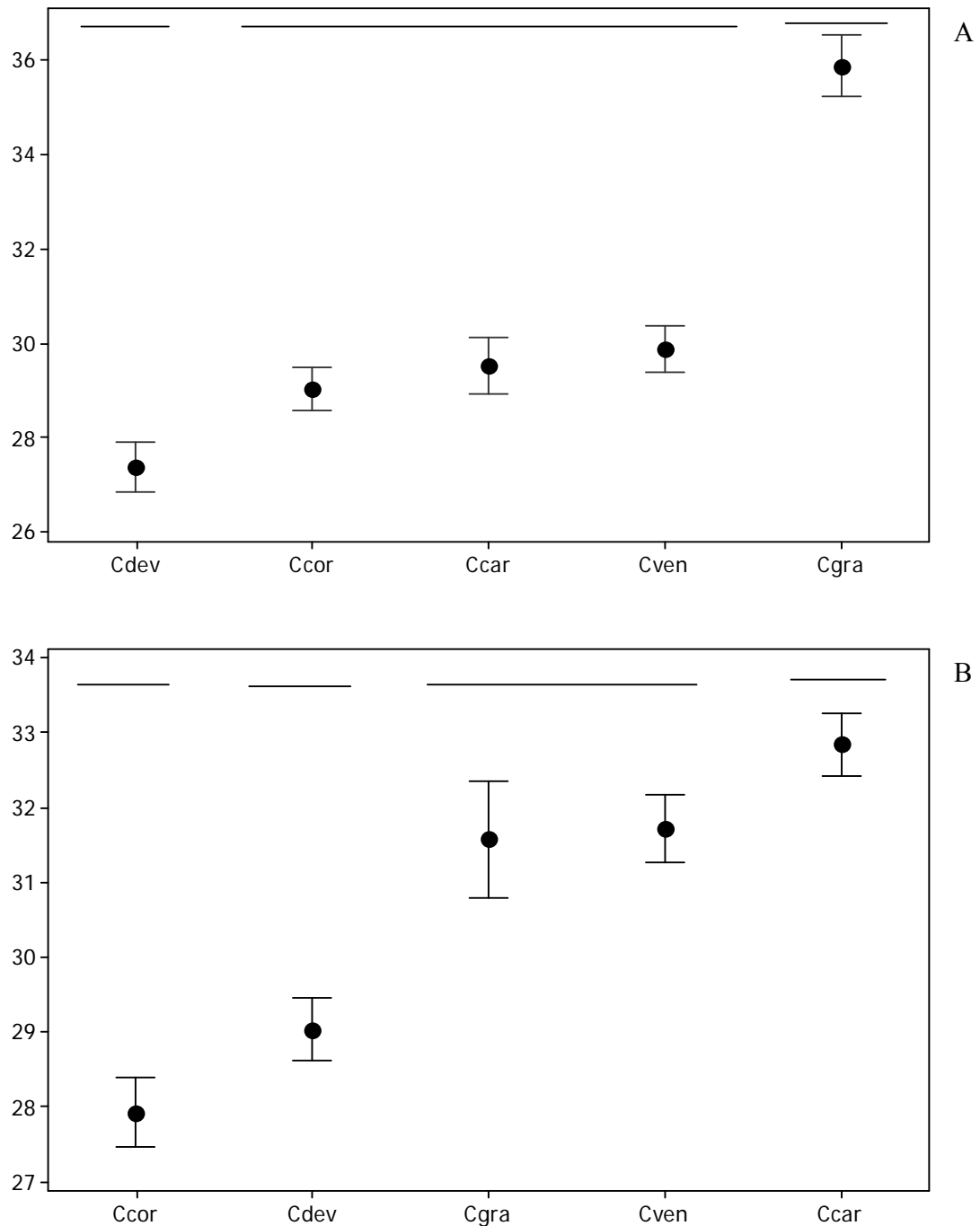


Fig. 4. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ccar = *Codonanthe carnosa*, Ccor = *Codonanthe cordifolia*, Cdev = *C. devosiana*, Cgra = *C. gracilis*, Cven = *C. venosa*. Os valores são dados em μm.

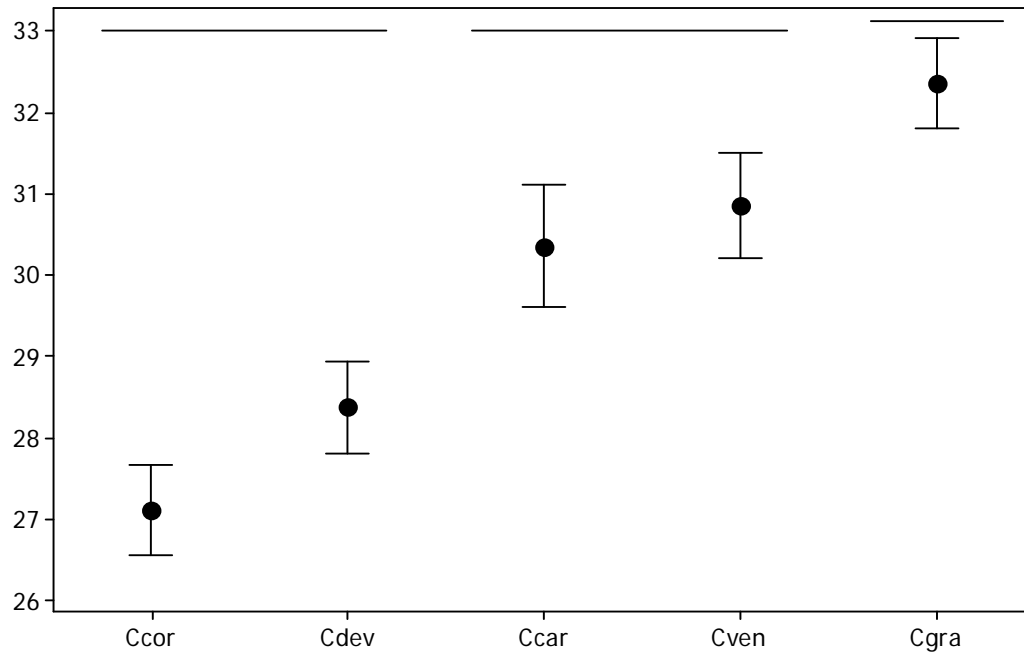


Fig. 5. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ccar = *Codonanthe carnosa*, Ccor = *Codonanthe cordifolia*, Cdev = *C. devosiana*, Cgra = *C. gracilis*, Cven = *C. venosa*. Os valores são dados em μm .

Nematanthus Schrader

Espécies estudadas: *N. bradei* (Handro) Chautems (Fig. 6A–D), *N. brasiliensis* (Vell.) Chautems (Fig. 6E–G), *N. crassifolius* (Schott) Wiehler (Fig. 6H–O), *N. fissus* (Vell.) L.E. Skog (Fig. 7A–D), *N. fluminensis* (Vell.) Fritsch. (Fig. 7E–H), *N. fornix* (Vell.) Chautems (Fig. 7I–P), *N. fritschii* Hoehne (Fig. 8A–D), *N. gregarius* D.L. Denham (Fig. 8E–K), *N. jolyanus* (Handro) Chautems (Fig. 9A–D), *N. ×kuhlmannii* (Handro) Chautems (Fig. 9E–M), *N. maculatus* (Fritsch) Wiehler (Fig. 10A–D), *N. ×mattosianus* (Handro) H.E. Moore (Fig. 10E–H), *N. monanthos* (Vell.) Chautems (Fig. 10I–L), *N. sericeus* (Hanst.) Chautems (Fig. 10M–P), *N. striatus* (Handro) Chautems (Fig. 11A–D), *N. strigillosus* (Mart.) H.E. Moore (Fig. 11E–H), *N. tessmannii* (Hoehne) Chautems (Fig. 11I–P), *N. villosus* (Hanst.) Wiehler (Fig. 12A–G), *N. wettsteinii* (Fritsch) H.E. Moore (Fig. 12H–N).

Grãos de pólen médios a grandes; isopolares; oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, prolatos a subprolotos; âmbito circular a subtriangular; área polar pequena a muito pequena; 3-colpados a 3-colporados, colpos longos a muito longos, largos, com margem ou não, endoaberturas lalongadas às vezes de difícil visualização. Exina semitectada, reticulada, heterobrocada, lumens menores no apocolpo, algumas vezes com formas e tamanhos mais ou menos similares tanto no apocolpo quanto no mesocolpo, muros retos a ligeiramente curvos, estreitos a largos, lisos, às vezes com perfurações, simples a duplicolumelados. Sexina mais espessa que a nexina.

As espécies de *Nematanthus* estudadas apresentam grãos de pólen médios, médios a grandes (em *N. fluminensis* e *N. villosus*, Tabela 6–8) ou grandes (*N. striatus*, *N. strigillosus* e *N. tessmannii*). *N. bradei* (Fig. 6A–B) apresenta os menores grãos de pólen, enquanto que os maiores foram encontrados em *N. tessmannii* (Fig. 11I–J).

Na maioria das espécies predominam os grãos de pólen oblato-esferoidais, seguidos dos prolato-esferoidais (*N. brasiliensis*, *N. fissus*, *N. fritschii*, *N. monanthos* e *N. wettsteinnii*, Figs 6I, 7B, 10J, 12I), dos subprolatos (*N. striatus*, *N. tessmannii* e *N. villosus*, Figs 11B, 12B) e dos prolatos (*N. strigillosus*, Fig. 11F).

O âmbito varia de circular (*N. bradei*, *N. crassifolius*, *N. fornix* e *N. maculatus*, Figs 6A, H, 7I, 10A), subcircular (na maioria das espécies) a subtriangular (*N. fissus*, *N. jolyanus*, *N. ×kuhlmannii*, *N. striatus*, *N. strigillosus*, *N. tessmannii*, *N. villosus* e *N. wettsteinnii*, Figs 7A, 9A, E, 10A, 11 A I, M, 12A, H).

Predominam as aberturas 3-colpadas, enquanto que grãos de pólen 3-colporados ocorrem apenas em *N. wettsteinnii* (Fig. 12I).

Os colpos são longos (*N. bradei*, *N. fornix*, *N. gregarius*, *N. jolyanus*, *N. ×kuhlmannii*, *N. sericeus* e *N. villosus*, Tabela 4) a muitos longos, largos. Apesar dos colpos serem longos e largos em todas as espécies, apresentam diferenças nas dimensões, sendo mais longos os de *Nematanthus tessmannii* (Fig. 11J, Tabela 9), e os mais curtos os de *N. jolyanus* (Fig. 9B); quanto à largura, os mais largos são os de *N. fluminensis*, e os menos largos os de *N. bradei* (Fig. 6B). Todas as espécies analisadas apresentam colpo com membrana apertural ornamentada, persistente, mesmo após a acetólise. Em algumas espécies (*N. crassifolius*, *N. fluminensis*, *N. ×kuhlmannii*, *N. monanthos*) essa membrana rompe-se dando a impressão da existência de uma endoabertura. Os colpos das espécies *N. brasiliensis*, *N. crassifolius*, *N. fluminensis* e *N. fritschii* não possuem margens. A endoabertura de *N. wettsteinnii* é lalongada (6,96 x 7,00 µm), não constricta e de difícil visualização (Fig. 12I, Tabela 9).

Tabela 6. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus*. M = Médio, G = grande, P/E = relação entre o eixo polar e eixo equatorial, IAP = índice de área polar.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Aberturas	IAP
<i>Nematanthus bradei</i>	M	0,98	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,29
<i>Nematanthus brasiliensis</i>	M	1,07	Prolato-esferoidal	3-colpada	0,12
<i>Nematanthus crassifolius</i>	M	1,00	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,24
<i>Nematanthus fissus</i>	M	1,09	Prolato-esferoidal	3-colpada	0,19
<i>Nematanthus fluminensis</i>	M-G	0,91	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,21
<i>Nematanthus fornix</i>	M	0,94	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,42
<i>Nematanthus fritschii</i>	M	1,01	Prolato-esferoidal	3-colpada	0,22
<i>Nematanthus gregarius</i>	M	0,93	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,35
<i>Nematanthus jolyanus</i>	M	0,92	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,27
<i>Nematanthus xkuhlmannii</i>	M	0,98	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,26
<i>Nematanthus maculatus</i>	M	0,98	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,24
<i>Nematanthus xmattosianus</i>	M	0,96	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,23
<i>Nematanthus monanthos</i>	M	1,02	Prolato-esferoidal	3-colpada	0,15
<i>Nematanthus sericeus</i>	M	0,91	Oblato-esferoidal	3-colpada	0,42
<i>Nematanthus striatus</i>	G	1,31	Subprolata	3-colpada	0,22
<i>Nematanthus strigillosus</i>	G	1,35	Prolata	3-colpada	0,21
<i>Nematanthus tessmannii</i>	G	1,26	Subprolata	3-colpada	0,23
<i>Nematanthus villosus</i>	M-G	1,22	Subprolata	3-colpada	0,26
<i>Nematanthus wettsteinnii</i>	M	1,04	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,30

Tabela 7. Medidas dos diâmetros equatoriais, em vista polar, dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus* (n = 25). \bar{x} = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
<i>Nematanthus bradei</i>	31,63–41,13	35,52 \pm 0,45	2,35	6,62	34,59–36,45
<i>Nematanthus brasiliensis</i>	40,63–49,50	44,47 \pm 0,44	2,18	4,90	43,56–45,38
<i>Nematanthus crassifolius</i>	44,00–49,88	47,10 \pm 0,32	1,60	3,39	46,44–47,76
<i>Nematanthus fissus</i>	34,75–44,13	40,34 \pm 0,42	2,09	5,18	39,47–41,21
<i>Nematanthus fluminensis</i>	46,25–52,25	48,55 \pm 0,30	1,48	3,04	47,93–49,17
<i>Nematanthus fornix</i>	40,25–47,63	43,62 \pm 0,46	2,32	5,32	42,67–44,57
<i>Nematanthus fritschii</i>	44,38–51,13	48,64 \pm 0,42	2,12	4,36	47,77–49,51
<i>Nematanthus gregarius</i>	38,38–43,00	40,35 \pm 0,28	1,39	3,44	39,77–40,93
<i>Nematanthus jolyanus</i>	35,75–43,88	39,32 \pm 0,46	2,28	5,79	38,37–40,27
<i>Nematanthus xkuhlmannii</i>	39,38–46,00	41,61 \pm 0,32	1,60	3,86	40,95–42,27
<i>Nematanthus maculatus</i>	42,25–50,25	46,06 \pm 0,44	2,20	4,78	45,15–46,97
<i>Nematanthus xmattosianus</i>	39,38–48,63	42,89 \pm 0,40	1,98	4,62	42,07–43,71
<i>Nematanthus monanthos</i>	40,50–48,00	44,12 \pm 0,40	1,98	4,49	43,30–44,94
<i>Nematanthus sericeus</i>	40,25–49,00	43,80 \pm 0,39	1,95	4,46	43,00–44,60
<i>Nematanthus striatus</i>	41,50–50,63	45,52 \pm 0,47	2,37	5,22	44,55–46,49
<i>Nematanthus strigillosus</i>	39,38–50,50	45,40 \pm 0,49	2,44	5,37	44,39–46,41
<i>Nematanthus tessmannii</i>	46,00–56,13	50,53 \pm 0,62	3,12	6,17	49,25–51,81
<i>Nematanthus villosus</i>	39,00–47,63	43,07 \pm 0,44	2,20	5,11	42,16–43,98
<i>Nematanthus wettsteinnii</i>	34,13–41,00	37,46 \pm 0,33	1,65	4,40	36,78–38,14

Tabela8. Medida dos diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial, dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus* (n = 25). x = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Diâmetro Polar					Diâmetro Equatorial				
	FV (μm)	x \pm s _x (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)	FV (μm)	x \pm s _x (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
<i>Nematanthus bradei</i>	29,88–41,50	35,00 \pm 0,50	2,52	7,21	33,97–36,03	29,88–41,50	35,68 \pm 0,69	3,46	9,69	34,26–37,10
<i>Nematanthus brasiliensis</i>	41,50–47,38	44,37 \pm 0,33	1,63	3,66	43,69–45,05	38,75–44,75	41,53 \pm 0,37	1,85	4,45	40,77–42,29
<i>Nematanthus crassifolius</i>	42,88–50,88	46,10 \pm 0,41	2,06	4,47	45,26–46,94	42,88–49,50	46,16 \pm 0,38	1,91	4,14	45,38–46,94
<i>Nematanthus fissus</i>	38,13–47,63	42,26 \pm 0,48	2,42	5,72	41,27–43,25	34,25–43,50	38,63 \pm 0,46	2,28	5,89	37,68–39,58
<i>Nematanthus fluminensis</i>	42,63–49,13	45,90 \pm 0,34	1,72	3,76	45,20–46,60	46,13–54,88	50,30 \pm 0,44	2,18	4,34	49,39–51,21
<i>Nematanthus fornix</i>	36,63–43,38	39,53 \pm 0,33	1,65	4,17	38,85–40,21	38,13–47,88	41,86 \pm 0,43	2,13	5,08	40,97–42,75
<i>Nematanthus fritschii</i>	43,63–52,38	48,56 \pm 0,43	2,16	4,46	47,67–49,45	43,00–51,50	48,12 \pm 0,41	2,05	4,27	47,28–48,86
<i>Nematanthus gregarius</i>	37,50–43,00	40,09 \pm 0,27	1,36	3,40	39,53–40,65	39,38–46,75	43,00 \pm 0,29	1,45	3,37	42,40–43,60
<i>Nematanthus jolyanus</i>	31,25–40,25	35,94 \pm 0,42	2,12	5,90	35,07–36,81	32,88–43,50	39,14 \pm 0,50	2,50	6,39	38,11–40,17
<i>Nematanthus \timeskuhlmannii</i>	38,38–48,38	41,62 \pm 0,48	2,41	5,79	40,63–42,61	39,38–47,63	42,34 \pm 0,47	2,33	5,50	41,37–43,31
<i>Nematanthus maculatus</i>	40,50–47,63	44,38 \pm 0,37	1,85	4,16	43,62–45,14	40,63–50,00	45,16 \pm 0,46	2,28	5,05	44,21–46,11
<i>Nematanthus \timesmattosianus</i>	38,25–44,63	41,44 \pm 0,34	1,69	4,09	40,74–42,14	40,50–46,50	43,08 \pm 0,37	1,85	4,29	42,32–43,84
<i>Nematanthus monanthos</i>	41,63–48,25	44,41 \pm 0,30	1,49	3,36	43,79–45,03	38,63–46,00	43,44 \pm 0,33	1,63	3,76	42,76–44,12
<i>Nematanthus sericeus</i>	37,75–42,50	40,30 \pm 0,27	1,35	3,35	39,74–40,86	40,25–48,63	44,36 \pm 0,41	2,04	4,61	43,52–45,20
<i>Nematanthus striatus</i>	47,13–55,38	51,10 \pm 0,42	2,08	4,07	50,23–51,97	34,38–43,13	39,08 \pm 0,47	2,37	6,05	38,11–40,05
<i>Nematanthus strigillosus</i>	47,50–55,88	51,72 \pm 0,45	2,25	4,34	50,79–52,65	34,25–42,13	38,11 \pm 0,39	1,97	5,17	37,31–38,91
<i>Nematanthus tessmannii</i>	49,63–58,88	53,83 \pm 0,54	2,72	5,05	52,72–54,94	39,25–47,38	42,84 \pm 0,45	2,26	5,27	41,91–43,77
<i>Nematanthus villosus</i>	45,50–55,50	49,65 \pm 0,41	2,03	4,09	48,81–50,49	37,50–44,88	40,81 \pm 0,42	2,11	5,18	39,94–41,68
<i>Nematanthus wettsteinnii</i>	33,25–43,63	39,05 \pm 0,47	2,33	5,96	38,08–40,02	34,88–41,88	37,56 \pm 0,36	1,81	4,83	36,82–38,30

Tabela 9. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e da exina dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus* (n = 10). Compr. = Comprimento, Larg. = Largura, Marg. = Margem.

Espécies	Colpo			Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Marg.				
<i>Nematanthus bradei</i>	29,25	3,23	1,65	1,63	0,99	0,64	0,53
<i>Nematanthus brasiliensis</i>	37,13	6,71	–	2,41	1,36	1,05	0,69
<i>Nematanthus crassifolius</i>	34,84	5,40	–	2,46	1,45	1,01	0,78
<i>Nematanthus fissus</i>	32,85	6,41	1,75	2,52	1,51	1,01	0,68
<i>Nematanthus fluminensis</i>	37,26	11,74	–	2,70	1,92	0,78	1,03
<i>Nematanthus fornix</i>	28,98	6,39	1,70	1,87	1,14	0,73	0,59
<i>Nematanthus fritschii</i>	36,25	6,84	–	2,16	1,21	0,95	0,60
<i>Nematanthus gregarius</i>	30,29	5,31	2,01	2,15	1,17	0,99	0,53
<i>Nematanthus jolyanus</i>	27,11	5,76	1,71	2,21	1,28	0,94	0,56
<i>Nematanthus ×kuhlmannii</i>	31,43	6,55	1,96	2,33	1,39	0,95	0,71
<i>Nematanthus maculatus</i>	34,11	7,09	1,93	2,04	1,04	1,00	0,48
<i>Nematanthus ×mattosianus</i>	33,25	6,85	2,00	2,11	1,34	0,77	0,69
<i>Nematanthus monanthos</i>	36,99	6,04	2,03	2,32	1,26	1,07	0,54
<i>Nematanthus sericeus</i>	31,73	6,65	2,21	2,28	1,17	1,11	0,47
<i>Nematanthus striatus</i>	41,93	3,44	1,99	2,00	1,23	0,77	0,59
<i>Nematanthus strigillosus</i>	38,45	3,36	1,61	2,11	1,21	0,91	0,62
<i>Nematanthus tessmannii</i>	44,93	3,59	1,96	2,12	1,25	0,87	0,61
<i>Nematanthus villosus</i>	39,60	3,55	2,16	2,13	1,20	0,93	0,54
<i>Nematanthus wettsteinnii</i>	29,26	5,80	1,54	2,15	1,20	0,95	0,50

Exina semitectada, reticulada (Tabela 10), heterobrocada (Figs 6C–D, F–G, L–M, 7G–H, K–L, 8C–D, 10C–D, G–H, 11C–D, G–H, N–O, 12F–G, J–K). Os lumens diminuem de tamanho em direção às aberturas e aos pólos, em geral, são menores no apocolpo; em *N. fornix*, *N. gregarius* e *N. sericeus* (Fig. 7O–P, 10O–P, Tabela 10) possuem formas e tamanhos similares tanto no apocolpo quanto no mesocolpo. Observa-se em *N. fritschii*, *N. ×kuhlmannii*, *N. maculatus*, *N. ×mattosianus* e *N. striatus* a presença de alguns lumens grandes circundados por microrretículos e raras perfurações. A maioria das espécies apresenta muros retos, no apocolpo e no mesocolpo, contudo em *N. brasiliensis*, *N. crassifolius*, *N. fluminensis*, *N. fritschii*, *N. jolyanus*, *N. ×kuhlmannii*, *N. maculatus*, *N. ×mattosianus* e *N. monanthos* os muros são ligeiramente curvos no mesocolpo. Os muros são estreitos a largos (Tabela 10), lisos.

Nas espécies *N. bradei*, *N. fornix*, *N. gregarius*, *N. maculatus*, *N. sericeus*, *N. striatus*, *N. strigillosus*, *N. wettsteinnii* e *N. villosus* observa-se que ao redor dos lumens os muros

aparecem sob ML, com a forma de anel; esse formato se deve ao fato de que em torno de cada lúmen há, sob o muro, um conjunto de columelas arranjadas lado a lado, formando um círculo. Essas espécies possuem muros duplicolumelados.

Exina mais espessa em *N. fluminensis* e mais delgada em *N. bradei*. Sexina mais espessa que a nexina (Tabela 9). Convém ressaltar a dificuldade da delimitação e visualização das camadas da nexina, por esse motivo não foram medidas, sob microscopia óptica, a nexina 1 e nexina 2.

Tabela 10. Medida de lumens, muros e número de lumens no apocolpo e mesocolpo dos grãos de pólen de *Nematanthus* (n = 10).

Espécies	Apocolpo			Mesocolpo		
	Lumens		Muros	Lumens		Muros
	Nº/25 μm^2	Variação (μm)	Variação (μm)	Nº/25 μm^2	Variação (μm)	Variação (μm)
<i>Nematanthus bradei</i>	38–44	0,57–1,05	0,40–0,82	11–13	0,95–2,65	0,67–1,60
<i>Nematanthus brasiliensis</i>	35–40	0,51–1,41	0,51–0,81	16–23	0,73–2,69	0,64–1,18
<i>Nematanthus crassifolius</i>	31–36	0,47–1,57	0,53–0,81	18–21	0,79–2,65	0,42–0,99
<i>Nematanthus fissus</i>	42–48	0,57–1,36	0,40–0,74	6–9	1,28–3,45	0,99–2,04
<i>Nematanthus fluminensis</i>	24–26	0,67–2,09	0,46–0,85	12–18	0,70–2,47	0,68–1,01
<i>Nematanthus fornix</i>	9–10	1,02–2,35	0,81–1,27	5–9	1,74–3,46	1,35–1,74
<i>Nematanthus fritschii</i>	39–43	0,58–1,79	0,40–0,80	13–19	0,77–2,76	0,85–1,20
<i>Nematanthus gregarius</i>	9–14	0,75–3,27	0,80–2,05	3–4	2,75–4,58	1,78–3,29
<i>Nematanthus jolyanus</i>	50–57	0,41–1,03	0,36–0,80	7–9	1,21–2,54	1,24–2,00
<i>Nematanthus ×kuhlmannii</i>	30–36	0,54–1,96	0,33–1,09	9–13	0,69–4,40	0,54–1,14
<i>Nematanthus maculatus</i>	20–23	0,70–1,57	0,47–1,39	4–6	0,92–3,59	0,60–2,13
<i>Nematanthus × mattosianus</i>	31–37	0,52–1,82	0,41–0,95	9–13	0,72–5,82	0,52–1,42
<i>Nematanthus monanthos</i>	35–38	0,63–1,55	0,41–1,06	3–4	1,96–4,72	1,08–2,93
<i>Nematanthus sericeus</i>	4–5	1,44–3,68	0,89–1,98	3–4	1,71–3,97	1,15–2,55
<i>Nematanthus striatus</i>	26–32	0,69–1,62	0,52–1,15	3–5	2,15–4,08	1,63–3,00
<i>Nematanthus strigillosus</i>	24–29	0,92–1,71	0,57–1,38	4–5	2,36–5,33	1,49–3,09
<i>Nematanthus tessmannii</i>	28–30	0,63–1,63	0,41–1,26	3–6	1,63–3,48	1,05–2,30
<i>Nematanthus villosus</i>	33–37	0,54–1,71	0,46–1,06	4–6	1,80–3,30	0,81–2,69
<i>Nematanthus wettsteinnii</i>	27–31	0,80–1,80	0,43–1,38	3–4	2,49–3,58	1,72–2,95

Sob microscopia eletrônica de varredura nota-se a diferença de ornamentação no apocolpo e mesocolpo dos grãos de pólen de *N. crassifolius* (Figs 6N-O); no apocolpo a ornamentação é microrreticulada, tendendo a perfurada, os muros são retos, lisos, enquanto que no mesocolpo predominam os retículos com muros sinuosos, lisos e lumens heterogêneos em forma e tamanho. Em *N. gregarius* (Figs 8H-J) e *N. wettsteinnii* (Figs 12L-M) observa-se o colpo com membrana densamente granulada; os retículos apresentam muros largos esparsamente perfurados, com estrias pequenas, curtas e imbricadas; perfurações muito pequenas e densas são vistas próximas às bordas dos muros; alguns muros apresentam bordas com reentrâncias irregulares entre as columelas adjacentes; lumens algumas vezes com granulações esparsas. Em *N. ×kuhlmannii* (Figs 9I-M), no mesocolpo, observa-se a presença de lumens grandes densamente granulados, circundados por microrretículos e raras perfurações, já no apocolpo nota-se a exina microrreticulada com lumens circulares de diferentes tamanhos; os colpos apresentam membrana densamente granulada e margem psilada com perfurações.

Sob microscopia eletrônica de transmissão, observa-se nos grãos de pólen de *N. gregarius* (Fig. 8K) um teto contínuo, com perfurações, levemente ondulado externamente e internamente, com columelas incompletas, que partem algumas vezes do teto sem atingir a nexina e outras emergem da nexina em direção do teto. Nexina diferenciada em nexina 1 (mais delgada e escura) e nexina 2 (mais espessa e mais clara). Intina espessa. Já nos grãos de pólen de *N. tessmannii* (Fig. 11P) percebe-se um teto descontínuo, tão espesso quanto a nexina, levemente ondulado, com columelas espessadas de diferentes diâmetros, pode-se ver ainda, báculas isoladas com ápice espessado, nexina subdividida em nexina 1 (bem mais delgada) e nexina 2 (mais espessa e lamelada). Intina espessa.

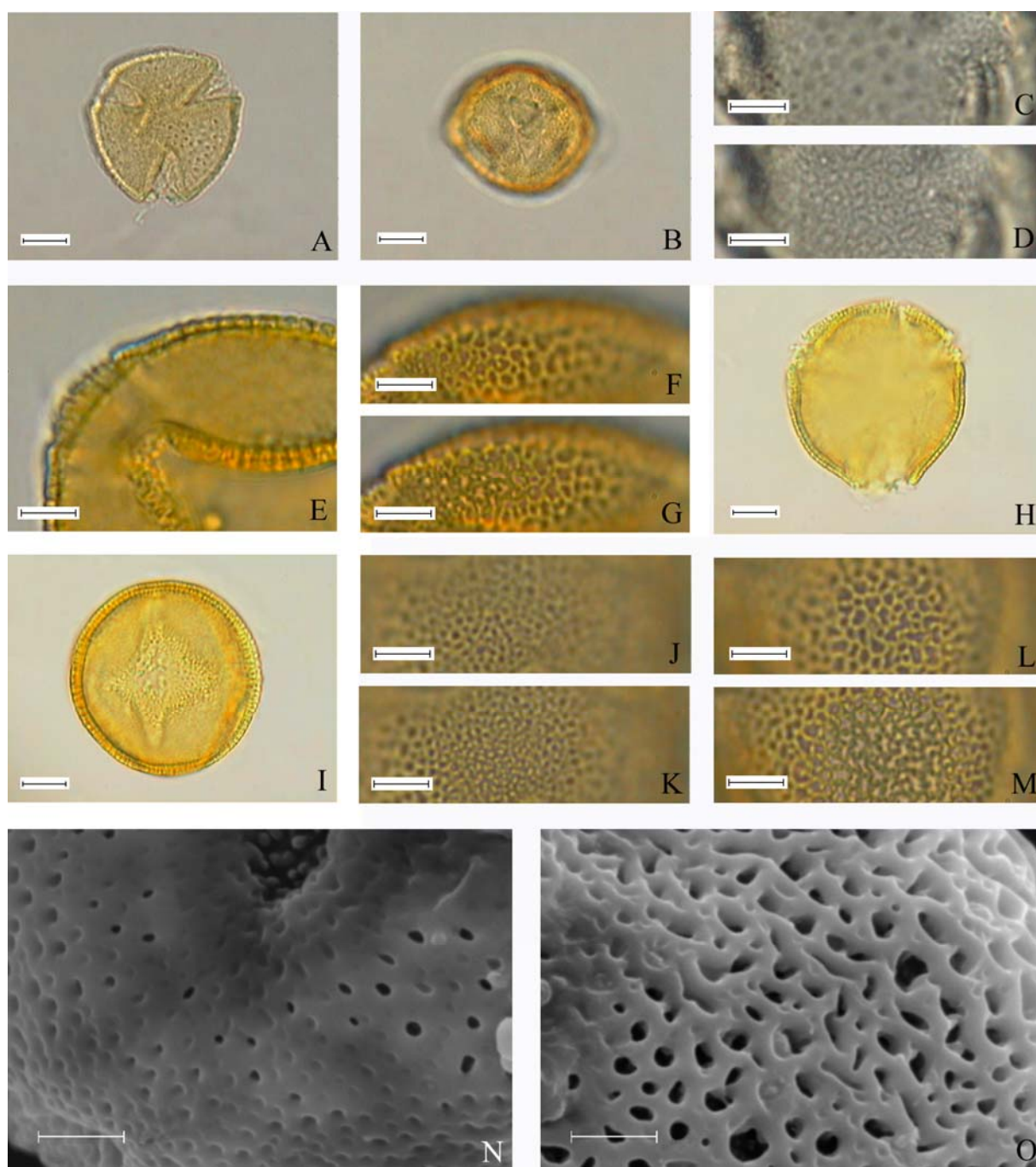


Fig. 6. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. bradei*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(G) *N. brasiliensis*: (E) corte óptico (5 μm), (F)–(G) análise de L.O. no mesocolpo, (F) foco alto (5 μm), (G) foco baixo (5 μm). (H)–(O) *N. crassifolius*: (H) vista polar (10 μm), (I) vista equatorial (10 μm), (J)–(K) análise de L.O. no apocolpo, (J) foco alto (5 μm), (K) foco baixo (5 μm), (L)–(M) análise de L.O. no mesocolpo, (L) foco alto (5 μm), (M) foco baixo (5 μm), (N) detalhe da ornamentação no apocolpo, MEV (2 μm), (O) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 μm).

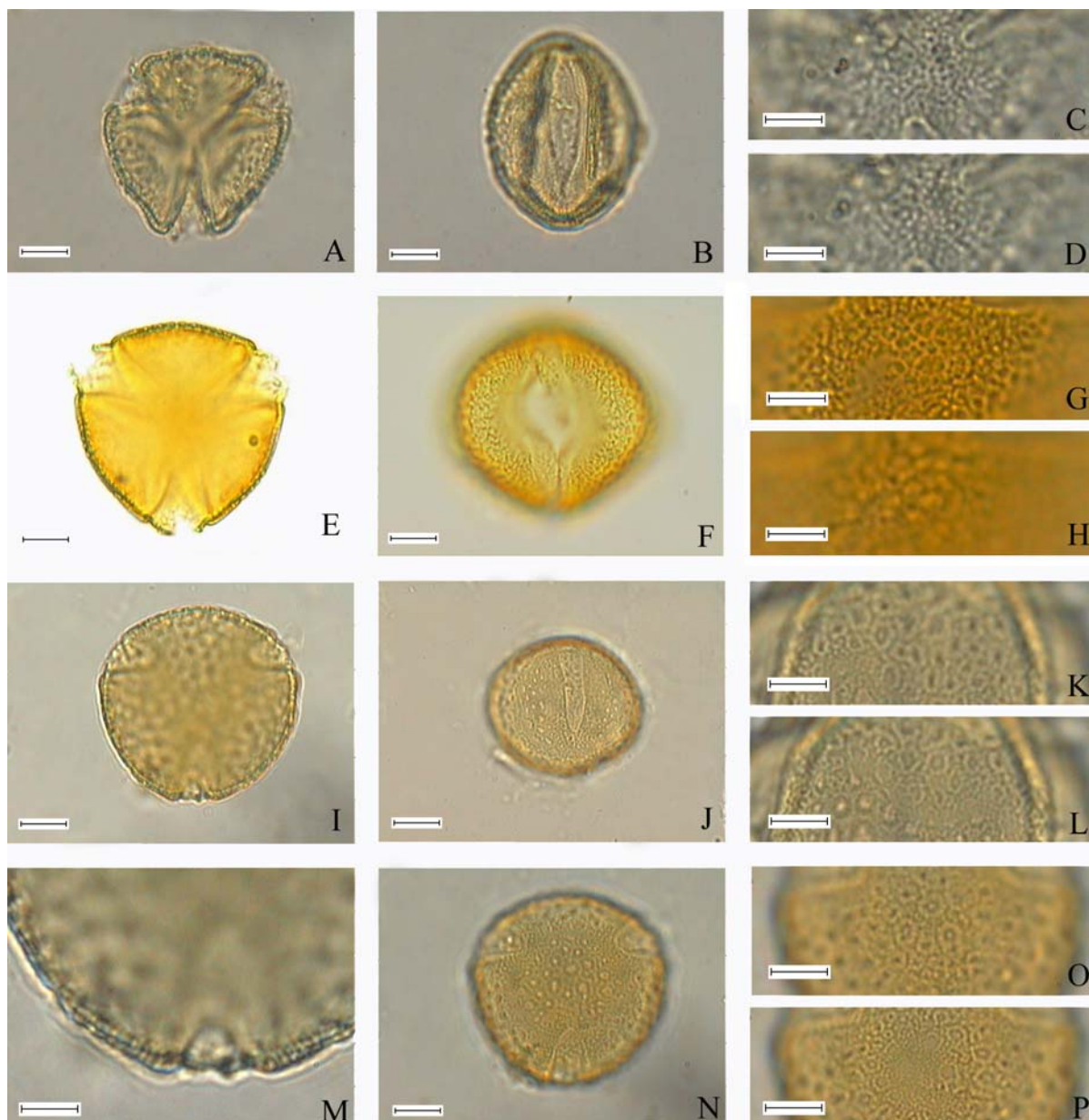


Fig. 7. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. fissus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(H) *N. fluminensis*: (E) vista polar (10 μm), (F) vista equatorial (10 μm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo, (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm). (I)–(P) *N. fornix*: (I) vista polar (10 μm), (J) vista equatorial (10 μm), (K)–(L) análise de L.O. no mesocolpo, (K) foco alto (5 μm), (L) foco baixo (5 μm), (M) corte óptico (5 μm), (N) vista polar, apocolpia (10 μm), (O)–(P) análise de L.O. no apocolpo, (O) foco alto (5 μm), (P) foco baixo (5 μm).

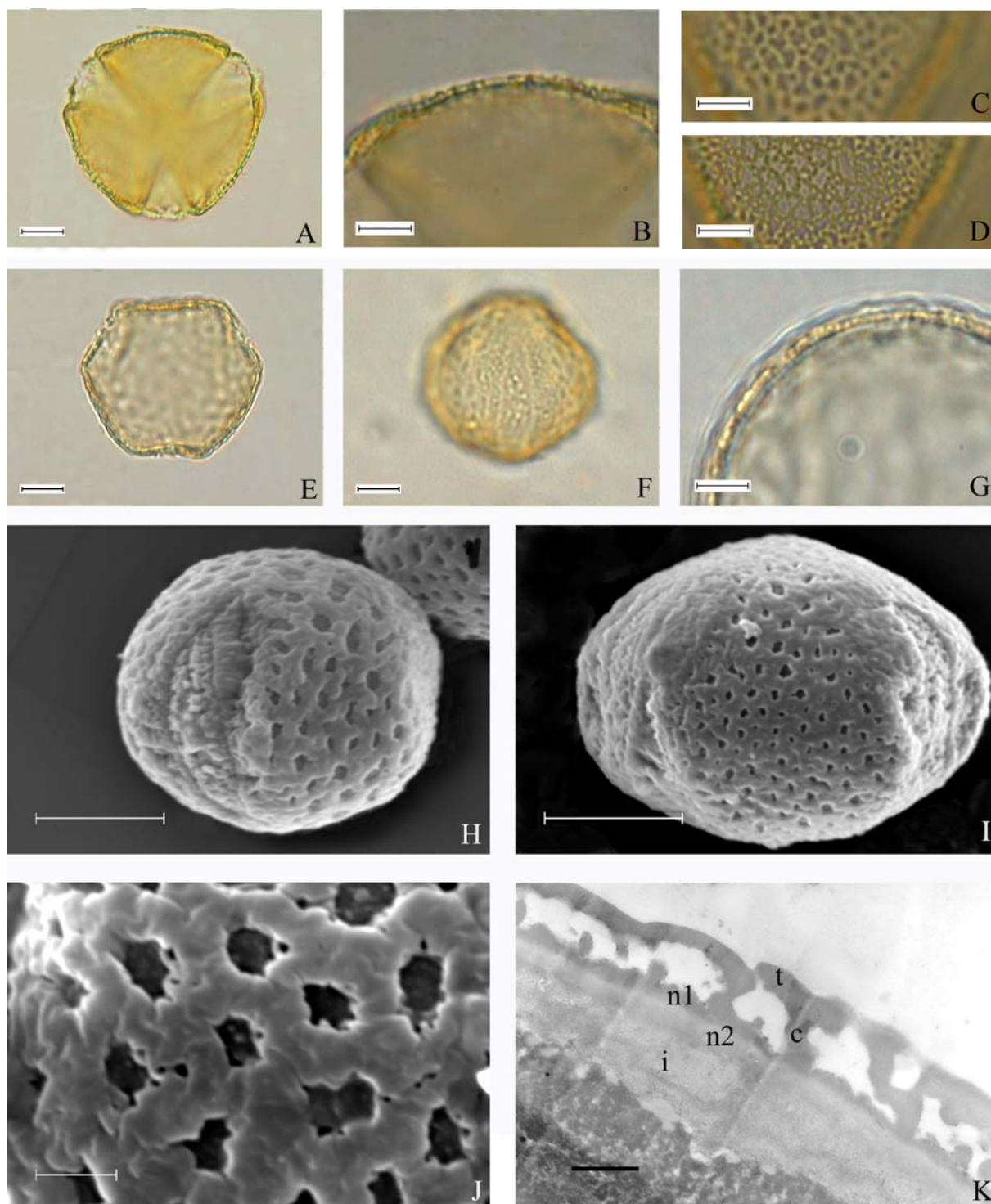


Fig. 8. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. fritschii*: (A) vista polar (10 μm), (B) corte óptico (5 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(K) *N. gregarius*: (E) vista polar (10 μm), (F) vista equatorial (10 μm), (G) corte óptico (5 μm), (H) vista equatorial, MEV (10 μm), (I) vista equatorial, mesocolpo, MEV (10 μm), (J) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 μm), (K) Exina em MET (t = tecto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina) (1 μm).

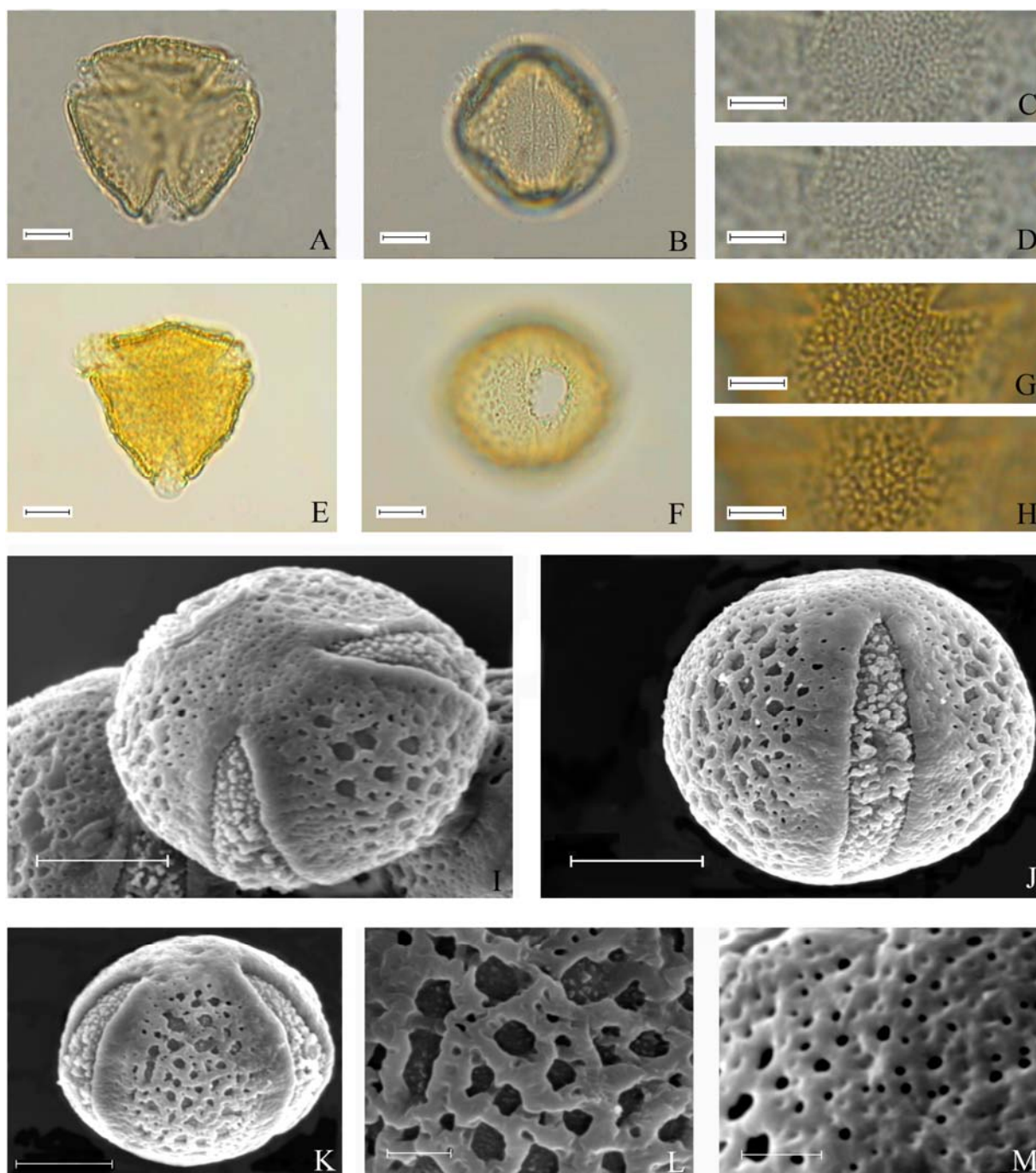


Fig. 9. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. jolyanus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(M) *N. xkhulmanii*: (E) vista polar (10 μm), (F) vista equatorial (10 μm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo, (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm), (I) vista polar, MEV (10 μm), (J) vista equatorial, MEV (10 μm), (K) vista equatorial, mesocolpo, MEV (10 μm), (L) detalhe da ornamentação no mesocolpo MEV (2 μm), (M) detalhe da ornamentação no apocolpo MEV (2 μm).

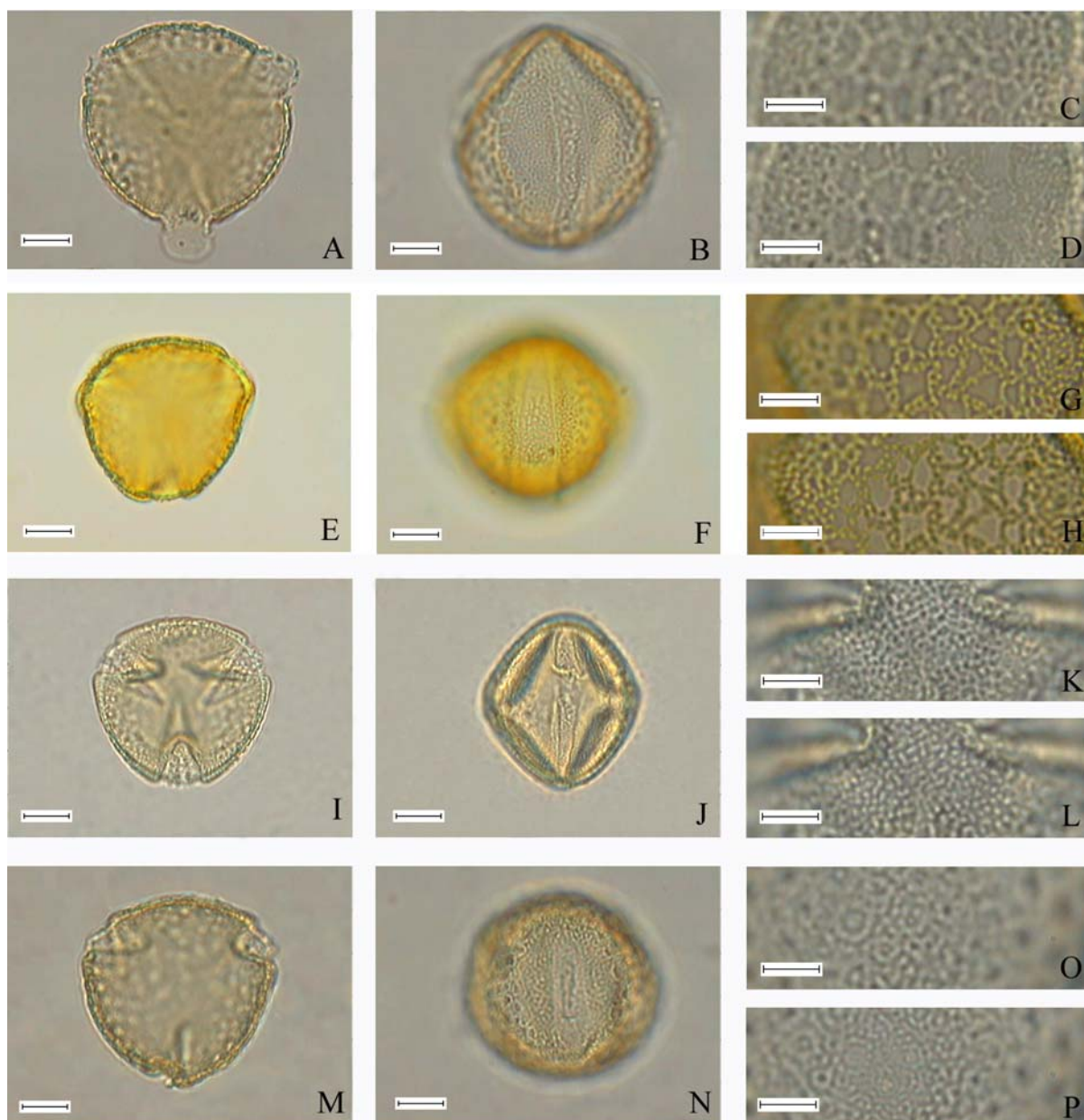


Fig. 10. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. maculatus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(H) *N. x malttosianus*: (E) vista polar (10 μm), (F) vista equatorial (10 μm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm). (I)–(L) *N. monanthos*: (I) vista polar (10 μm), (J) vista equatorial (10 μm), (K)–(L) análise de L.O. no apocolpo, (K) foco alto (5 μm), (L) foco baixo (5 μm). (M)–(P) *N. sericeus* : (M) vista polar (10 μm), (N) vista equatorial (10 μm), (O)–(P) análise de L.O. no mesocolpo, (O) foco alto (5 μm), (P) foco baixo (5 μm).

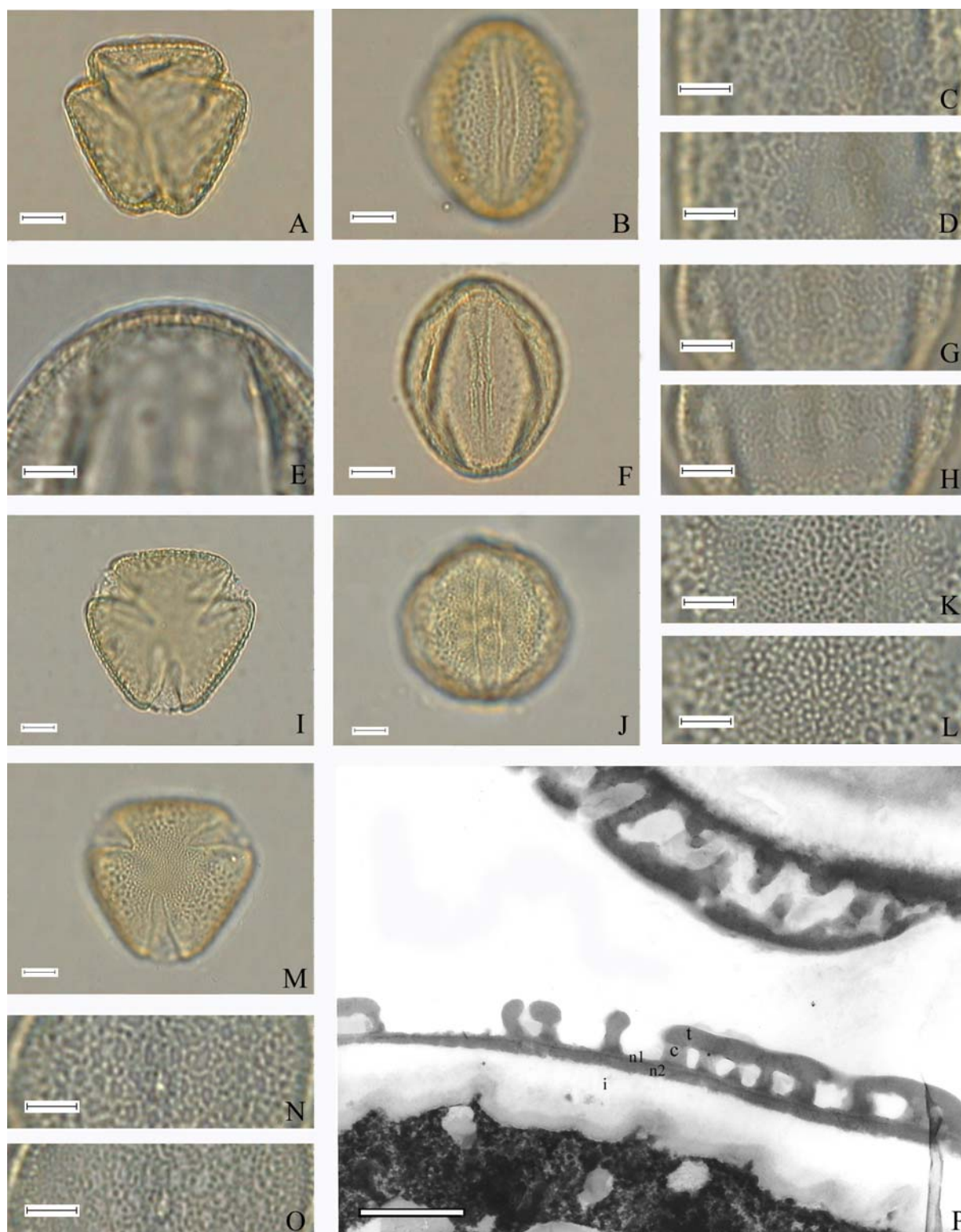


Fig. 11. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. striatus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(H) *N. strigillosus*: (E) corte óptico (5 μm), (F) vista equatorial (10 μm), (G)–(H) análise de L.O. no mesocolpo, (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm). (I)–(P) *N. tessmannii*: (I) vista polar (10 μm), (J) vista equatorial (10 μm), (K)–(L) análise de L.O. no apocolpo, (K) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (M) vista polar, apocolpo (10 μm), (N)–(O) análise de L.O. no mesocolpo, (N) foco alto (5 μm), (O) foco baixo (5 μm), (P) camadas da exina, MET (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina) (1,5 μm).

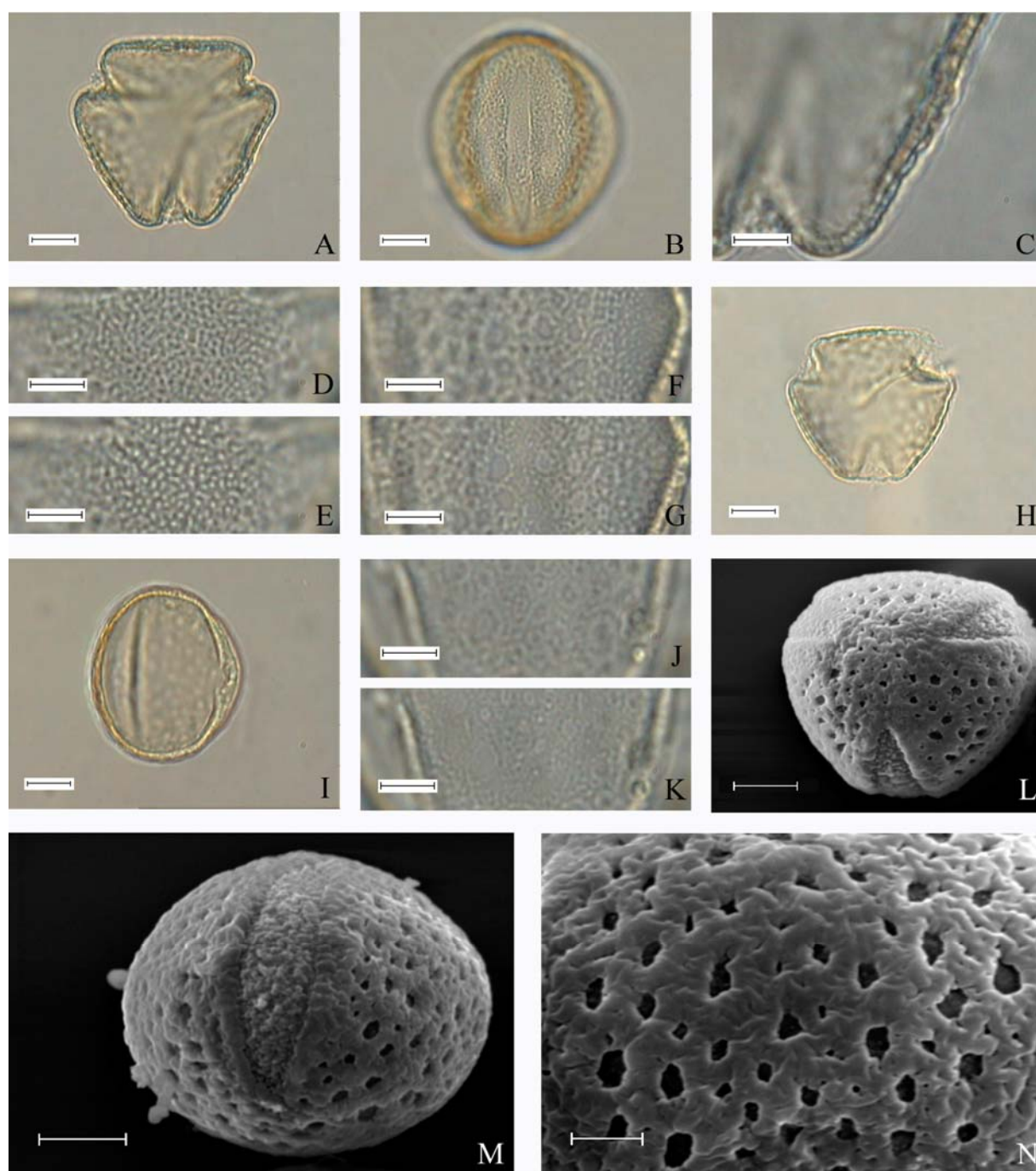


Fig. 12. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(G) *N. villosus*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C) corte óptico (5 μm), (D)–(E) análise de L.O. no apocolpo, (D) foco alto (5 μm), (E) foco baixo (5 μm), (F)–(G) análise de L.O. no mesocolpo, (F) foco alto (5 μm), (G) foco baixo (5 μm). (H)–(N) *N. wettsteinii*: (H) vista polar (10 μm), (I) vista equatorial (10 μm), (J)–(K) análise de L.O. no mesocolpo, (J) foco alto (5 μm), (K) foco baixo (5 μm), (L) vista polar, MEV (5 μm), (M) vista polar, MEV (5 μm), (N) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 μm).

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies estudadas de *Nematanthus* (Figs 13–14) verifica-se que:

- a. os grãos de pólen de *N. tessmannii* e *N. fluminensis*, se separam dos das demais espécies por serem maiores quando se leva em consideração, respectivamente, os diâmetros polar e equatorial em vista equatorial (Fig. 13).
- b. os grãos de pólen de *Nematanthus bradei* e *N. jolyanus*, não se separam entre si, mas separam-se dos das demais espécies por serem menores quando se leva em consideração os valores do diâmetro polar em vista equatorial (Fig. 13A).
- c. quando se leva em consideração o diâmetro polar em vista equatorial (Fig. 13A), as espécies *Nematanthus wettsteinni*, *N. fornix*, *N. gregarius*, *N. sericeus*, *N. ×kuhlmannii*, *N. ×mattosianus* e *N. fissus* formam um grupo contínuo cujos grãos de pólen se separam dos das demais espécies, porém não se separam entre si.
- d. os grãos de pólen de *Nematanthus maculatus*, *N. brasiliensis*, *N. monanthos*, *N. fluminensis* e *N. crassifolius*, com base no diâmetro polar em vista equatorial separam-se dos das demais espécies, mas não se separam entre si pelo teste de Tukey, entretanto as medidas do intervalo de confiança de *N. maculatus*, *N. brasiliensis* e *N. monanthos* não se sobrepõe às de *N. fluminensis* e *N. crassifolius*.
- e. os grãos de pólen das espécies *N. fritschii*, *N. villosus*, *N. striatus* e *N. strigillosus* com base no diâmetro polar em vista equatorial, separam-se dos das demais espécies, mas não se separam entre si pelo teste de Tukey, entretanto pelas medidas do intervalo de confiança é possível separar algumas espécies.
- f. os grãos de pólen das espécies de *Nematanthus* estudadas, quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista polar, formam um grupo contínuo no qual é possível separar algumas espécies; situação similar é encontrada quando tomamos como base o diâmetro

equatorial em vista equatorial, onde, com excessão de *N. fluminensis*, forma-se um grupo contínuo no qual também é possível separar algumas espécies (Figs 13B, 14).

Confrontando-se os grãos de pólen dos materiais de comparação analisados (Tabela 11) com os dos materiais padrão de *Nematanthus*, observa-se que os espécimes de *N. brasiliensis* (E. Edna s.n. (SPF67682) e M. Sazima 1897), *N. crassifolius* (L. Freitas 731), *N. fluminensis* (R. Goldenberg e I. G. Varassin 88, F. R. Martins 2563), *N. fornix* (S. Buzato e M. Sazima 26854), *N. fritschii* (A. Chautems et al. 50), *N. gregarius* (S. Buzato e M. Sazima 26873) e *N. villosus* (P. Martuscelli 63, P. L. Tomasulo et al. 108), encontram-se fora do intervalo de confiança e da faixa de variação dos respectivos materiais padrão. Os demais espécimes encontram-se dentro dos limites do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos materiais padrão correspondentes.

Dos 40 espécimes usados para comparação dos resultados (Tabela 11), 20 deles apresentam variação da forma em relação ao material padrão. Para as espécies *N. bradei*, *N. ×kuhlmannii*, *N. maculatus*, *N. ×mattosianus*, *N. monanthos* e *N. sericeus* não foram analisados materiais de comparação devido a ausência de coletas com botões florais.

Tabela 11. Média aritmética (em μm) das medidas dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE) em vista equatorial e diâmetro equatorial em vista polar (EVP) dos grãos de pólen de *Nematanthus*, dos materiais de comparação (n = 10). \blacksquare = valor dentro do I.C. do espécime padrão; \blacklozenge = valor fora do I.C., mas dentro da faixa de variação do espécime padrão; \blacktriangle = valor fora da faixa de variação.

Espécie/Coletor	DP	DE	EVP	P/E
<i>N. brasiliensis</i>				
E. Edna s.n. (SPF67682)	35,56 \blacktriangle	33,80 \blacktriangle	35,43 \blacktriangle	1,05
L. Rossi e E. L. M. Catharino 1590	41,11 \blacktriangle	42,45 \blacklozenge	44,45 \blacksquare	0,97
M. Sazima 1897	37,67 \blacktriangle	36,77 \blacktriangle	36,19 \blacktriangle	1,02
<i>N. crassifolius</i>				
L. Freitas 731	36,66 \blacktriangle	36,68 \blacktriangle	38,65 \blacktriangle	1,00
O. Handro 937	50,09 \blacktriangle	46,30 \blacksquare	47,40 \blacksquare	1,08
<i>N. fissus</i>				
A. Furlan et al. 1484	41,95 \blacksquare	34,26 \blacklozenge	37,74 \blacklozenge	1,22
P. C. Gardolinski et al. 29900	39,16 \blacklozenge	41,91 \blacklozenge	39,96 \blacksquare	0,93
M. Kirizawa 1233	38,88 \blacklozenge	39,18 \blacksquare	38,11 \blacklozenge	0,99
J. Mattos 9171	41,59 \blacksquare	43,54 \blacktriangle	42,90 \blacklozenge	0,96
J. R. Pirani e O. Yano 757	40,19 \blacklozenge	37,74 \blacksquare	38,06 \blacklozenge	1,06
<i>N. fluminensis</i>				
R. Goldenberg e I. G. Varassin 88	42,26 \blacktriangle	38,06 \blacktriangle	39,66 \blacktriangle	1,11
M. Kuhlmann 4025	48,56 \blacklozenge	49,03 \blacklozenge	47,63 \blacklozenge	0,99
F. R. Martins 2563	40,94 \blacktriangle	43,68 \blacktriangle	41,20 \blacktriangle	0,94
M. D. Moraes 105	44,43 \blacklozenge	45,45 \blacktriangle	46,98 \blacklozenge	0,98
<i>N. fornix</i>				
S. Buzato e M. Sazima 26854	34,55 \blacktriangle	37,71 \blacktriangle	36,11 \blacktriangle	0,92
T. Konno et al. 734	39,23 \blacksquare	35,10 \blacktriangle	38,69 \blacktriangle	1,12
M. Kuhlmann 2904	39,11 \blacksquare	30,65 \blacktriangle	37,44 \blacktriangle	1,28
L. Freitas e A. L. Ravetta 452	38,70 \blacklozenge	36,18 \blacktriangle	37,41 \blacktriangle	1,07
<i>N. fritschii</i>				
A. Chautems et al 50	42,66 \blacktriangle	42,31 \blacktriangle	43,08 \blacktriangle	1,01
S. J. Gomes da Silva e E. P. Piacentin 234	48,05 \blacksquare	44,56 \blacklozenge	44,64 \blacklozenge	1,08
T. P. Guerra e A. Custodio Filho 60	45,43 \blacklozenge	44,36 \blacklozenge	46,56 \blacklozenge	1,02
J. R. Pirani e O. Yano 738	44,85 \blacklozenge	39,55 \blacktriangle	42,23 \blacktriangle	1,13
M. Sazima et al. 31792	42,29 \blacktriangle	43,43 \blacklozenge	43,43 \blacktriangle	0,97
<i>N. gregarius</i>				
S. Buzato e M. Sazima 26873	36,47 \blacktriangle	34,39 \blacktriangle	35,98 \blacktriangle	1,06
A. Custodio Filho 1532	38,51 \blacklozenge	40,41 \blacklozenge	40,41 \blacksquare	0,95
A. Custodio Filho 1544	41,70 \blacklozenge	45,73 \blacklozenge	46,03 \blacktriangle	0,91
A. Custodio Filho e M. Sugiyama 1366	35,26 \blacktriangle	36,36 \blacktriangle	38,88 \blacklozenge	0,97
P. Martuscelli 74	37,85 \blacklozenge	42,99 \blacksquare	41,99 \blacklozenge	0,88
<i>N. jolyanus</i>				
M. G. L. Wanderley e C. F. S. Muniz 752	44,13 \blacktriangle	35,20 \blacklozenge	42,80 \blacklozenge	1,25
S. Romaniuc Neto e M. Kirizawa 198	44,33 \blacktriangle	44,05 \blacktriangle	41,59 \blacklozenge	1,01
S. Sugiyama e M. Kirizawa 1024	41,53 \blacktriangle	35,20 \blacklozenge	37,09 \blacklozenge	1,18

continuação...

Espécie/Coletor	DP	DE	EVP	P/E
<i>N. striatus</i>				
S. J. G. Silva et al. 331	49,98 [♦]	40,95 [♦]	47,04 [♦]	1,22
<i>N. strigillosus</i>				
O. Handro 323	35,99 [▲]	41,28 [♦]	38,98 [▲]	0,87
E. Heringer s.n. (SP41694)	37,31 [▲]	39,35 [♦]	38,29 [▲]	0,95
O. Yano et al. 21974	34,00 [▲]	36,55 [♦]	37,43 [▲]	0,93
<i>N. tessmannii</i>				
A. Chautems e M. Peixoto 415	49,66 [♦]	45,10 [♦]	46,48 [♦]	1,10
Costa et al. 349	47,51 [▲]	40,04	40,85 [▲]	1,19
<i>N. villosus</i>				
P. Martuscelli 63	43,74 [▲]	36,25 [▲]	35,38 [▲]	1,21
P. L. Tomasulo et al. 108	35,38 [▲]	36,41 [▲]	32,81 [▲]	0,97
<i>N. wettsteinnii</i>				
F. Barros et al. 1891	34,33 [♦]	38,03 [■]	35,39 [♦]	0,90
M. Kirizawa et al. 2660	32,60 [▲]	36,18 [♦]	33,93 [▲]	0,90
R. Mello-Silva et al. 890	34,68 [♦]	37,27 [■]	37,19 [■]	0,93

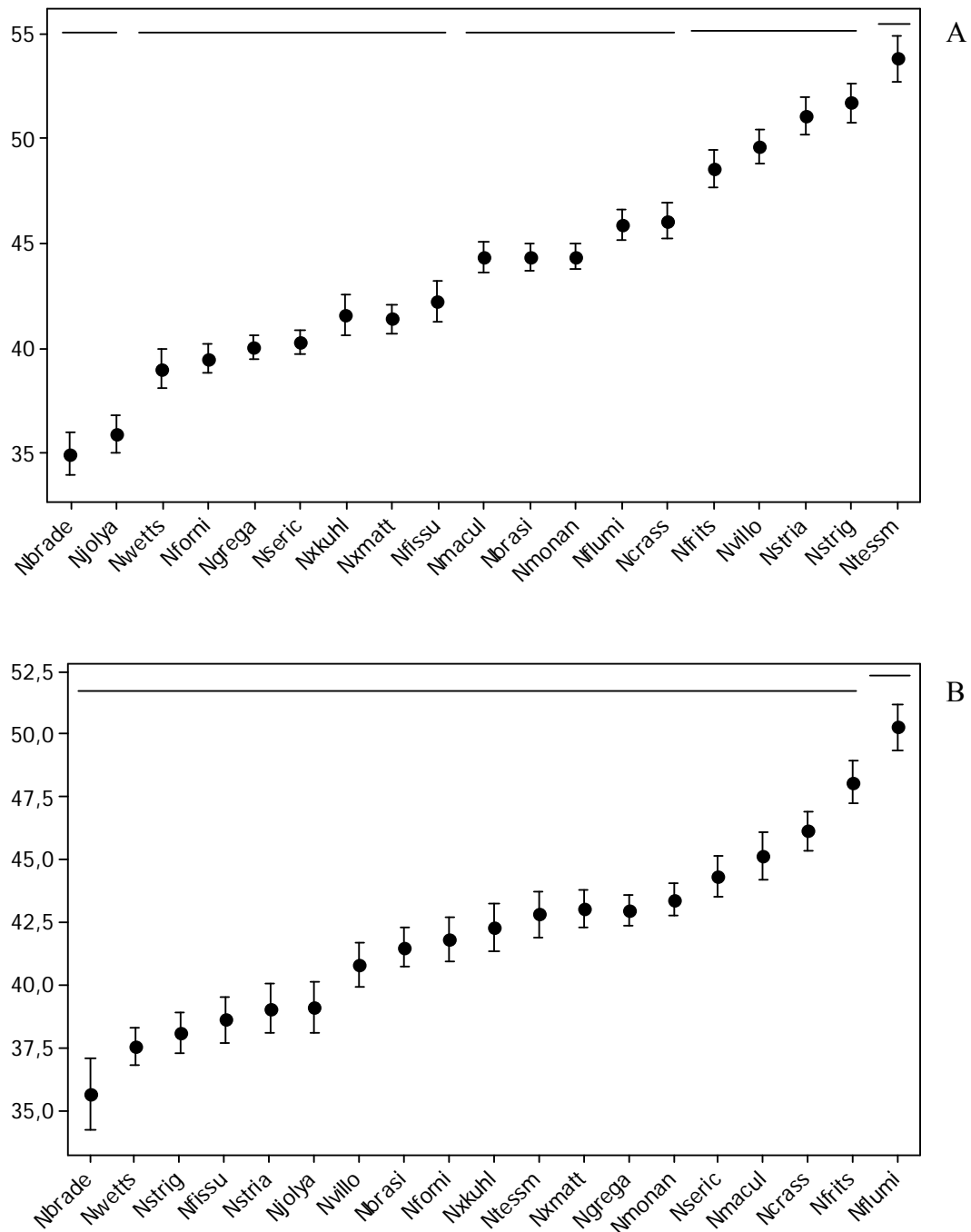


Fig. 13. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus*. (A) Diâmetro polar em vista equatorial, (B). Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nxkuhl = *N. × kuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nxmatt = *N. × mattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigilosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wettstennii*. Os valores são dados em µm.

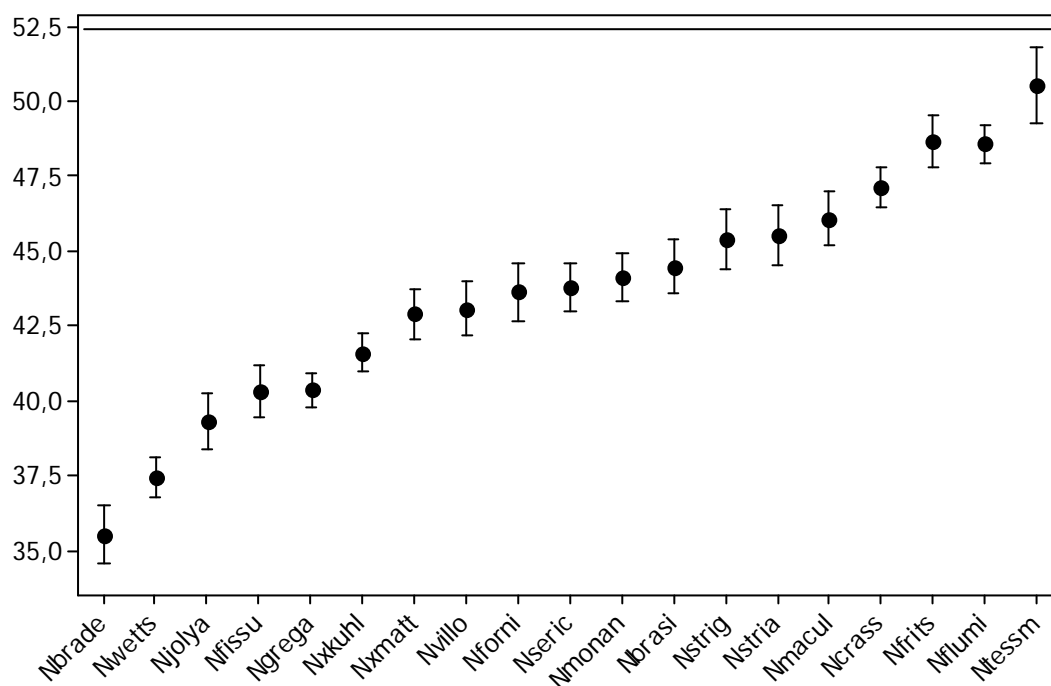


Fig. 14. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus*. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nxkuhl = *N. xkuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nxmatt = *N. xmattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wetstennii*. Os valores são dados em µm.

As espécies estudadas dos gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus* foram submetidas a uma análise de ordenação utilizando 13 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (Tabela 12) e utilizando como método a Análise de Componentes Principais (PCA). A PCA resumiu em seus dois primeiros eixos, 67, 21% da variabilidade total dos dados analisados (Fig. 15).

O primeiro eixo resumiu sozinho, 88,24% da variância em função dos valores associados principalmente de largura da endoabertura (ELAR), e comprimento da endoabertura (ECOM). No lado esquerdo do eixo, ficaram ordenadas todas as espécies do gênero *Codonanthe* e *Nematanthus wettsteinni* principalmente por apresentarem endoaberturas, diferentemente de todas as outras espécies do gênero *Nematanthus* que aparecem ordenadas do lado direito do eixo 1, relacionadas com os maiores valores para quase todas as outras variáveis métricas.

O segundo eixo teve como variável mais relacionada os valores de largura do colpo dos grãos de pólen ($> 0,7$), o que contribuiu para a ordenação, principalmente de *Nematanthus fluminensis* (com maior valor para a variável) que está isolada das demais espécies do gênero *Nematanthus*.

Tabela 12. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrader.

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	0,115	0,127
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	0,110	0,003
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,097	0,230
CCOM (comprimento do colpo)	0,106	- 0,054
CLAR (largura do colpo)	0,111	0,793
ECOM (comprimento da endoabertura)	- 0,670	0,128
ELAR (largura da endoabertura)	- 0,680	0,164
EXIN (exina)	0,031	0,115
SEXI (sexina)	0,041	0,122
NEXI (nexina)	0,077	0,122
TETO (teto)	- 0,038	- 0,003
APOC (apocolpo)	0,137	0,443
FORM (forma)	0,007	0,121

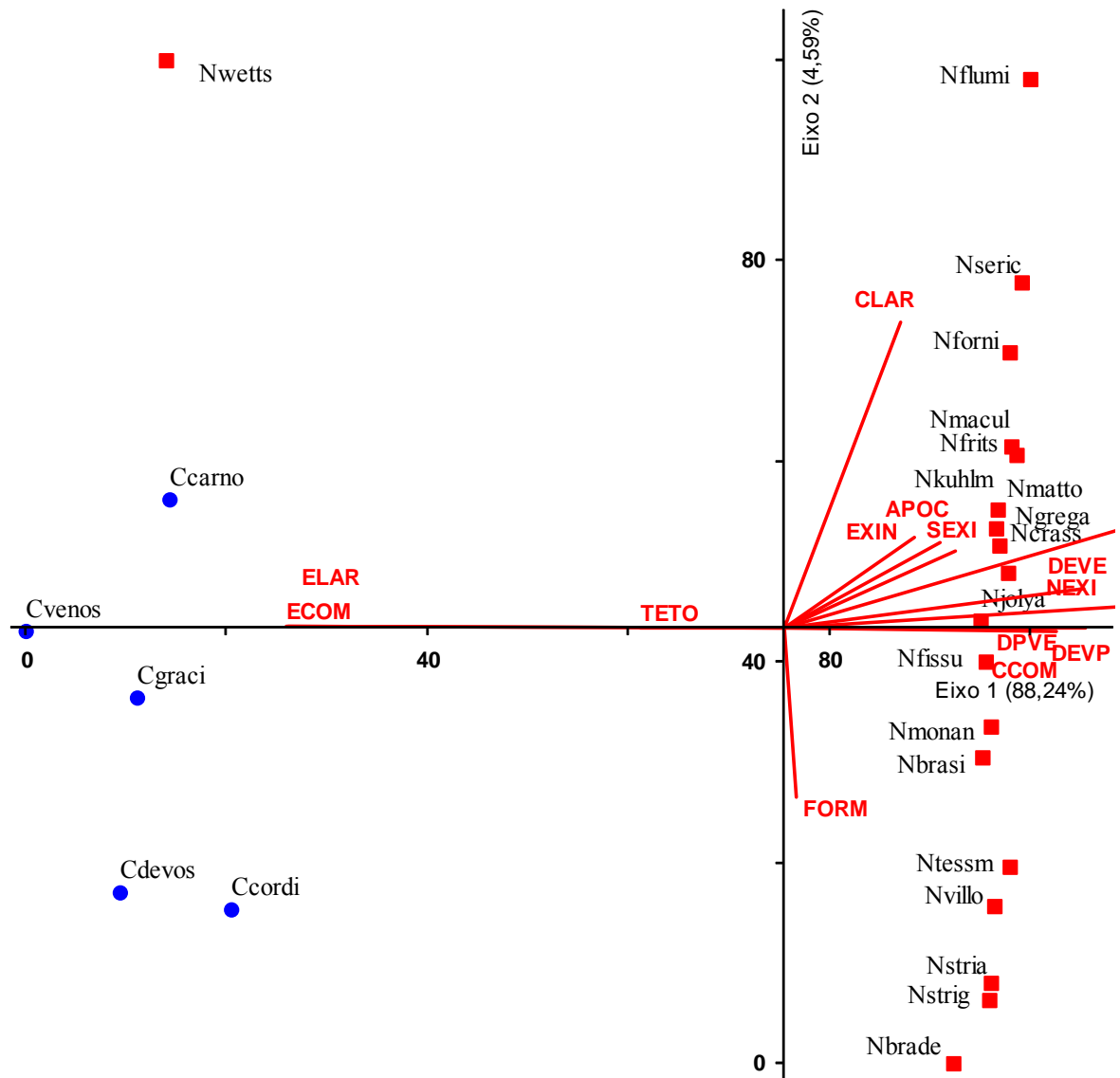


Fig. 15. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Codonanthe* e *Nemananthus*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen (Tabela 12). Ccarno = *Codonanthe carnosus*, Ccordi = *Codonanthe cordifolia*, Cdevos = *C. devosiana*, Cgraci = *C. gracilis*, Cvenos = *C. venosa*, Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nkuhlm = *N. × kuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nxmatt = *N. × mattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wettstennii*. ● = *Codonanthe*, ■ = *Nemananthus*.

Chave polínica para os gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus*, ocorrentes no Estado de São Paulo:

1. grãos de pólen 3-colporados

2. endoaberturas lolongadas; colpos $< 22,50 \mu\text{m}$ de comprimento

3. colpos constritos; número de lumens $\geq 39/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

número de lumens $\geq 38/25 \mu\text{m}^2$ no mesocolpo;

exina ca. $1,81 \mu\text{m}$ de espessura *Codonanthe cordifolia*

3. colpos não constritos; número de lumens $\leq 34/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

número de lumens $\leq 32/25 \mu\text{m}^2$ no mesocolpo;

exina ca. $1,92 \mu\text{m}$ de espessura *Codonanthe devosiana*

2. endoaberturas lalongadas; colpos $> 23 \mu\text{m}$ de comprimento

4. muros duplicolumelados; columelas sob o muro arrançadas

lado a lado formando um círculo ao redor dos lumens;

exina $> 2,00 \mu\text{m}$ de espessura *Nematanthus wettsteinnii*

4. muros simplescolumelados; columelas sob os muros com

distribuição irregular ao redor dos lumens;

exina $< 1,95 \mu\text{m}$ de espessura

5. colpos não constritos; número de lumens $< 25/25 \mu\text{m}^2$ no

apocolpo *Codonanthe venosa*

5. colpos constritos; número de lumens $> 26/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo

6. comprimento do colpo $< 24,00 \mu\text{m}$; endoabertura compr.

$6,64 \mu\text{m}$, larg. $10,14 \mu\text{m}$ *Codonanthe carnosa*

6. comprimento do colpo $> 29,00 \mu\text{m}$; endoabertura

compr. $5,40 \mu\text{m}$, larg. $7,7 \mu\text{m}$ *Codonanthe gracilis*

1. grãos de pólen 3-colpados

7. muros duplicolumelados; na região do mesocolpo, columelas, sob o muro,

arranjadas lado a lado formando um círculo ao redor dos lumens

8. exina $< 1,90 \mu\text{m}$ de espessura;

9. colpo larg. $3,23 \mu\text{m}$; número de lumens $11-13/25 \mu\text{m}^2$

no mesocolpo e $38-44/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo *Nematanthus bradei*

9. colpo larg. $6,39 \mu\text{m}$; número de lumens $5-9/25 \mu\text{m}^2$

no mesocolpo e $9-10/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo *Nematanthus fornix*

8. exina $\geq 2,00 \mu\text{m}$ de espessura;

10. colpo larg. $< 4,00 \mu\text{m}$, compr. $> 38,00 \mu\text{m}$;

11. número de lumens $33-37/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

exina ca. $2,13 \mu\text{m}$ de espessura; margem do

colpo ca. $2,16 \mu\text{m}$ *Nematanthus villosus*

11. número de lumens $24-29/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

exina ca. $2,11 \mu\text{m}$ de espessura; margem do

colpo ca. $1,61 \mu\text{m}$ *Nematanthus strigillosus*

10. colpo larg. $> 5,00 \mu\text{m}$; compr. $< 35,00 \mu\text{m}$

12. número de lumens $4-5/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

exina ca. $2,28 \mu\text{m}$ de espessura; margem

do colpo $2,21 \mu\text{m}$ *Nematanthus sericeus*

12. número de lumens $9-14/25 \mu\text{m}^2$ no apocolpo;

exina ca. $2,15 \mu\text{m}$ de espessura; margem

do colpo $2,01 \mu\text{m}$ *Nematanthus gregarius*

7. muros simplescolumelados; na região do mesocolpo, columelas,
sob o muro, com distribuição irregular ao redor dos lumens

13. lumens grandes na maioria das vezes, circundados

por microrretículos e perfurações

14. colpos sem margem; número de lumens

- 39–43/25 μm^2 no apocolpo *Nematanthus fritschii*
14. colpos com margem; número de lumens 20–37/25 μm^2
no apocolpo
15. largura do colpo > 7,00 μm ; número de lumens
20–23/25 μm^2 no apocolpo; número de lumens
4–6/25 μm^2 no mesocolpo *Nematanthus maculatus*
15. largura do colpo < 6,90 μm ; número de lumens
26–37/25 μm^2 no apocolpo; número de lumens
9–13/25 μm^2 no mesocolpo;
16. exina < 2,05 μm de espessura; colpo larg.
< 4,00 μm , compr. > 40,00 μm *Nematanthus striatus*
16. exina > 2,10 μm de espessura; colpo larg.
> 6,50 μm , compr. < 35,00 μm ;
17. colpo compr. 33,25 μm , larg. 6,85 μm ;
exina ca. 2,11 de espessura *Nematanthus ×mattosianus*
17. colpo compr. 31,43 μm , larg. 6,55 μm ;
exina ca. 2,33 de espessura *Nematanthus ×kuhlmannii*
13. lumens não circundados por microrretículos e perfurações
18. colpos sem margem
19. número de lumens 24–26/25 μm^2 no apocolpo;
exina ca. 2,70 μm de espessura *Nematanthus fluminensis*
19. número de lumens > 30/25 μm^2 no apocolpo;
exina < 2,50 μm de espessura
20. exina ca. 2,46 μm de espessura; colpo
compr. 34,84 μm , larg. 5,40 μm *Nematanthus crassifolius*
20. exina ca. 2,41 μm de espessura; colpo

compr. 37,13 μm , larg. 6,71 μm *Nematanthus brasiliensis*

18. colpos com margem

21. comprimento do colpo < 28,00 μm ;

número de lumens 50–57/25 μm^2 no apocolpo *Nematanthus jolyanus*

21. comprimento do colpo > 30 μm ;

número de lumens 28–48/25 μm^2 no apocolpo

22. exina \geq 2,52 μm de espessura; margem < 1,80 μm ;

número de lumens 42–48/25 μm^2 no apocolpo *Nematanthus fissus*

22. exina < 2,35 μm de espessura; margem \geq 1,90 μm ;

número de lumens 28–38/25 μm^2 no apocolpo

23. colpo compr. 36,99 μm , larg. 6,04 μm ;

exina ca. 2,32 μm de espessura; número de

lumens 35–38/25 μm^2 no apocolpo *Nematanthus monanthus*

23. colpo compr. 44,93 μm , larg. 3,59 μm ;

exina ca. 2,12 μm de espessura; número de

lumens 28–30/25 μm^2 no apocolpo *Nematanthus tessmannii*

Discussão

As espécies dos gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus* estudadas neste trabalho, apresentam na maioria, ornamentação reticulada. No entanto é possível distingui-las quanto à forma (oblato-esferoidal, prolato-esferoidal, subprolata ou prolata), ao tipo de abertura (3-colpados ou 3-colporados), ao tipo de endoaberturas (lolongadas ou lalongadas), presença ou ausência de margens no colpo, muros (simples a duplicolumelados) e também pelas variações na quantidade e tamanho dos lumens dos retículos.

As aberturas normalmente representam um caráter de fácil diagnóstico em palinologia. Em *Nematanthus*, porém, foi difícil distinguir colpos de cólporos, pela dificuldade de visualização da endoabertura quando presente. Verificou-se nos grãos de pólen que apresentam colpo, que este é recoberto por uma membrana que persiste mesmo após a acetólise. Tal membrana é granulada, em especial na região central do colpo, onde a granulação é mais densa, comprometendo sua visualização e dando a impressão de cólporo (endoabertura). Segundo Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007), colpo é uma abertura alongada formada pela falta da sexina, já cólporo, é uma abertura composta consistindo de ectoabertura e endoabertura, sendo esta última caracterizada pela falta de nexina. Os grãos de pólen das espécies de *Nematanthus* aqui estudadas, em sua grande maioria, são classificados como colpados em função da visualização da nexina em corte óptico. No presente estudo, somente os grãos de pólen de *N. wettsteinii* foram considerados 3-colporados, assim como também os grãos de pólen das espécies de *Codonanthe*.

Pela revisão da literatura constatou-se que somente nos trabalhos de Williams (1978), Melhem e Mauro (1973), Roubik e Moreno (1981) e Melhem et al. (2003) foram encontrados dados palinológicos para algumas espécies dos gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus*.

Segundo Chautems e Matsuoka (2003), o gênero *Codonanthe* possui 17 espécies neotropicais, 10 das quais ocorrem em território brasileiro e cinco (as aqui estudadas) são

nativas no Estado de São Paulo. Taxonomicamente, as espécies brasileiras de *Codonanthe* pertencem ao subgênero *Codonanthe*, o qual está subdividido em duas seções, *Spathuliformae* e *Codonanthe*, que são separadas principalmente por características de coloração do fruto e forma da corola (Wiehler e Chautems 1990, Weber 2004). *Codonanthe carnosa*, *C. cordifolia*, *C. devosiana*, *C. gracilis* e *C. venosa*, ocorrentes no Estado de São Paulo são facilmente reconhecidas por características morfológicas externas como forma da folha, forma da corola, coloração dos filetes entre outras (Chautems e Matsuoka, 2003).

Williams (1978), com o objetivo de caracterizar a morfologia polínica da tribo Episcieae, assim como das outras tribos neotropicais de Gesneriaceae, estudou os grãos de pólen de *Codonanthe luteola* Wiehler, proveniente do Panamá. Segundo o autor, *Codonanthe luteola* apresenta grãos de pólen com forma mais oblata a oblato-esferoidal do que prolata, mesocolpo de tamanho reduzidos e sexina finamente reticulada com lumens muito pequenos. As cinco espécies de *Codonanthe* aqui estudadas apresentaram grãos de pólen oblato-esferoidais, prolato-esferoidais ou subprolatos, reticulados, heterobrocados, no entanto comparando-se as ilustrações do autor com as deste trabalho verificou-se que os retículos de *C. luteola* são menores que os aqui descritos.

Roubik e Moreno (1991) ao analisarem 10 espécies da família Gesneriaceae da Ilha de Barro Colorado (Panamá), observaram em *Codonanthe crassifolia* (Focke) Mart. e *C. uleana* Fritsch., grãos de pólen com âmbito circular, suboblato, 3-colpados, colpos longos, reticulados, homobrocados, muros simplescolumelados e lumens com grânulos no seu interior. Essas duas espécies foram separadas pelos autores somente com base em dados quantitativos, dessa forma os maiores grãos de pólen ocorrem em *C. uleana* (ca. 50–70 μm) e os menores em *C. crassifolia* (ca. 35–40 μm). As observações palinológicas para as espécies de *Codonanthe*, apresentadas pelos referidos autores, de um modo geral, são muito semelhantes às aqui encontradas, com diferenças apenas, quanto ao tipo de abertura e quanto

aos lumens, que são aqui definidas como 3-colporadas e sem granulações no interior dos lumens.

As espécies de *Codonanthe* aqui analisadas foram separadas principalmente pelas endoaberturas lalongadas (*C. carnosa*, *C. gracilis* e *C. devosiana*) a lolongadas (*C. cordifolia* e *C. devosiana*), e pela constrição do colpo (*C. carnosa*, *C. cordifolia* e *C. gracilis*) ou não (*C. devosiana* e *C. venosa*). Pelo tipo de abertura e pelos dados quantitativos analisados os grãos de pólen das espécies de *Codonanthe* separam-se dos grãos de pólen da maioria das espécies de *Nematanthus* (exceto *N. wettsteinnii*), e também por apresentarem os menores valores para todas as variáveis mensuradas (principalmente os valores de diâmetros, colpos e lumens).

Segundo Chautems (1988) *Nematanthus*, um gênero endêmico do Brasil, possuía 26 espécies ocorrentes em território brasileiro, nativas das formações de mata atlântica. Chautems et al. (2005) acrescentaram, no gênero *Nematanthus*, cinco novos táxons (*Nematanthus albus* Chautems, *N. kautskyi* Chautems & J. Rossini, *N. punctatus* Chautems, *N. pycnophyllus* Chautems, T. Lopes & M. Peixoto e *N. wiehleri* Chautems & M. Peixoto) ocorrentes nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia, totalizando 31 espécies (entre elas dois híbridos naturais *N. ×kuhlmannii* e *N. ×mattosianus*), e com base nos caracteres morfológicos apresentam uma chave de identificação para os táxons, complementando a chave proposta por Chautems e Matsuoka (2003).

Os grãos de pólen das espécies *Nematanthus bradei*, *N. fissus*, *N. fluminensis* e *N. fritschii* foram estudados por Melhem e Mauro (1973) sob o nome, respectivamente, de *Hypocyrtia bradei* Handro, *H. selloana* Kl. & Hanst., *H. fritschii* (Hoehne) Handro e *Nematanthus fluminensis*. Quanto à ornamentação da exina, Melhem e Mauro (1973) a descreveram, nas espécies acima mencionadas, como pilada no apocolpo e reticulada no mesocolpo, ao passo que, nos espécimes aqui analisados, observou-se que ela é reticulada. Com relação as aberturas, os grãos de pólen de *N. bradei* e *N. fissus* foram descritos, pelas autoras como 3-colporados, enquanto que os de *N. fluminensis*, como 3-colporoidados, divergindo da

descrição aqui apresentada, onde foram descritos como 3-colpados. Quanto ao âmbito, houve discordância entre os resultados apresentados por aquelas autoras e os do presente trabalho sendo que para Melhem e Mauro (1973), *N. bradei* apresentou âmbito e forma, respectivamente, subtriangular e suboblata, *N. fissus*, circular e prolato-esferoidal, *N. fluminensis*, triangular e esférica, e *N. fritschii*, triangular e oblato-esferoidal. No presente estudo constatou-se que o âmbito e a forma são: circular e oblato-esferoidal em *N. bradei*, subtriangular e oblato-esferoidal a subprolata em *N. fissus*, e subcircular e oblato-esferoidal a prolato-esferoidal em *N. fluminensis* e *N. fritschii*.

Melhem e Mauro (1973) estudaram, ainda *Nematanthus gregarius* sob dois nomes: *Gesneria maculata* Mart. e *Hypocyrtia radicans* Kl. & Hanst. Os dados aqui obtidos concordam com os da descrição geral das autoras, para o espécime considerado como *Hypocyrtia radicans*, discordando, no entanto, dos de *Gesneria maculata* quanto à forma e a ornamentação da exina, que segundo Melhem e Mauro (1973) são, respectivamente subprolata e pilada. É possível que essa diferença entre os espécimes estudados, pelas autoras, seja devida a problemas de identificação.

Melhem et al. (2003) estudando palinologicamente a espécie *Nematanthus fornix*, observaram grãos de pólen médios, com âmbito subtriangular, oblato-esferoidais, 3-colpados, sexina reticulada, heterorreticulada, muros largos e sexina mais espessa que a nexina. Os grãos de pólen aqui estudados corroboram os dos autores diferindo, somente, quanto ao âmbito, que foi aqui descrito como circular.

N. ×kuhlmannii, um híbrido natural entre *N. fritschii* e *N. villosus*, tem grãos de pólen significativamente menores que os de *N. fritschii* e *N. villosus*. Este híbrido, no entanto, possui ornamentação como a de *N. fritschii*, ou seja, reticulada com muros simplescolumelados no mesocolpo, e com columelas distribuídas irregularmente ao redor dos lumens, enquanto que os retículos de *N. villosus* apresentam muros duplicolumelados no mesocolpo, com columelas em forma de anel ao redor dos lumens.

N. ×mattosianus outro híbrido natural entre *N. fissus* e *N. fritschii*, tem grãos de pólen com muros simplescolumelados como os das espécies *N. fissus* e *N. fritschii*, porém os grãos de pólen de *N. ×mattosianus* assim como os de *N. fritschii* apresentam lumens grandes, na maioria das vezes circundados por microrretículos e perfurações, o que não ocorre em *N. fissus*. Os três táxons não se separam, tomando por base o tamanho do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen.

Nos grãos de pólen das espécies aqui estudadas de *Nematanthus*, conforme pode se constatar na chave polínica, uma única espécie *N. wettsteinnii* é facilmente isolada por possuir grãos de pólen 3-colporados enquanto que as 18 espécies restantes são 3-colpadas. Características dos retículos como muros simples a duplicolumelados, lumens grandes circundados por microrretículos e perfurações foram úteis na delimitação de grupos de espécies com caracteres polínicos semelhantes. Vale ressaltar ainda, que os dados quantitativos de medidas e números de lumens, comprimento e largura de colpo e espessura da exina também contribuíram para a separação dos grãos de pólen das espécies estudadas do gênero *Nematanthus*.

Com base em estudos de filogenia molecular, Clark et al. (2006) e A. Chautems (dados não publicados) relatam a proximidade de *N. australis* Chautems e *N. wettsteinnii* com as espécies do gênero *Codonanthe*. Através das observações dos grãos de pólen de *N. wettsteinii*, verificou-se que a morfologia polínica corrobora tais conclusões, uma vez que esta espécie é a única do gênero, dentre as aqui estudadas, com abertura 3-colporada, similar àquela apresentada pelas espécies de *Codonanthe*. Também a ordenação por PCA, baseada em caracteres quantitativos, evidenciou a proximidade de *N. wettsteinnii* com *Codonanthe*. Em contraposição, no entanto, os grãos de pólen de *N. wettsteinnii* apresentam muros duplicolumelados e em forma de anel ao redor dos lumens, características compartilhadas com outras espécies de *Nematanthus* (*N. bradei*, *N. fornix*, *N. gregarius*, *N. sericeus*, *N. strigillosus* e *N. villosus*).

É interessante salientar que, segundo Loeuille et al. (dados não publicados), *N. wettsteinnii*, assim como as outras espécies de *Nematanthus*, é polinizada por beija-flores, com características claramente ornitófilas, enquanto as espécies de *Codonanthe* são polinizadas por abelhas, possuindo características nitidamente melitófilas. Essa variação quanto ao tipo de polinizador é uma adaptação que pode aparecer em grupos isolados de espécies e em diferentes gêneros de Gesneriaceae. Ainda segundo Loeuille et al. (dados não publicados), se a polinização por abelhas for considerada um caráter ancestral para o clado que compreende os gêneros *Codonanthe* e *Nematanthus*, então a polinização por beija-flores teria aparecido independentemente duas vezes na história evolutiva destes táxons, no entanto até o momento, os estudos sobre biologia da polinização destes grupos ainda não permitem confirmar definitivamente essa hipótese.

Grãos de pólen reticulados, 3-colpados ou 3-colporados, como os aqui observados nas espécies de *Codonanthe* e *Nematanthus* também foram encontrados em outros gêneros paleotropicals de Gesneriaceae (Luegmayer 1993a, b, Palee et al. 2003). As espécies brasileiras de Gloxinieae apresentam grãos de pólen com ornamentação reticulada, no entanto características peculiares como retículos com lumens grandes circundados por microrretículos e perfurações e, também, muros duplicolumelados não ocorrem nas espécies do gênero *Gloxinia* (Capítulo II). Aberturas 3-colpadas ocorrem, apenas, nas espécies de *Nematanthus*.

Os grãos de pólen de *Codonanthe* e *Nematanthus* (tribo Episcieae) possuem características tanto qualitativas quanto quantitativas que podem ser utilizadas na separação dos táxons, e aliadas a outros caracteres tanto morfológicos quanto moleculares, podem também auxiliar na taxonomia desses gêneros.

Referências

- Barth, O. M. e Melhem, T. S. 1988. Glossário ilustrado de Palinologia. – Editora da Univ. Estadual de Campinas, Campinas.
- Campos, S. M. 1962. Pollen grains of plants of the “Cerrado” – IV. – Rev. Bras. Biol. 22: 307–315.
- Chautems, A. 1988. Révision taxonomique et possibilités d’hybridations de *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae), genre endémique de la forêt côtière brésilienne. – Diss. Bot. 112: 1–226.
- Chautems, A. e Matsuoka, C. Y. K. 2003. Gesneriaceae. – In: Wanderley, M. G. L. et al. (coords.), Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Vol. 3. Fapesp: Rima, São Paulo, pp. 75–103.
- Chautems, A. et al. 2005. Five new species of *Nematanthus* Schrad. (Gesneriaceae) from Eastern Brazil with a revised key to the genus. – Selbyana 25: 210–224.
- Clark, J. L. et al. 2006. Phylogenetic relationships and generic boundaries in the Episcieae (Gesneriaceae) inferred from nuclear, chloroplast, and morphological data. – Taxon 55: 313–336.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. – Sv. Bot. Tidskr. 54: 561–564.
- Fægri, G. e Iversen, J. 1966. Textbook of modern pollen analysis. 2nd ed. – Scandinavian University Books, Copenhagen.
- Fritsch, K. 1894. Gesneriaceae. In: Engler, A. and Prantl, K. (eds.), Die natürlichen Pflanzenfamilien. Vol. 4. Ducker and Humblot, Berlin, ars 3b, pp. 145–185.
- Haddad, A. et al. 1998. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. – Sociedade Brasileira de Microscopia, Rio de Janeiro, Brasil.

- Holmgren, P. K. e Holmgren N. H. 2007. (onwards). Index Herbariorum. New York Botanical Garden. <<http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp>>, acesso 20 Dez 2007.
- Luegmayer, E. 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. – *Blumea* 38: 25–38.
- Luegmayer, E. 1993b. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). – *Grana* 32: 221–232.
- McCune, B. e Mefford, M. J. 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. – MjM Software Design, Oregon.
- Melhem, T. S. e Mauro C. 1973. Pollen morphological studies in Gesneriaceae. – *Hoehnea* 3: 13–27.
- Melhem, T. S. et al. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). – *Bol. Inst. Bot. (São Paulo)* 16: 1–104.
- Moore, H. E. 1973a. Comments on cultivated Gesneriaceae. – *Baileya* 19: 35–414.
- Moore, H. E. 1973b. A synopsis of the genus *Codonanthe* (Gesneriaceae). – *Baileya* 19: 4–34.
- Palee, P. et al. 2003. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. – *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 51: 225–240.
- Prance, G. T. 1973. Gesneriads in the ant gardens of the Amazon. – *The Gloxinian* 23: 27–28.
- Punt, W. et al. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. – *Rev. Paleobot and Palynol.* 143: 1–81.
- Roubik, D. W. e Moreno P., J. E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island – *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 36: 1–268.
- Sabatini, D. D. et al. 1963. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. – *J. Cell. Biol.* 17: 19–58.

- Salgado-Labouriau, M. L. et al. 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. – Grana Palynol. 6: 98–105.
- Shepherd, G. J. 1996. Fitopac 1: Manual do usuário. Depto de Botânica, Univ. Estadual de Campinas, Brasil.
- Smith, J. F. 2000a. A phylogenetic analysis of tribes Beslerieae and Napeantheae (Gesneriaceae) and evolution of fruit types: parsimony and maximum likelihood analyses of *ndhF* sequences. – Syst. Bot. 25: 72–81.
- Smith, J. F. 2000b. Phylogenetic resolution within the tribe Episcieae (Gesneriaceae): congruence of ITS and *ndhF* sequences from parsimony and maximum-likelihood analyses. – Amer. J. Bot. 87: 883–897.
- Smith, J.F. e Carroll, C.L. 1997. A cladistic analysis of the tribe Episcieae (Gesneriaceae) based on *ndhF* sequences: origin of morphological characters. – Syst. Bot. 22: 713–724.
- Smith, J. F. et al. 1997. Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. – Ann. Miss. Bot. Gard. 84: 50–66.
- Vieira, S. 1981. Introdução à Bioestatística. – Campus, Rio de Janeiro.
- Weber, A. 2004. Gesneriaceae. – In: Kubitzki, K. and Kadereit, J. W. (eds.), The Families and Genera of Vascular Plants. Vol. 7. Springer Verlag, Berlin, pp. 63–158.
- Wiehler, H. 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. – *Selbyana* 6: 1–219.
- Wiehler, H. e Chautems, A. 1990. Gesneriad seminar series: the biology of *Codonanthe*. – Gesneriad Research Foundation, Sarasota, FL, USA.
- Williams, N. H. 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. – *Selbyana* 2: 310–322.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. – Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Zimmer, E. A. et al. 2002. Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. – Amer. J. Bot. 89: 296–311.

Palinologia de espécies brasileiras da tribo Sinningieae (Gesneriaceae, Gesnerioideae)

Eduardo Custódio Gasparino^{1,3}, Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros¹ e Alain Chautems²

1. Caixa Postal 3005, 01061-970, São Paulo, SP, Brasil
 2. Conservatoire et Jardin Botaniques de La Ville de Genève, C.P. 60, CH-1292, Chambésy, Genève, Suisse
 3. autor para correspondência: ebotanic@hotmail.com
- Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Hoehnea

ABSTRACT - (Palynology of Brazilian species of Sinningieae (Gesneriaceae)). The pollen grains of 38 Brazilian species of Sinningieae (Gesneriaceae) were studied. The pollen material was acetolized, measured and illustrated using light microscopy, in some cases using scanning and transmission microscopy. The data obtained were statistically analysed. The pollen grains are medium in size, isopolar, 3-colpate (*Paliavana werdermannii*) or 3-colporate (*Paliavana sericiflora*, *Sinningia* and *Vanhouttea calcarata*) with lolongate endoaperture, and reticulate (*Paliavana sericiflora*) or microrreticulate (in the others species). The data allow to separate some species, and the pollen characteristics are useful for the taxonomy study of these genera.

Key words: pollen grains, *Paliavana*, *Sinningia*, *Vanhouttea*

RESUMO - (Palinologia de espécies brasileiras da tribo Sinningieae (Gesneriaceae). Foram estudados os grãos de pólen de 38 espécies brasileiras da tribo Sinningieae (Gesneriaceae). Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos e fotografados, sob microscopia de luz, e em alguns casos sob microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. As medidas receberam tratamento estatístico. Os grãos de pólen são médios, isopolares, 3-colpados (*Paliavana werdermannii*) a 3-colporados (*Paliavana sericiflora*, *Sinningia* e *Vanhouttea calcarata*) com endoabertura lolongadas, reticulados (*P. sericiflora*) a microrreticulados (demais espécies). Com base nos resultados obtidos foi possível a separação da maioria das espécies, cuja morfologia polínica poderá contribuir nos estudos taxonômicos destes gêneros.

Palavras-chave: grãos de pólen, *Paliavana*, *Sinningia*, *Vanhouttea*

Introdução

Sinningieae Fritsch, uma tribo neotropical de Gesneriaceae, com três gêneros, *Sinningia* Ness, *Paliavana* Vand. e *Vanhouttea* Lem. e cerca de 80 espécies, ocorre desde a América Central, até o Norte da Argentina, possuindo uma ampla diversidade no Sudeste brasileiro, em especial na Mata Atlântica (Wiehler 1983, Chautems & Weber 1999, Chautems *et al.* 2000, Perret *et al.* 2003, 2007). A tribo apresenta ampla diferenciação morfológica, variando quanto ao hábito, tipo de inflorescência, e forma da corola (Perret *et al.* 2003).

O gênero *Sinningia* é caracterizado por apresentar ervas perenes ou anuais, com tubérculos e pela diversidade de formas da corola, enquanto *Paliavana* e *Vanhouttea* são subarbustos com ou sem tubérculos e possuem, respectivamente, corola campanulada e flores tubulares vermelhas (Chautems & Weber 1999, Perret *et al.* 2003).

Sinningia, *Paliavana* e *Vanhouttea* foram incluídos por Wiehler (1983) na tribo Gloxinieae junto com mais outros 17 gêneros, contudo, a ausência de rizomas e a presença de tubérculos distinguem estes gêneros dos outros dentro de Gloxinieae, segundo Wiehler (1983) e Boggan (1991). Baseados principalmente em dados moleculares e caracteres morfológicos Smith *et al.* (1997) e Zimmer *et al.* (2002) confirmaram a monofilia de Sinningieae e propuseram a transferência de *Sinningia*, *Paliavana* e *Vanhouttea*, até então, tratados dentro da tribo Gloxinieae para a tribo Sinningieae, proposta anteriormente por Fritsch (1894).

Perret *et al.* (2003) ao estudarem a sistemática e a evolução de Sinningieae, confirmaram a monofilia da tribo tal como proposta pelos trabalhos de Smith *et al.* (1997) e Zimmer *et al.* (2002). Os autores dividiram ainda, a tribo em três grande clados ou linhagens (*Dircaea*, *Corytholoma* e *Sinningia*) e outros dois pequenos clados divergentes e basais (“free calyx lobes *Vanhouttea*, *Thamnoligeria*”). Naquele trabalho, Perret *et al.* (2003), propuseram a inclusão de *Paliavana* e *Vanhouttea* no gênero *Sinningia* e, consideraram, ainda, que os clados encontrados na filogenia do grupo poderiam ser considerados subgêneros, em futuros estudos.

A forma, a coloração e a fragrância das flores, assim como a composição do néctar, são características que indicam adaptações das espécies de *Sinningieae* para a polinização por beija-flores, abelhas, morcegos e mariposas (Vogel 1969, Silberbauer-Gottsberger & Gottsberger 1975, Snow & Teixeira 1982, Proctor *et al.* 1996, Sazima *et al.* 1996, Chautems *et al.* 2000, Buzato *et al.* 2000, Vasconcelos & Lombardi 2000, Perret *et al.* 2001). Segundo Perret *et al.* (2003) ocorrem espécies adaptadas a diferentes polinizadores, principalmente beija-flores e abelhas, nos principais clados da tribo *Sinningieae*, indicando uma variação das síndromes de polinização por toda a tribo.

Existem dados sobre a morfologia dos grãos de pólen da família *Gesneriaceae* nos trabalhos de Erdtman (1952), Campos (1962), Melhem & Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Felice *et al.* (1981), Fritze & Williams (1988), Roubik & Moreno (1991), Luegmayer (1993a, b), Zhi-Jian *et al.* (1995, 1997), Xifreda (1996), Schlag-Edler & Kiehn (2001), Melhem *et al.* (2003), Palee *et al.* (2003) e Weber (2004). Contudo, somente os trabalhos de Campos (1962), Williams (1978), Felice *et al.* (1981), Melhem & Mauro (1973) e Melhem *et al.* (2003) descrevem a morfologia polínica de algumas espécies da tribo *Sinningieae*.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a morfologia polínica de espécies brasileiras da tribo *Sinningieae* (em especial as nativas do Estado de São Paulo), visando, através dos dados qualitativos e quantitativos dos grãos de pólen, contribuir para estudos taxonômicos das espécies dos gêneros *Sinningia*, *Paliavana* e *Vanhouttea*.

Material e métodos

Foram analisadas palinologicamente 38 espécies brasileiras, duas de *Paliavana*, 35 de *Sinningia* e uma de *Vanhouttea* (tribo Sinningieae). As coletas priorizaram os municípios do Estado de São Paulo; entretanto foram incluídos também táxons distribuídos pelo nordeste, sudeste, sul e centro-oeste do Brasil. O material polínico foi obtido de exsicatas dos herbários SP, SPF (acrônimos de acordo com Holmgren & Holmgren 2007) ou de material fresco. Para cada espécie escolheu-se um espécime que foi considerado como padrão (assinalado, com asterisco, na listagem abaixo), no qual foram efetuadas todas as medidas e observações necessárias para caracterização dos grãos de pólen. Procurou-se estudar, sempre que possível outros espécimes de cada espécie, sendo estes denominados materiais de comparação.

Segue a relação dos materiais estudados:

Paliavana sericiflora Benth.: BRASIL. MINAS GERAIS: Santana do Riacho, Serra do Cipó, 23-V-1996, M.G.L. Wanderley et al. 2082 (SP)*. *P. werdermanni* Mansf.: BRASIL. BAHIA: Caetité, arredores de Brejinho das Ametistas, 12-III-1994, N. Roque et al. 14971 (SP)*. *Sinningia aggregata* (Ker Gawl.) Wiehler: BRASIL. MINAS GERAIS: Joaquim Felício, Serra do Cabral, 18-VIII-2002, G. Hatschbach et al. 73481 (SP)*. PARANÁ: Caiobá, 35 km ao sul de Paranaguá, 7-XI-1947, F.C. Hoehne s.n. (SP56358). SÃO PAULO: Itararé, Rio Itararé, X-1965, J. Mattos & C. Moura 12882 (SP); idem, sudeste de Itararé, 29-X-1965, J. Mattos & C. Moura 14960 (SP); Salto, 5-XI-1943, A.S. Lima s.n. (SP51784). *S. allagophylla* (Mart.) Wiehler: BRASIL. SÃO PAULO: Atibaia, 26 km a oeste de Atibaia, 24-X-1960, G. Eiten & L.T. Eiten 2432 (SP); Mogi Guaçu, Fazenda Campininha, 5-IV-1966, E. Kuhn 162 (SP); Pirassununga, Cerrado de Emas, 15-X-1979, M. Kirizawa 487 (SP)*; São José dos Campos, Vale do Córrego da Ressaca, 20-XII-1961, I. Mimura 153 (SP); idem, Vale do Córrego da Ressaca, 22-XI-1967, I. Mimura 576 (SP). *S. araneosa* Chautems: BRASIL. SÃO PAULO, Altinópolis, morro do forno, 17-III-1994, W. Marcondes-Ferreira et al. 783 (SP)*. *S. brasiliensis* (Regel & Schmidt) Wiehler & Chautems: BRASIL. MINAS GERAIS: Teófilo

Otoni, 11-XII-1962, *J. Mattos & H. Bicalho 11046* (SP)*. *S. calcaria* (Dusen ex Malme)
 Chautems: BRASIL. PARANÁ: Rio Branco, 6-X-1929, *F.C. Hoehne s.n.* (SP24371). SÃO
 PAULO: Guapiara, Fazenda Intervales, 26-IV-1995, *M.L. Kawasaki et al. 679* (SP)*; Iporanga,
 bairro dos caboclos, 18-VI-1951, *A.B. Joly 1243* (SP). *S. canescens* (Mart.) Wiehler:
 BRASIL. PARANÁ: Ponta Grossa, buraco do padre, 27-X-1995, *O.S. Ribas & L.B.S. Pereira*
897 (SPF)*; Vila Velha, X-1944, *R. Hertel 19* (SP). SÃO PAULO: Itararé, Campo de São
 Pedro, XII-1966, *J. Mattos & N. Mattos s.n.* (SP155981); idem, Fazenda Santa Maria do
 Espinho, 2-X-1993, *C.M. Sakuragui et al. 447* (SP); idem, estrada Itararé-Bonsucesso, 14-XI-
 1994, *V.C. Souza et al. 7347* (SP). *S. cooperi* (Paxt.) Wiehler: BRASIL. SÃO PAULO: Cunha,
 Parque Estadual da Serra do Mar, 7-II-1992, *S. Buzato & M. Sazima 26871* (SPF)*; idem,
 cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, 12-I-1953, *M.A. Pereira s.n.* (SP50032); idem,
 Reserva Florestal, 13-II-1981, *M.G.L. Wanderley 288* (SP); São Paulo, cultivada no Jardim
 Botânico, 22-I-1959, *O. Handro 851* (SP). *S. curtiflora* (Malme) Chautems: BRASIL. SANTA
 CATARINA: Ponta Alta, rodovia SC-425, 11-XI-1996, *O.S. Ribas et al. 1215* (SPF). SÃO
 PAULO: Eldorado Paulista, Parque Estadual Jacupiranga, 14-II-1995, *H.F. Leitão Filho et al.*
33274 (SP)*; Rio Vermelho, beira da rodovia, 14-II-1995, *P.H. Miyagi et al. 439* (SP). *S.*
defoliata (Malme) Chautems: BRASIL. MINAS GERAIS: Ituiutaba, aroeira, 28-X-1951, *J.J.*
Maciel 3382 (SP)*. *S. douglasii* (Lindl.) Chautems: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Parati, estrada
 de terra Parati-Cunha, 20-XIII-1987, *M. Kirizawa & E. Ieda 1890* (SP). SÃO PAULO: Bananal,
 Serra da Bocaina, 27-IX-1994, *R.T. Shirasuna et al. 51* (SP); Campos do Jordão, perto da
 sede do Parque Estadual, 30-X-1974, *J. Mattos 16196* (SP); São Paulo, Serra da Cantareira,
 13-X-1957, *O. Handro 704* (SP)*. *S. elatior* (Kunt.) Chautems: BRASIL. MATO GROSSO DO
 SUL: Brasilândia, estrada Porto João André-Brasilândia, 26-XI-1992, *E.L.M. Catharino et al.*
1825 (SP). PARANÁ: Jaguariaívu, margem do Rio Diamante, 12-I-1983, *J.R. Pirani et al. 396*
 (SP). SÃO PAULO: Itararé, Fazenda São Nicolau, 12-II-1995, *P.H. Miyagi et al. 436* (SP)*;
 São Paulo, junto à represa, 21-IV-1966, *B.C. Teixeira 144* (SP). *S. eumorpha* H.E. Moore:

BRASIL. SÃO PAULO: Botucatu, cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, XII-1935, A. Gehrt s.n. (SP35064)*. *S. gigantifolia* Chautems: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 27-II-1955, A. Abendroth 5c (SP)*. *S. glazioviana* (Fritsch) Chautems: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Parati, cabeceiras do Rio Funil, 7-XI-1956, M; Kuhlmann 4022 (SP). SÃO PAULO: Areias, Serra da Bocaina, 4-V-1997, A. Rapini 285 (SP)*; São José do Barreiro, campos da Bocaina, 30-V-1958, M. Kuhlmann 4420 (SP). *S. harley* Wiehler & Chautems: BRASIL. BAHIA, Abaíra, estrada Catolés-Barra, 20-II-1992, R.M. Harley et al. 51552 (SP)*. *S. incarnata* (Aubl.) Denham: BRASIL. MARANHÃO: Loreto, região da Ilha de Balsas, 21-IV-1962, G. Eiten & L.T. Eiten 4343 (SP)*; idem, região da Ilha de Balsas, 10-II-1970, G. Eiten & L.T. Eiten 10532 (SP). *S. insularis* (Hoehne) Chautems: BRASIL. SÃO PAULO: São Sebastião, Iha de Alcatrazes, 1-IX-1988, L. Rossi et al. 435 (SP)*. *S. leopoldi* (Scheidw. Ex Planch.) Chautems: BRASIL. SANTA CATARINA, Porto Belo, perto da Praia de Bombas, 17-IV-1980, O. Yano 2452 (SP)*. *S. macropoda* (Sprage) H.E. Moore: BRASIL. PARANÁ: Campo Largo, Rio das Pombas, 2-II-1947, G. Hatschbach 625 (SP)*. SÃO PAULO: São Paulo, cultivada no Jardim Botânico, XI-1951, A.S. Pires s.n. (SP56331). *S. macrostachya* (Lindl.) Chautems: BRASIL. RIO GRANDE DO SUL: Porto Alegre, Glória, 19-XI-1932, B. Rambo 97 (SP)*. *S. magnifica* (Otto & Dietr.) Wiehler: BRASIL. MINAS GERAIS: Caldas, Morro do Chapéu, 16-XII-1989, A. Chautems & M. Peixoto 364 (SP); idem, Pedra Branca, 25-I-2007, S.E. Martins et al. 989 (SP)*; Ouro Preto, Morro de São João, 25-III-1900, J.J.F. Rabello Junior s.n. (SP18665). SÃO PAULO: Atibaia, Pedra Grande, 18-III-1938, O. Handro s.n. (SP39241); São Paulo, cultivada no Jardim Botânico, X-1954, O. Handro 406 (SP). *S. mauroana* Chautems: BRASIL. São Paulo: Cananéia, Ilha do Cardoso, 9-IV-1991, F. Barros 2250 (SP); Iguape, Estação Ecológica Juréia, 28-V-1996, L.P. Queiroz et al. 4492 (SP)*. *S. nivalis* Chautems: BRASIL. SANTA CATARINA: Urubici, Cachoeira Vale da Noiva, 8-XII-2000, G. Hatschbach et al. 71682 (SP)*. *S. reitzii* (Hoehne) L.E. Skog: BRASIL. SÃO PAULO: Corupá, cultivada no Sítio Primavera - Mogi Guaçu, A. Chautems & M. Peixoto *. *S.*

aff. *reitzii* (Hoehne) L.E. Skog: BRASIL. SÃO PAULO: Iporanga, estrada Apiaí, 23-XII-1989, A. Chautems & M. Peixoto 372 (SP)*. *S. rupicola* (Mart.) Wiehler: BRASIL. MINAS GERAIS: Caeté, Serra da Piedade, 5-XII-1993, O. Yano et al. 21968 (SP)*. *S. aff. rupicola* (Mart.) Wiehler: BRASIL. MINAS GERAIS: Belo Horizonte, cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, 24-XI-1939, A. Gehrt s.n. (SP41742)*. *S. sceptrum* (Mart.) Wiehler: BRASIL. MINAS GERAIS: Coronel Pacheco, Fazenda Boa Ventura, 19-II-1942, E.P. Heringer 939 (SP)*. *S. schiffneri* Fritsch: BRASIL. SÃO PAULO: Iguape, Reserva da Juréia, 15-III-1990, I. Cordeiro et al. 525 (SP)*; idem, Estação Ecológica da Juréia, 11-III-1992, L. Rossi et al. 1040 (SP). *S. sellovi* (Mart.) Wiehler: BRASIL. PARANÁ: Guaíra, Sete Quedas, 13-XII-1992, O. Yano s.n. (SP257978). SANTA CATARINA: Chapecó, estrada para Seara, 22-IV-1983, J.R. Pirani & O. Yano 600 (SP)*. *S. speciosa* (Lodd.) Hiern: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Rio de Janeiro, cultivada na estufa do Butantã, 1-XII-1922, F.C. Hoehne 2596 (S)*. *S. striata* (Fritsch) Chautems: BRASIL. MINAS GERAIS: Caldas, Pedra Branca, 17-XII-1989, A. Chautems & M. Peixoto 366a (S)*; idem, Pedra Branca, 25-I-2007, S.E. Martins et al. 988 (SP). *S. tuberosa* (Mart.) H.E. Moore: BRASIL. MINAS GERAIS: Rio Preto, localidade de Funil, 22-II-1999, R. Mello-Silva et al. 1653 (SP)*; sem município, cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, 20-II-1997, M. Kirizawa 3329 (SP). *S. warmingii* (Hiern) Chautems: BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, I-1953, F.C. Hoehne s.n. (SP56341)*; idem, cultivada no Jardim Botânico de São Paulo, II-1952, A.S. Pires s.n. (SP56330). *Sinningia sp.*: BRASIL. SÃO PAULO, Alto Ribeirão, cultivada no sítio Primavera - Mogi Guaçu, A. Chautems & M. Peixoto s.n.*. *Vanhouttea calcarata* Lem.: BRASIL. RIO DE JANEIRO: Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 12-III-2001, C.B. Costa et al. 493 (SP)*.

Os materiais polínicos foram preparados pelo método de acetólise de Erdtman (1960), acrescido das modificações citadas em Melhem *et al.* (2003) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau *et al.* 1965). Para os diâmetros dos grãos de pólen foi dada a

faixa de variação e realizada análise estatística, sendo calculados: a média aritmética (\bar{x}), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, camadas da exina e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se, apenas, a média aritmética. As comparações das médias dentro de cada gênero foram feitas através da análise de variância, seguida do teste de Tukey (Vieira 1981, Zar 1996). Esses dados foram representados por gráficos usando o pacote estatístico MINITAB 10.3 para Windows (2003). Os resultados finais do teste de Tukey foram representados, por linhas horizontais na parte superior dos gráficos dos intervalos de confiança, unindo os valores que não se apresentaram significativamente diferentes.

Foram utilizados grãos de pólen não acetolisados para a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV) seguindo o proposto em Melhem *et al.* (2003). Já a técnica de preparação dos grãos de pólen para microscopia eletrônica de transmissão (MET) seguiu Sabatini *et al.* (1963) e Haddad *et al.* (1998).

Os grãos de pólen foram observados, medidos e fotografados sob microscopia óptica, com auxílio de uma câmara de vídeo Sony, acoplada a um fotomicroscópio Olympus modelo BX50. As imagens foram enviadas para um microcomputador (PC) e tratadas pelo software Image Pro-plus, versão 3.0 para Windows. Imagens digitais da superfície dos grãos de pólen também foram obtidas sob microscópio eletrônico de varredura modelo PHILIPS XL Serie XL 20, S/W, ver. 5.21. Já a captura das imagens sob microscopia eletrônica de transmissão, foram realizadas utilizando-se um microscópio PHILIPS EM 208 do Instituto Biológico de São Paulo.

A análise de componentes principais (PCA) foi realizada a fim de verificar se as medidas tomadas nos grãos de pólen a partir do material padrão, assim como suas características de ornamentação, permitiam ordenar as espécies entre si. Esta análise foi realizada inicialmente com a utilização do programa Fitopac (Shepherd 1996), para a

transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x + 1)$], e posteriormente, do programa PC-ORD versão 7 (McCune & Mefford 1999) para a ordenação a partir de matriz de covariância.

Os termos polínicos adotados nas descrições dos grãos de pólen baseiam-se nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt *et al.* (2007), enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguem Faegri & Iversen (1966).

Resultados

As espécies aqui estudadas da tribo *Sinningieae* (figuras 1-127, tabelas 1-5) apresentam grãos de pólen médios (tabelas 1-3); isopolares; âmbito circular (figuras 1, 9, 12, 23, 26, 32, 47, 50, 53, 56, 59, 62, 65, 68, 71, 80, 83, 86, 89, 95, 98, 100, 103, 106, 113, 116, 120), subcircular (*Sinningia canescens*, *S. curtiflora* e *S. defoliata*, figuras 29, 35, 38) a subcircular-lobado (*Sinningia allagophylla*, *S. douglasii*, *S. magnifica*, *S. rupicola* e *S. striata*, figuras 17, 41, 74, 93, 108); área polar muito pequena (tabela 1); oblato-esferoidais (*Sinningia schiffneri*), prolato-esferoidais (*Sinningia aggregata*, *S. calcaria*, *S. elatior*, *S. eumorpha*, *S. macropoda*, *S. macrostachya*, *S. mauroana*, *S. nivalis*, *S. aff. rupicola*, *S. sceptrum* e *S. warmingii*), subprolata (na maioria das espécies) ou prolata (*Paliavana werdermannii*, *Sinningia allagophylla*, *S. defoliata*, *S. glazioviana*, *S. harleyi*, *S. insularis*, *S. magnifica*, *S. aff. reitzii* e *S. rupicola*); 3-colpados (em *Paliavana werdermannii*, figura) ou 3-colporados; exina microrreticulada ou reticulada (*Paliavana sericiflora*, figuras 3-6).

Os colpos são longos, estreitos (*Sinningia curtiflora*, *S. defoliata*, *S. nivalis*, *S. rupicola* e *S. sellovi*) ou largos (tabela 4), com margem, constritos na região mediana (*Sinningia aggregata*, *S. araneosa*, *S. douglasii*, *S. elatior*, *S. eumorpha*, *S. incarnata*, *S. insularis*, *S. macropoda*, *S. macrostachya*, *S. reitzii*, *S. aff. reitzii*, *S. sceptrum*, *S. speciosa*, *S. striata*, *S. tuberosa* e *Sinningia sp.*) ou não; endoaberturas lolongadas (tabela 4) de difícil visualização e mensuração sob ML; membrana apertural granulada persistente, na maioria das

vezes mesmo após a acetólise. Em alguns casos, os colpos são tão longos que os grãos de pólen parecem ser sincolporados (*Paliavana* e *Sinningia nivalis*). Os grãos de pólen de *Paliavana sericiflora* apresentam os maiores comprimentos de colpo, enquanto que *S. aggregata*, os menores; já a maior espessura de exina é encontrada nos grãos de pólen de *S. curtiflora* e a menor nos de *S. aggregata*.

A exina é semitectada, reticulada e heterobrocada (*Paliavana sericiflora*, figura 3) ou microrreticulada e homobrocada (*Paliavana werdermannii*, *Vanhouttea calcarata* e em todas as *Sinningia*, figuras 14, 22, 28, 40, 43, 52, 58, 61, 70, 82, 97, 107, 110, 119). Muros retos ou ligeiramente sinuosos (*Paliavana* e *Vanhouttea*), lisos. Quando observadas sob ML, todas as espécies analisadas apresentam lumens mais ou menos semelhantes quanto à forma e ao tamanho, tanto no apocolpo quanto no mesocolpo.

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen de espécies de *Sinningieae* (Gesneriaceae).

M = Médio, P/E = relação entre o eixo polar e eixo equatorial, IAP = índice de área polar.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	Abertura	IAP
<i>Paliavana sericiflora</i>	M	1,25	Subprolata	3-colporada	0,11
<i>Paliavana werdermannii</i>	M	1,55	Prolata	3-colpada	0,14
<i>Sinningia aggregata</i>	M	1,12	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,18
<i>Sinningia allagophylla</i>	M	1,34	Prolata	3-colporada	0,14
<i>Sinningia araneosa</i>	M	1,26	Subprolata	3-colporada	0,21
<i>Sinningia brasiliensis</i>	M	1,19	Subprolata	3-colporada	0,21
<i>Sinningia calcaria</i>	M	1,13	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,12
<i>Sinningia canescens</i>	M	1,26	Subprolata	3-colporada	0,19
<i>Sinningia cooperi</i>	M	1,31	Subprolata	3-colporada	0,19
<i>Sinningia curtiflora</i>	M	1,18	Subprolata	3-colporada	0,22
<i>Sinningia defoliata</i>	M	1,49	Prolata	3-colporada	0,19
<i>Sinningia douglasii</i>	M	1,30	Subprolata	3-colporada	0,15
<i>Sinningia elatior</i>	M	1,13	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,19
<i>Sinningia. eumorpha</i>	M	1,14	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,18
<i>Sinningia gigantifolia</i>	M	1,29	Subprolata	3-colporada	0,14
<i>Sinningia glazioviana</i>	M	1,35	Prolata	3-colporada	0,15
<i>Sinningia harleyi</i>	M	1,38	Prolata	3-colporada	0,18
<i>Sinningia incarnata</i>	M	1,24	Subprolata	3-colporada	0,15
<i>Sinningia insularis</i>	M	1,48	Prolata	3-colporada	0,20
<i>Sinningia leopoldi</i>	M	1,26	Subprolata	3-colporada	0,21
<i>Sinningia macropoda</i>	M	1,11	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,11
<i>Sinningia macrostachya</i>	M	1,12	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,20
<i>Sinningia magnifica</i>	M	1,46	Prolata	3-colporada	0,18
<i>Sinningia mauroana</i>	M	1,12	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,18
<i>Sinningia nivalis</i>	M	1,12	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,22
<i>Sinningia reitzii</i>	M	1,32	Subprolata	3-colporada	0,18
<i>Sinningia aff. reitzii</i>	M	1,46	Prolata	3-colporada	0,17
<i>Sinningia rupicola</i>	M	1,43	Prolata	3-colporada	0,12
<i>Sinningia aff. rupicola</i>	M	1,07	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,10
<i>Sinningia sceptrum</i>	M	1,01	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,16
<i>Sinningia schiffneri</i>	M	0,99	Oblato-esferoidal	3-colporada	0,14
<i>Sinningia sellovii</i>	M	1,33	Subprolata	3-colporada	0,20
<i>Sinningia speciosa</i>	M	1,19	Subprolata	3-colporada	0,16
<i>Sinningia striata</i>	M	1,26	Subprolata	3-colporada	0,14
<i>Sinningia tuberosa</i>	M	1,23	Subprolata	3-colporada	0,16
<i>Sinningia warmingii</i>	M	1,01	Prolato-esferoidal	3-colporada	0,10
<i>Sinningia sp.</i>	M	1,31	Subprolata	3-colporada	0,15
<i>Vanhouttea calcarata</i>	M	1,24	Subprolata	3-colporada	0,17

Tabela 2. Medidas, em μm , dos diâmetros equatorial em vista polar dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae (Gesneriaceae). [n = 25], \bar{x} = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Faixa de variação (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
<i>Paliavana sericiflora</i>	29,82-33,74	31,91 \pm 0,22	1,09	3,42	31,46-32,36
<i>Paliavana werdermannii</i>	21,74-27,82	24,74 \pm 0,35	1,75	7,07	24,02-25,46
<i>Sinningia aggregata</i>	21,91-24,82	23,42 \pm 0,18	0,89	3,81	23,05-23,79
<i>Sinningia allagophylla</i>	18,16-23,49	21,00 \pm 0,30	1,50	7,15	20,38-21,62
<i>Sinningia araneosa</i>	20,58-26,57	23,67 \pm 0,32	1,58	6,68	23,01-24,33
<i>Sinningia brasiliensis</i>	26,57-31,99	28,36 \pm 0,32	1,58	5,58	27,70-29,02
<i>Sinningia calcaria</i>	25,57-29,65	27,23 \pm 0,23	1,15	4,24	26,76-27,70
<i>Sinningia canescens</i>	22,91-27,49	25,70 \pm 0,26	1,39	5,03	25,16-26,24
<i>Sinningia cooperi</i>	23,66-31,07	26,80 \pm 0,43	2,16	8,08	25,91-27,69
<i>Sinningia curtiflora</i>	21,57-25,07	23,14 \pm 0,20	1,00	4,31	22,73-23,55
<i>Sinningia defoliata</i>	18,41-24,41	22,12 \pm 0,33	1,63	7,35	21,44-22,80
<i>Sinningia douglasii</i>	24,07-28,91	26,34 \pm 0,27	1,34	5,08	25,78-26,90
<i>Sinningia elatior</i>	23,57-26,91	25,14 \pm 0,19	0,95	3,78	24,75-25,53
<i>Sinningia. eumorpha</i>	25,82-31,15	27,84 \pm 0,26	1,31	4,72	27,30-28,38
<i>Sinningia gigantifolia</i>	21,16-27,66	25,40 \pm 0,31	1,57	6,19	24,76-26,04
<i>Sinningia glazioviana</i>	23,07-32,24	27,83 \pm 0,45	2,27	8,17	26,90-28,76
<i>Sinningia harleyi</i>	24,24-30,32	28,22 \pm 0,32	1,60	5,68	27,56-28,88
<i>Sinningia incarnata</i>	23,99-27,82	26,45 \pm 0,23	1,54	5,82	25,98-26,92
<i>Sinningia insularis</i>	23,57-30,65	27,61 \pm 0,38	1,88	6,80	26,83-28,39
<i>Sinningia leopoldi</i>	25,07-31,15	28,72 \pm 0,33	1,63	5,66	28,04-29,40
<i>Sinningia macropoda</i>	27,32-33,82	30,34 \pm 0,38	1,90	6,27	29,56-31,12
<i>Sinningia macrostachya</i>	21,49-29,49	26,33 \pm 0,48	2,39	9,08	25,34-27,32
<i>Sinningia magnifica</i>	20,99-26,32	23,86 \pm 0,25	1,23	5,14	23,34-24,38
<i>Sinningia mauroana</i>	24,99-30,57	28,06 \pm 0,28	1,38	4,93	27,48-28,64
<i>Sinningia nivalis</i>	24,49-30,32	27,76 \pm 0,31	1,54	5,55	27,12-28,40
<i>Sinningia reitzii</i>	26,66-32,82	29,22 \pm 0,32	1,62	5,55	28,56-29,88
<i>Sinningia aff. reitzii</i>	23,91-29,82	26,12 \pm 0,30	1,51	5,78	25,50-26,74
<i>Sinningia rupicola</i>	23,82-29,99	26,60 \pm 0,28	1,42	5,34	26,02-27,18
<i>Sinningia aff. rupicola</i>	27,24-34,24	30,74 \pm 0,32	1,58	5,15	30,08-31,40
<i>Sinningia sceptrum</i>	24,07-31,15	27,14 \pm 0,30	1,48	5,44	26,52-27,76
<i>Sinningia schiffneri</i>	23,91-28,49	26,16 \pm 0,25	1,24	4,73	25,64-26,68
<i>Sinningia sellovii</i>	18,49-24,99	22,04 \pm 0,30	1,49	6,74	21,42-22,66
<i>Sinningia speciosa</i>	28,41-33,57	30,69 \pm 0,29	1,45	4,73	30,09-31,29
<i>Sinningia striata</i>	25,16-31,99	27,49 \pm 0,31	1,57	5,70	26,85-28,13
<i>Sinningia tuberosa</i>	23,49-28,82	25,74 \pm 0,31	1,55	6,04	25,10-26,38
<i>Sinningia warmingii</i>	22,66-25,99	24,68 \pm 0,18	0,88	3,58	24,31-25,05
<i>Sinningia sp.</i>	25,66-34,49	28,45 \pm 0,43	2,16	7,59	27,56-29,34
<i>Vanhouttea calcarata</i>	25,41-32,32	28,02 \pm 0,33	1,65	5,89	27,34-28,70

Tabela 3. Medida dos diâmetros polar e equatorial, em vista equatorial, dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae (Gesneriaceae). n = 25 em vista equatorial. \bar{x} = média aritmética, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, V = coeficiente de variabilidade, I.C. = intervalo de confiança a 95%.

Espécies	Diâmetro Polar					Diâmetro Equatorial				
	FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)	FV (μm)	$\bar{x} \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
<i>Paliavana sericiflora</i>	33,32-39,23	36,05 \pm 0,35	1,75	4,87	35,33-36,77	25,99-32,82	28,94 \pm 0,39	1,94	6,72	28,14-29,74
<i>Paliavana werdermannii</i>	29,99-35,40	33,18 \pm 0,31	1,54	4,63	32,54-33,82	19,33-24,24	21,38 \pm 0,25	1,26	5,89	20,86-21,90
<i>Sinningia aggregata</i>	23,49-29,07	26,24 \pm 0,31	1,53	5,85	25,60-26,88	21,07-25,66	23,40 \pm 0,27	1,36	5,80	22,84-23,96
<i>Sinningia allagophylla</i>	25,49-29,49	26,95 \pm 0,23	1,14	4,24	26,48-27,42	18,58-22,57	20,18 \pm 0,18	0,90	4,45	19,81-20,55
<i>Sinningia araneosa</i>	22,32-30,57	27,28 \pm 0,39	1,93	7,08	26,48-28,08	18,58-25,49	21,72 \pm 0,36	1,81	8,33	20,98-22,46
<i>Sinningia brasiliensis</i>	27,91-34,49	31,17 \pm 0,35	1,73	5,54	30,45-31,89	23,66-29,16	26,17 \pm 0,27	1,37	5,22	25,61-26,73
<i>Sinningia calcaria</i>	25,74-32,99	29,92 \pm 0,38	1,92	6,43	29,14-30,70	23,82-28,49	26,51 \pm 0,25	1,24	4,69	25,99-27,03
<i>Sinningia canescens</i>	28,49-32,32	30,50 \pm 0,23	1,14	3,74	30,03-30,97	20,74-26,91	24,21 \pm 0,24	1,21	5,02	23,72-24,70
<i>Sinningia cooperi</i>	29,32-34,82	32,73 \pm 0,27	1,34	4,11	32,17-33,29	22,66-27,74	24,91 \pm 0,28	1,40	5,60	24,33-25,49
<i>Sinningia curtiflora</i>	23,57-28,41	26,23 \pm 0,27	1,35	5,14	25,67-26,79	19,33-23,99	22,28 \pm 0,30	1,50	6,71	21,66-22,90
<i>Sinningia defoliata</i>	24,57-29,99	26,52 \pm 0,31	1,55	5,84	25,88-27,16	16,41-19,91	17,81 \pm 0,21	1,07	6,00	17,38-18,24
<i>Sinningia douglasii</i>	30,15-35,49	33,01 \pm 0,25	1,24	3,76	32,49-33,53	23,07-27,91	25,42 \pm 0,30	1,51	5,96	24,80-26,04
<i>Sinningia elatior</i>	25,57-30,07	27,82 \pm 0,23	1,17	4,20	27,35-28,29	22,13-27,57	24,55 \pm 0,25	1,26	5,14	24,03-25,07
<i>Sinningia. eumorpha</i>	28,16-32,99	29,93 \pm 0,30	1,50	5,00	29,31-30,55	23,32-28,41	26,35 \pm 0,28	1,42	5,39	25,77-26,93
<i>Sinningia gigantifolia</i>	26,32-32,65	29,38 \pm 0,34	1,72	5,85	28,68-30,08	19,74-26,07	22,78 \pm 0,33	1,67	7,34	22,10-23,46
<i>Sinningia glazioviana</i>	30,74-35,99	33,36 \pm 0,33	1,66	4,97	32,68-34,04	21,49-28,74	24,77 \pm 0,33	1,64	6,62	24,09-25,45
<i>Sinningia harleyi</i>	31,90-37,40	34,42 \pm 0,29	1,44	4,19	33,82-35,02	21,57-29,65	24,93 \pm 0,39	1,93	7,74	24,13-25,73
<i>Sinningia incarnata</i>	24,91-33,15	29,72 \pm 0,45	2,27	7,66	28,79-30,65	19,08-26,57	23,99 \pm 0,47	2,33	9,70	23,02-24,96
<i>Sinningia insularis</i>	30,74-36,74	33,98 \pm 0,33	1,64	4,82	33,30-34,66	19,74-27,32	22,95 \pm 0,41	2,05	8,91	22,11-23,79

continua

Tabela 3. continuação...

Espécies	Diâmetro Polar					Diâmetro Equatorial				
	FV (μm)	$x \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)	FV (μm)	$x \pm s_x$ (μm)	s (μm)	V (%)	I.C. (μm)
<i>Sinningia leopoldi</i>	28,66-35,57	32,22 \pm 0,37	1,87	5,80	31,46-32,98	22,57-28,66	25,54 \pm 0,34	1,72	6,72	24,84-26,24
<i>Sinningia macropoda</i>	29,32-34,90	32,66 \pm 0,26	1,28	3,91	32,12-33,20	24,99-33,40	29,53 \pm 0,40	2,01	6,78	28,71-30,35
<i>Sinningia macrostachya</i>	26,57-32,82	29,17 \pm 0,36	1,79	6,14	28,43-29,91	21,16-30,65	26,08 \pm 0,43	2,17	8,30	25,19-26,97
<i>Sinningia magnifica</i>	30,99-34,65	33,23 \pm 0,20	1,01	3,03	32,82-33,64	21,32-24,74	22,74 \pm 0,19	0,96	4,24	22,35-23,13
<i>Sinningia mauroana</i>	26,74-34,49	30,65 \pm 0,40	1,98	6,47	29,83-31,47	25,74-29,99	27,28 \pm 0,25	1,23	4,51	26,76-27,80
<i>Sinningia nivalis</i>	27,82-34,40	30,33 \pm 0,35	1,75	5,76	29,61-31,05	24,32-30,90	26,97 \pm 0,32	1,60	5,93	26,31-27,63
<i>Sinningia reitzii</i>	30,65-34,90	32,55 \pm 0,22	1,11	3,40	32,10-33,01	20,66-26,82	24,60 \pm 0,28	1,38	5,62	24,03-25,18
<i>Sinningia</i> aff. <i>reitzii</i>	28,74-34,15	31,57 \pm 0,30	1,51	4,77	30,95-32,19	18,49-24,99	21,65 \pm 0,41	2,04	9,40	20,81-22,49
<i>Sinningia rupicola</i>	34,24-38,48	36,25 \pm 0,25	1,27	3,50	35,73-36,77	24,24-26,82	25,30 \pm 0,16	0,81	3,22	24,97-25,63
<i>Sinningia</i> aff. <i>rupicola</i>	28,24-36,32	32,44 \pm 0,40	1,99	6,13	31,62-33,26	27,66-33,15	30,34 \pm 0,30	1,49	4,92	29,72-30,96
<i>Sinningia sceptrum</i>	24,82-30,99	27,91 \pm 0,32	1,62	5,79	27,25-28,57	25,82-29,74	27,50 \pm 0,23	1,16	4,23	27,03-27,97
<i>Sinningia schiffneri</i>	23,91-28,91	26,31 \pm 0,27	1,36	5,19	25,75-26,87	23,66-29,65	26,63 \pm 0,27	1,37	5,14	26,07-27,19
<i>Sinningia sellovii</i>	24,99-29,82	27,22 \pm 0,25	1,27	4,65	26,70-27,74	18,49-22,24	20,46 \pm 0,21	1,06	5,20	20,03-20,89
<i>Sinningia speciosa</i>	29,82-36,32	32,80 \pm 0,34	1,72	5,24	32,10-33,51	24,32-33,40	27,45 \pm 0,35	1,74	6,36	26,73-28,17
<i>Sinningia striata</i>	29,74-35,49	32,95 \pm 0,29	1,47	4,46	32,35-33,55	23,24-28,82	26,12 \pm 0,26	1,31	5,01	25,58-26,66
<i>Sinningia tuberosa</i>	26,24-29,65	28,12 \pm 0,20	0,98	3,47	27,71-28,53	19,66-25,91	22,85 \pm 0,32	1,61	7,05	22,19-23,51
<i>Sinningia warmingii</i>	23,41-27,41	25,53 \pm 0,22	1,12	4,37	25,08-25,98	21,16-27,74	25,25 \pm 0,33	1,65	6,52	24,57-25,93
<i>Sinningia</i> sp.	31,49-35,74	33,49 \pm 0,25	1,25	3,75	32,97-34,01	23,07-29,99	25,58 \pm 0,32	1,58	6,17	24,92-26,24
<i>Vanhouttea calcarata</i>	25,99-31,99	28,80 \pm 0,33	1,66	5,77	28,12-29,48	18,41-26,49	23,32 \pm 0,38	1,90	8,13	22,54-24,10

Tabela 4. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e da exina dos grãos de pólen de espécies de *Sinningieae* (Gesneriaceae). [n = 10]. Compr. = Comprimento, Larg. = Largura.

Espécies	Colpo			Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Marg.	Compr.	Larg.				
<i>Paliavana sericiflora</i>	31,56	2,80	1,11	5,63	3,22	2,01	1,28	0,73	0,72
<i>Paliavana werdermannii</i>	29,05	2,17	1,23	-	-	1,53	1,00	0,53	0,53
<i>Sinningia aggregata</i>	20,03	2,16	1,17	4,15	3,62	1,26	0,79	0,47	0,38
<i>Sinningia allagophylla</i>	21,37	2,07	1,12	4,61	3,39	1,31	0,87	0,44	0,43
<i>Sinningia araneosa</i>	22,99	2,17	1,18	5,78	3,51	1,50	0,95	0,55	0,50
<i>Sinningia brasiliensis</i>	25,56	2,47	1,28	7,16	4,38	1,88	1,23	0,65	0,67
<i>Sinningia calcaria</i>	23,42	2,14	1,41	6,53	4,73	2,16	1,41	0,75	0,63
<i>Sinningia canescens</i>	25,39	2,42	1,35	6,28	4,37	1,80	1,20	0,60	0,57
<i>Sinningia cooperi</i>	26,39	2,78	1,17	5,60	4,26	1,78	1,14	0,65	0,58
<i>Sinningia curtiflora</i>	21,02	1,74	0,92	4,86	3,19	2,17	1,42	0,75	0,70
<i>Sinningia defoliata</i>	20,88	1,95	1,07	4,66	2,79	1,35	0,74	0,61	0,34
<i>Sinningia douglasii</i>	26,31	2,12	1,28	5,11	3,53	1,46	0,98	0,49	0,47
<i>Sinningia elatior</i>	23,07	2,65	1,26	5,01	3,37	1,77	1,00	0,77	0,43
<i>Sinningia eumorpha</i>	25,33	2,22	1,21	6,37	3,91	1,41	0,88	0,53	0,43
<i>Sinningia gigantifolia</i>	23,78	2,59	1,12	6,49	4,27	1,43	0,91	0,53	0,50
<i>Sinningia glazioviana</i>	28,21	2,66	1,21	7,91	4,44	1,56	1,02	0,54	0,54
<i>Sinningia harleyi</i>	28,89	3,00	1,33	6,80	4,96	1,89	1,09	0,80	0,46
<i>Sinningia incarnata</i>	25,30	2,22	1,12	5,19	3,72	1,60	1,08	0,53	0,58
<i>Sinningia insularis</i>	29,31	2,57	1,28	8,50	4,94	2,03	1,37	0,66	0,70
<i>Sinningia leopoldi</i>	27,02	2,67	1,20	6,89	4,17	1,74	1,17	0,57	0,62
<i>Sinningia macropoda</i>	26,57	2,28	1,12	6,33	4,21	1,53	0,99	0,54	0,51
<i>Sinningia macrostachya</i>	24,37	2,56	1,11	5,75	3,47	1,78	1,18	0,60	0,60
<i>Sinningia magnifica</i>	26,91	2,07	1,18	6,16	3,69	1,51	0,76	0,75	0,32
<i>Sinningia mauroana</i>	25,51	2,10	1,04	6,94	3,97	1,85	1,18	0,67	0,61
<i>Sinningia nivalis</i>	25,47	1,91	0,95	6,39	3,35	1,56	1,01	0,55	0,52
<i>Sinningia reitzii</i>	25,89	2,25	1,19	5,82	3,41	1,81	0,99	0,82	0,37
<i>Sinningia</i> aff. <i>reitzii</i>	26,91	2,17	1,12	5,26	3,31	1,91	1,08	0,83	0,35
<i>Sinningia rupicola</i>	30,75	1,93	1,01	8,69	4,21	1,97	1,27	0,71	0,63
<i>Sinningia</i> aff. <i>rupicola</i>	29,06	2,53	1,09	8,32	4,57	1,90	1,23	0,68	0,62
<i>Sinningia sceptrum</i>	23,17	2,67	1,13	6,32	3,90	1,82	1,16	0,66	0,57
<i>Sinningia schiffneri</i>	21,76	2,52	1,09	5,28	3,94	1,87	1,21	0,67	0,58
<i>Sinningia sellovii</i>	23,57	1,90	0,85	6,06	3,02	1,70	1,12	0,59	0,52
<i>Sinningia speciosa</i>	27,38	2,33	1,36	6,46	4,22	1,83	1,18	0,65	0,64
<i>Sinningia striata</i>	27,48	2,28	1,22	6,47	3,78	1,98	1,23	0,75	0,62
<i>Sinningia tuberosa</i>	23,83	2,49	1,23	6,12	3,71	1,80	1,16	0,64	0,60
<i>Sinningia warmingii</i>	22,13	2,27	0,69	4,81	3,28	1,68	1,12	0,56	0,55
<i>Sinningia</i> sp.	26,95	2,33	1,30	5,18	3,49	1,75	1,09	0,66	0,46
<i>Vanhouttea calcarata</i>	23,27	2,79	1,11	5,47	3,00	1,94	1,30	0,64	0,69

Observa-se que, sob MEV (figuras 4-6), os grãos de pólen de *Paliavana sericiflora* apresentam retículos heterobrocados no mesocolpo, muros lisos, com larguras ligeiramente diferentes, às vezes com algumas perfurações (figura 6), e lumens com formas e tamanhos

variados diminuindo de tamanho em direção às margens dos colpos e dos apocolpos (figura 4-5), com granulações no seu interior (figura 6); os colpos possuem membrana apertural granulada, com grânulos maiores na região central (figura 5). Em *Sinningia aggregata* (figuras 15-16), nota-se a ornamentação microrreticulada, muros lisos e ligeiramente sinuosos, características estas, não observadas sob ML; lumens de diversas formas e tamanhos, diminuindo em direção às aberturas. Já em *Sinningia douglasii* (figuras 44-45) pode-se observar muros lisos, ligeiramente sinuosos, lumens mais homogêneos, similares em forma e tamanho; a membrana do colpo apresenta grânulos nas suas extremidades e na região central (endoabertura) é densamente ornamentada. A seção transversal da exina de *S. douglasii* (figura 46), mostra que a nexina é delgada, as columelas curtas, com diferentes espessuras e muito próximas entre si.

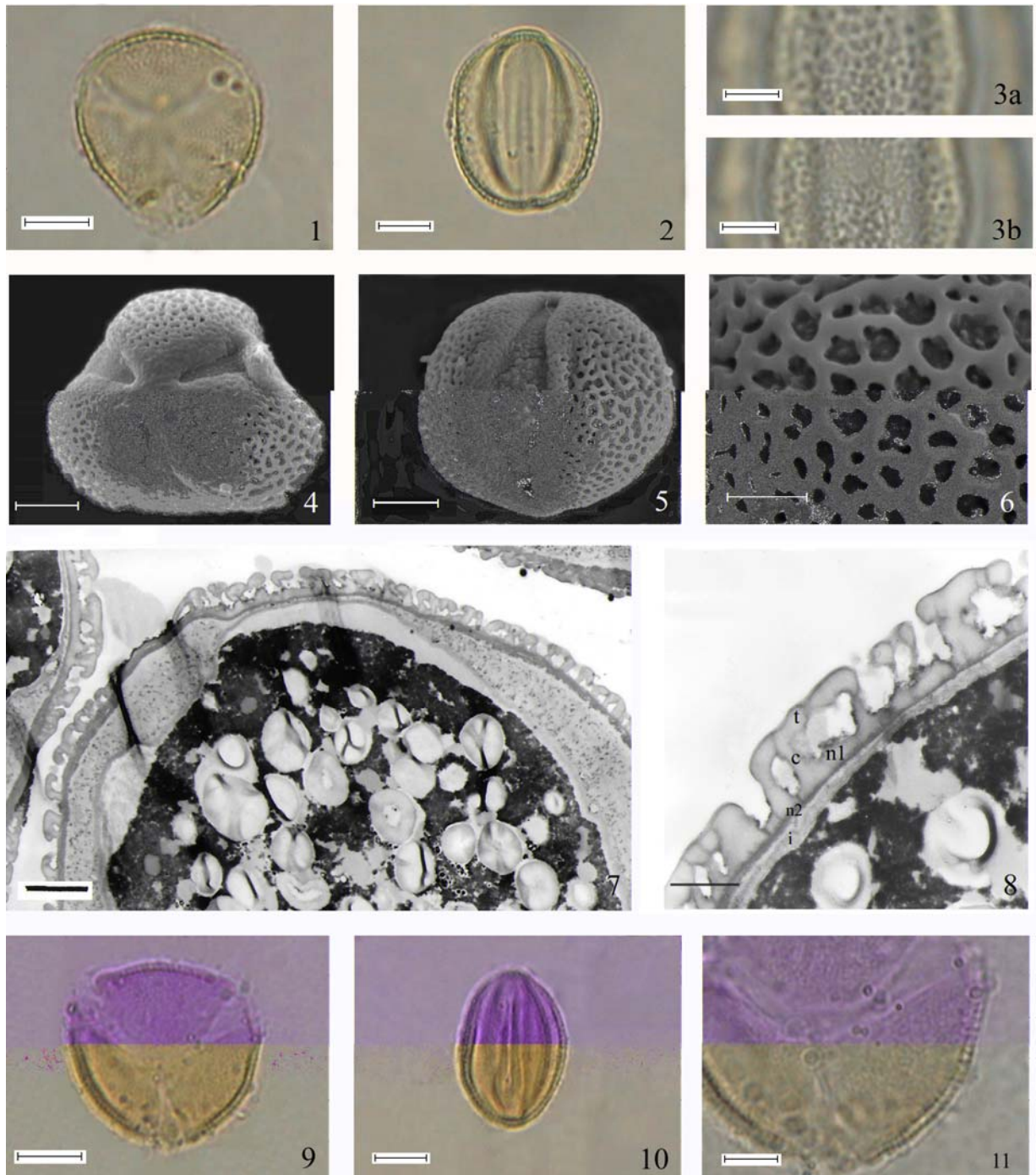
Sob microscopia eletrônica de varredura, os grãos de pólen de *Sinningia magnifica* (figuras 77-79) apresentam superfície ligeiramente ondulada com muros lisos, retos, lumens com tamanho e forma mais ou menos similares por toda a superfície do grão de pólen; os colpos possuem membrana granular com grânulos maiores na região central. Em *Sinningia* aff. *reitzii* (figuras 91-92), sob MEV, verifica-se que os muros são estreitos e lisos, os lumens não têm granulações, e diminuem de tamanho em direção aos colpos e apocolpos; já os grãos de pólen de *Sinningia schiffneri* (figura 101-102) apresentam muros lisos, ligeiramente sinuosos, sem perfurações, lumens com formas e tamanhos similares por todo o grão de pólen, e com membrana do colpo ornamentada.

Os grãos de pólen de *Vanhouttea calcarata*, sob MEV (figuras 123-125), apresentam lumens circulares a alongados, maiores no mesocolpo, diminuindo de tamanho em direção das aberturas e da região polar, e sem granulações no seu interior; muros ligeiramente sinuosos. Observam-se saliências suprategmiais predominantemente arredondadas, partindo do ponto de interseção dos muros do microrretículo. Sob MET (na parte superior da figura 126), percebe-se que essas saliências são formadas por ondulações do teto sobre algumas columelas; nota-se

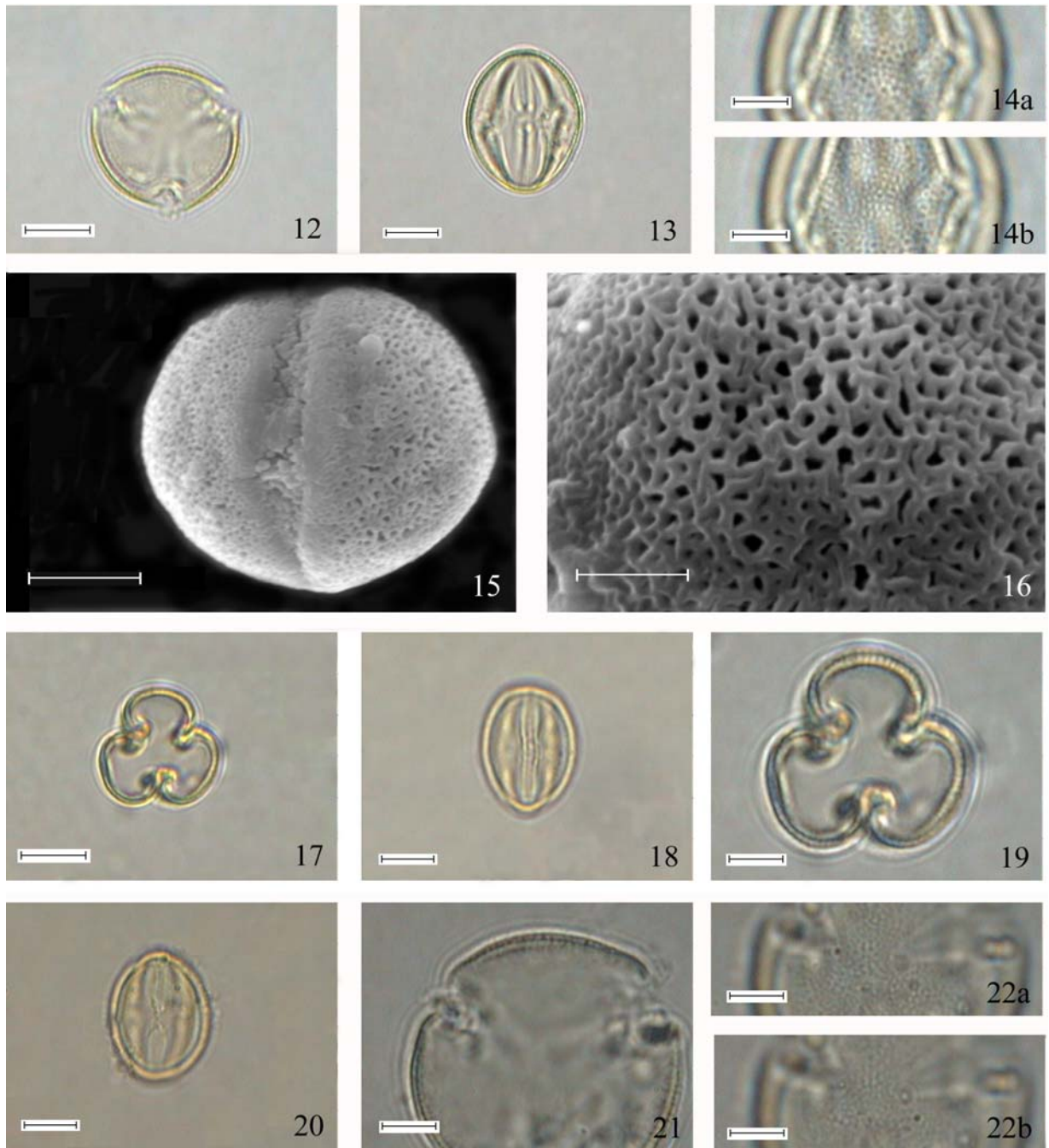
ainda (figura 127) que o teto é descontínuo, espesso, às vezes apresentando perfurações; as columelas apresentam diâmetros diferentes; a nexina 1 é mais espessa compacta e levemente ondulada, enquanto que a nexina 2 é mais extremamente delgada e lamelar. Próximo à região das aberturas, observa-se a ausência da sexina (columelas e teto), e o espessamento da nexina 2 e da intina (figura 126), nota-se, ainda a membrana granulada que recobre a abertura.

Sob MET, distingui-se em *Paliavana sericiflora* (figuras 7-8), um teto espesso, descontínuo, ligeiramente ondulado, sustentado por columelas longas com diferentes diâmetros, a nexina é subdividida em nexina 1 (mais espessa) e nexina 2 (mais delgada, figura 7); vale ressaltar que a nexina 1 e 2 variam de espessura nas diferentes regiões do grão de pólen, sendo a nexina 2 às vezes mais espessa que a nexina 1 (figura 7), quando isso ocorre, a nexina 2 mostra-se mais lamelar; na região apertural observa-se a nexina 2 e a intina espessadas.

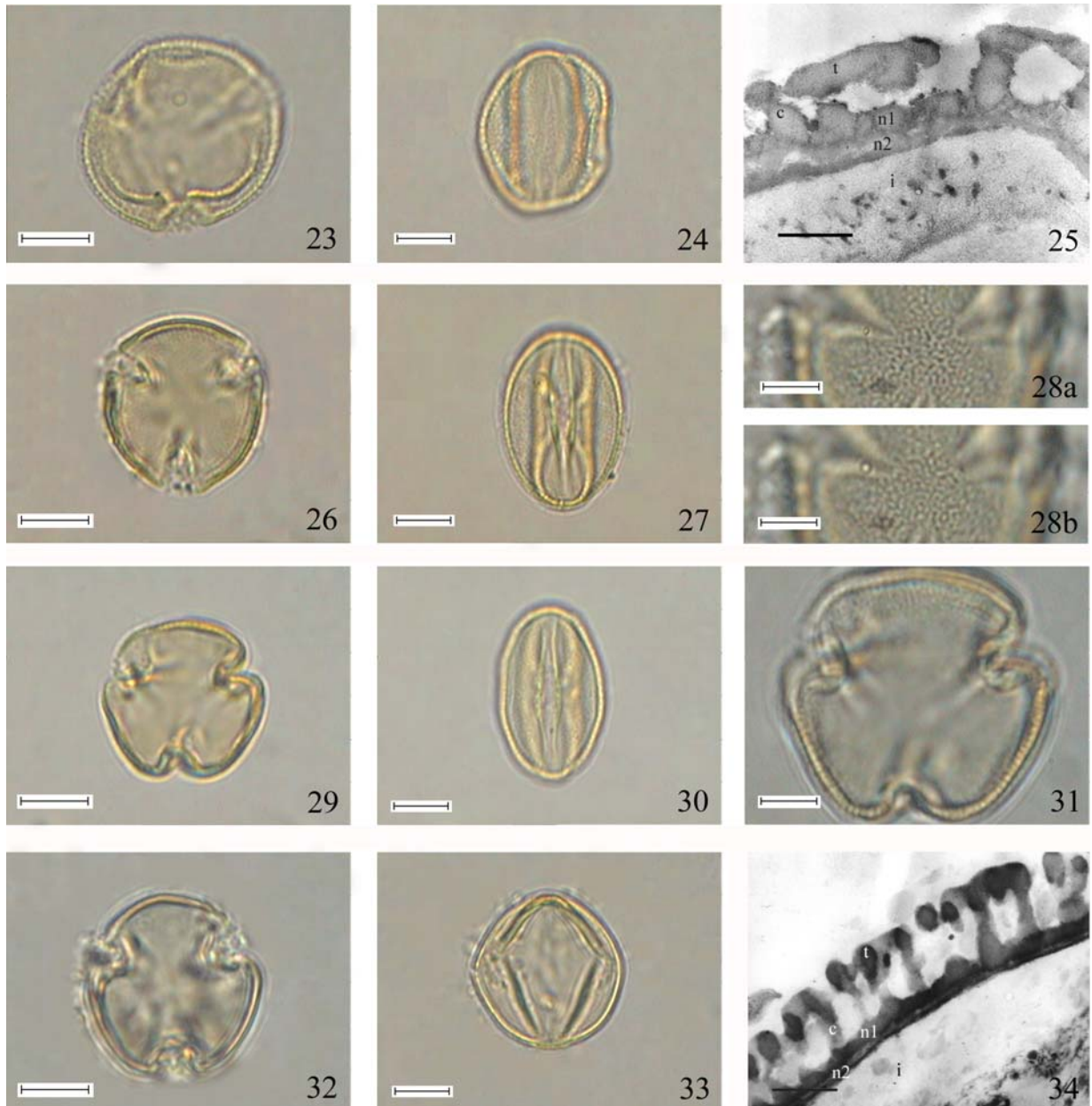
Em *Sinningia brasiliensis* (figura 25), sob MET, observa-se que o teto é descontínuo, a camada infratectal apresenta columelas longas, incompletas, e a nexina 1 é tão espessa quanto a nexina 2; já nos grãos de pólen de *Sinningia cooperi* (figura 34) nota-se que as columelas são longas e apresentam variação quanto ao diâmetro; a nexina é subdividida em nexina 1 (mais espessa e com configuração ondulada) e nexina 2 (mais delgada e lamelar) e a intina é espessa.



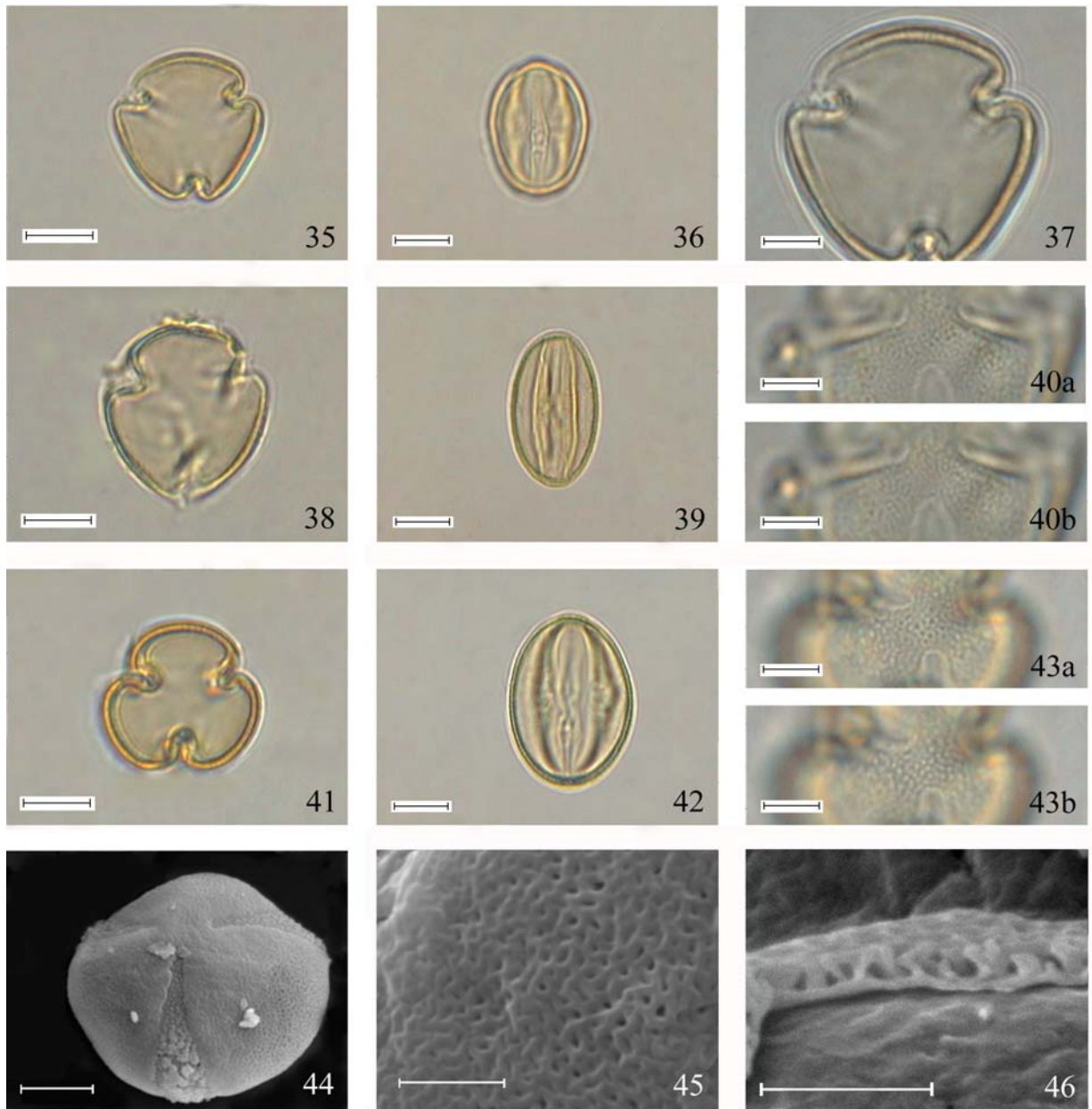
Figuras 1-11. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 1-8. *Paliavana sericiflora* Benth. 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 4. Vista polar (MEV). 5. Vista equatorial (MEV). 6. Detalhe da ornamentação (MEV). 7-8. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET) (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Figuras 9-11. *Paliavana werdermannii* Mansf. 9. Vista polar. 10. Vista equatorial. 11. Corte óptico. Escalas na figura 8 = 1 μ m; figuras 6, 7 = 2 μ m; figuras 3-5, 11 = 5 μ m; demais figuras = 10 μ m.



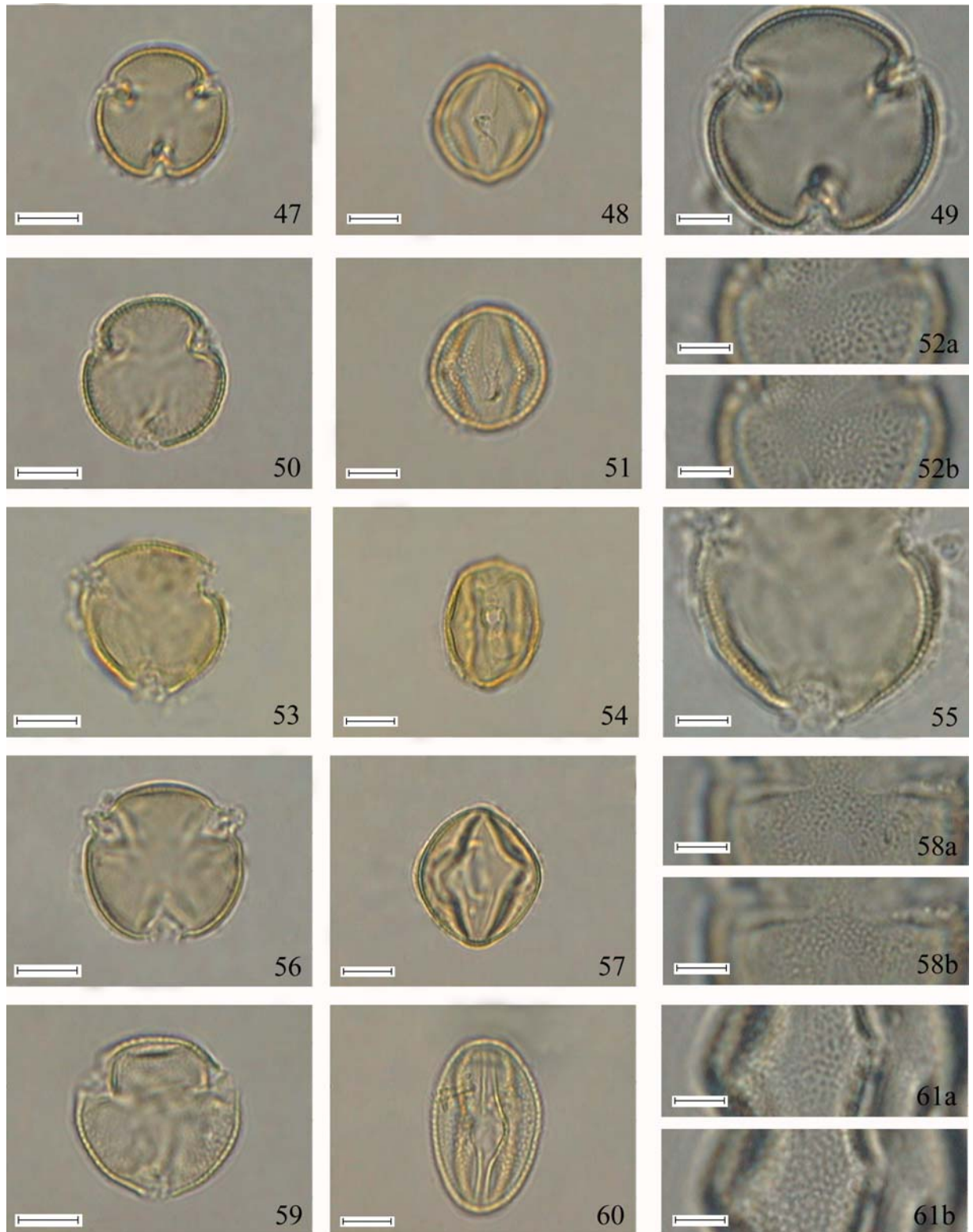
Figuras 12-22. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 12-16. *Sinningia aggregata* (Ker Gawl.) Wiehler. 12. Vista polar. 13. Vista equatorial. 14. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 15. Vista equatorial (MEV). 16. Detalhe da ornamentação (MEV). Figuras 17-19. *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler. 17. Vista polar. 18. Vista equatorial. 19. Corte óptico. Figuras 20-22. *Sinningia araneosa* Chautems. 20. Vista Equatorial. 21. Corte óptico. 22. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas na figura 16 = 2 μm ; figuras 14, 15, 19, 21, 22 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



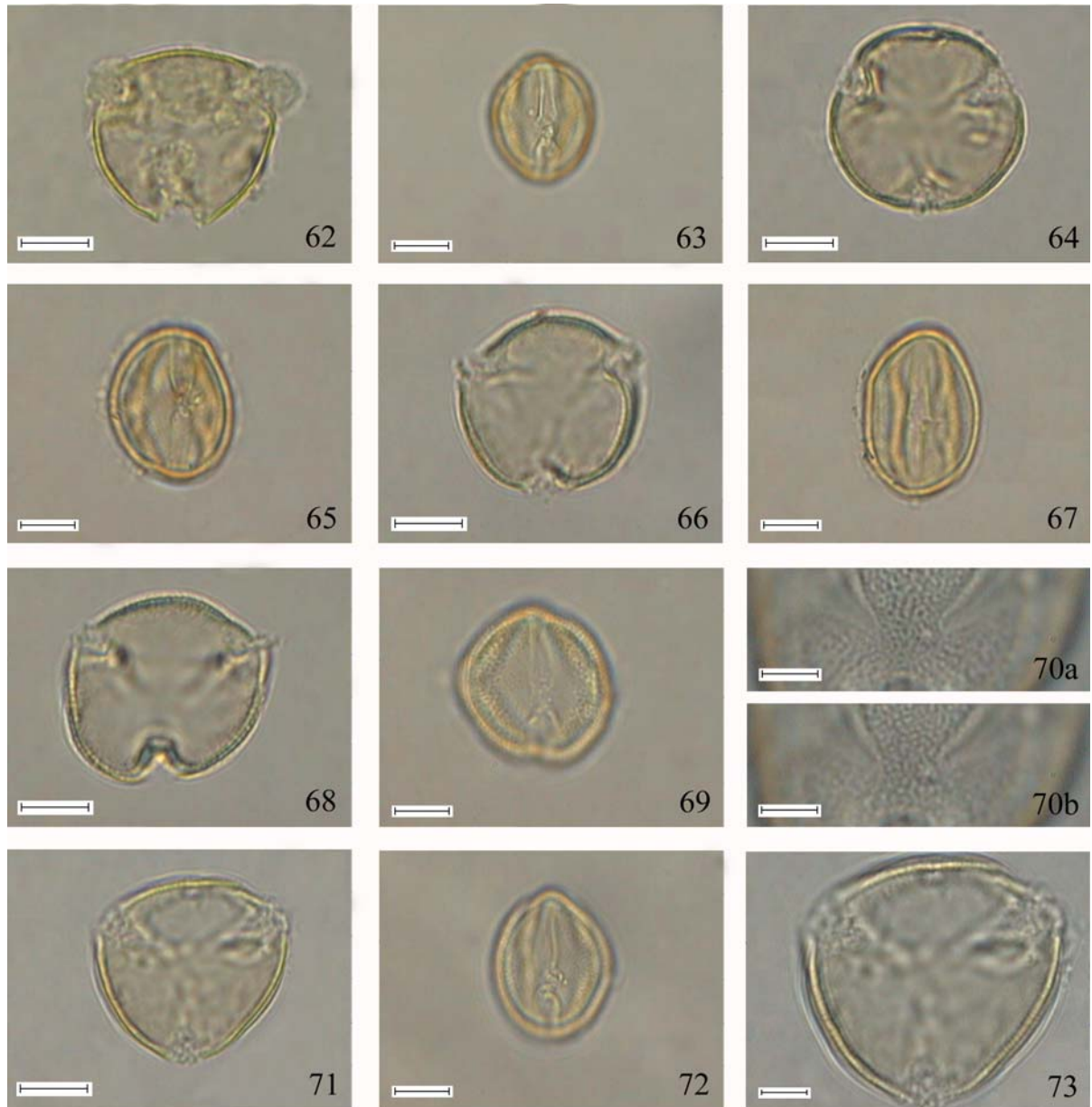
Figuras 23-34. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 23-25. *Sinningia brasiliensis* (Regel & Schmidt) Wiehler & Chautems. 23. Vista polar. 24. Vista equatorial. 25. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET) (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Figuras 26-28. *Sinningia calcaria* (Duséu ex Malme) Chautems. 26. Vista polar. 27. Vista equatorial. 28. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 29-31. *Sinningia canescens* (Mart.) Wiehler. 29. Vista polar. 30. Vista equatorial. 31. Corte óptico. Figuras 32-34. *Sinningia cooperi* (Paxt.) Chautems. 32. Vista polar. 33. Vista equatorial. 34. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET) (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas nas figuras 25, 26 = 500 nm; figuras 28, 31 = 5 μ m; demais figuras = 10 μ m.



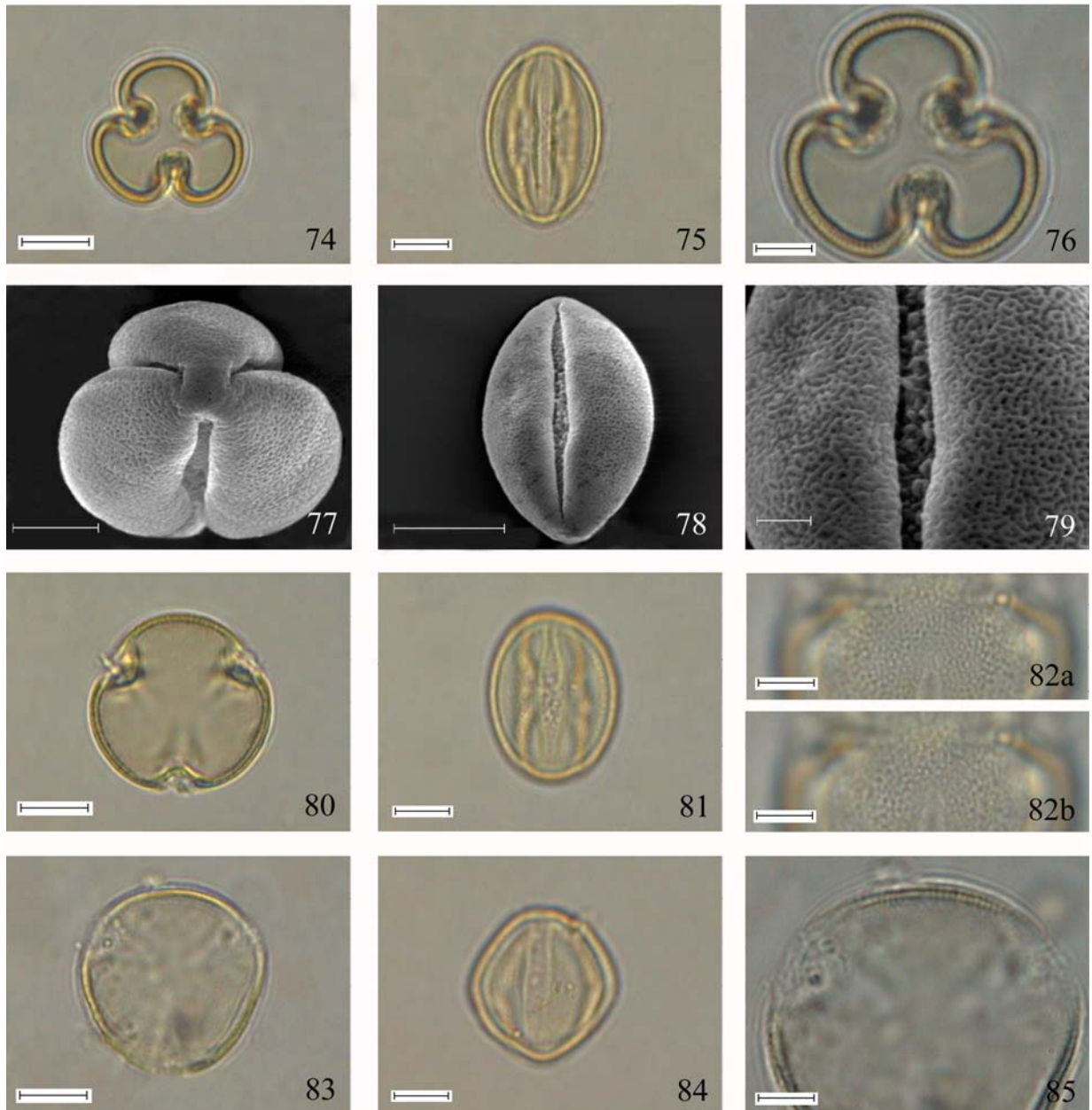
Figuras 35-46. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 35-37. *Sinningia curtiflora* (Malme) Chautems. 35. Vista polar. 36. Vista equatorial. 37. Corte óptico. Figuras 38-40. *Sinningia defoliata* (Malme) Chautems. 38. Vista polar. 39. Vista equatorial. 40. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 41-46. *Sinningia douglasii* (Lindl.) Chautems. 41. Vista polar. 42. Vista equatorial. 43. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 44. Vista polar (MEV). 45. Detalhe da ornamentação (MEV). 46. Detalhe da estrutura da exina (MEV). Escalas nas figuras 45, 46 = 2 μm ; figuras 37, 40, 43, 44 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



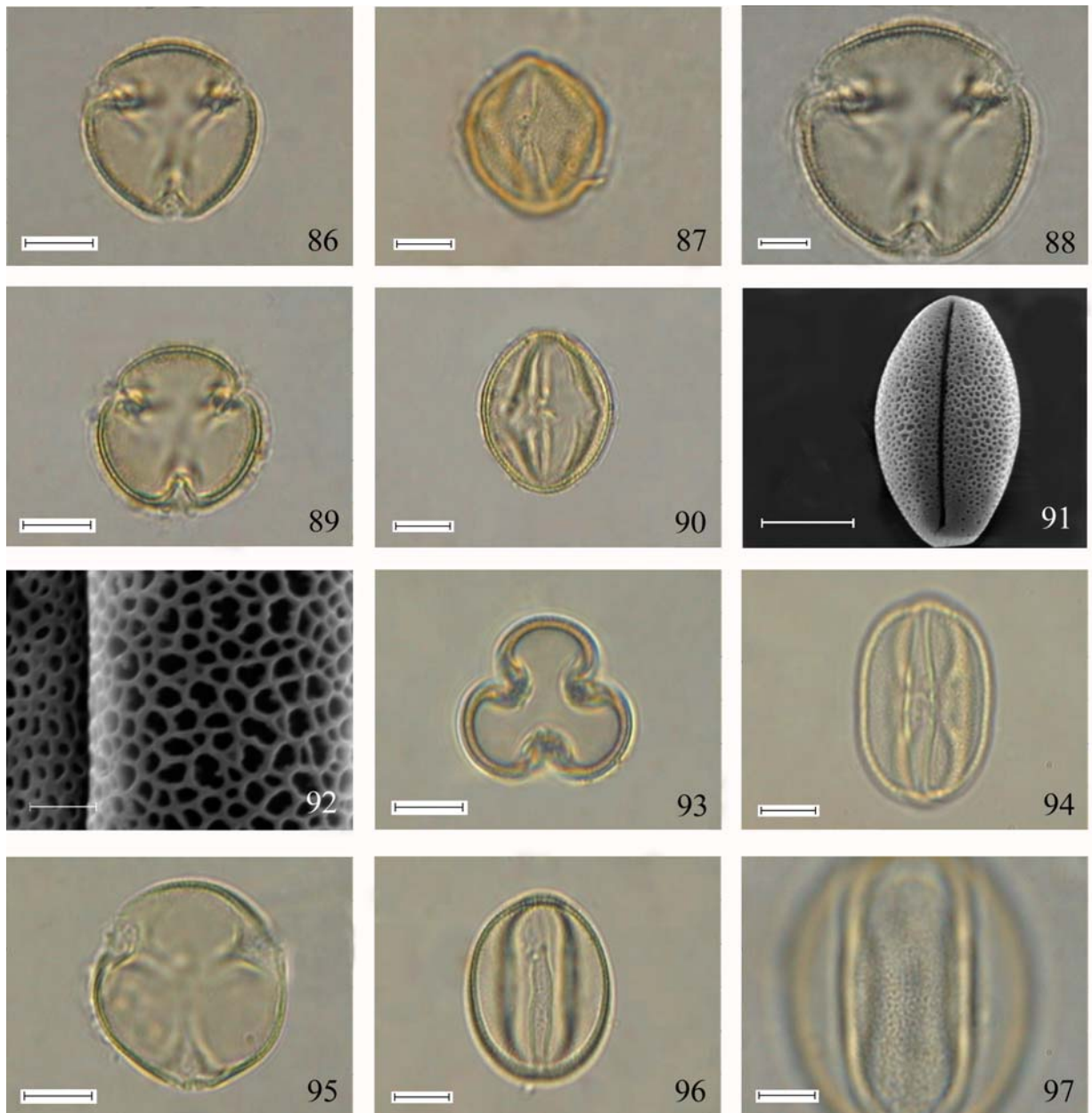
Figuras 47-61. Fotomicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 47-49. *Sinningia elatior* (Kunth.) Chautems. 47. Vista polar. 48. Vista equatorial. 49. Corte óptico. Figuras 50-52. *Sinningia eumorpha* H.E. Moore. 50. Vista polar. 51. Vista equatorial. 52. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 53-55. *Sinningia gigantifolia* Chautems. 53. Vista polar. 54. Vista equatorial. 55. Corte óptico. 56-58. *Sinningia glazioviana* (Fritsch) Chautems. 56. Vista polar. 57. Vista equatorial. 58. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 59-61. *Sinningia harleyi* Wiehler & Chautems. 59. Vista polar. 60. Vista equatorial. 61. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 49, 52, 55, 58, 61 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



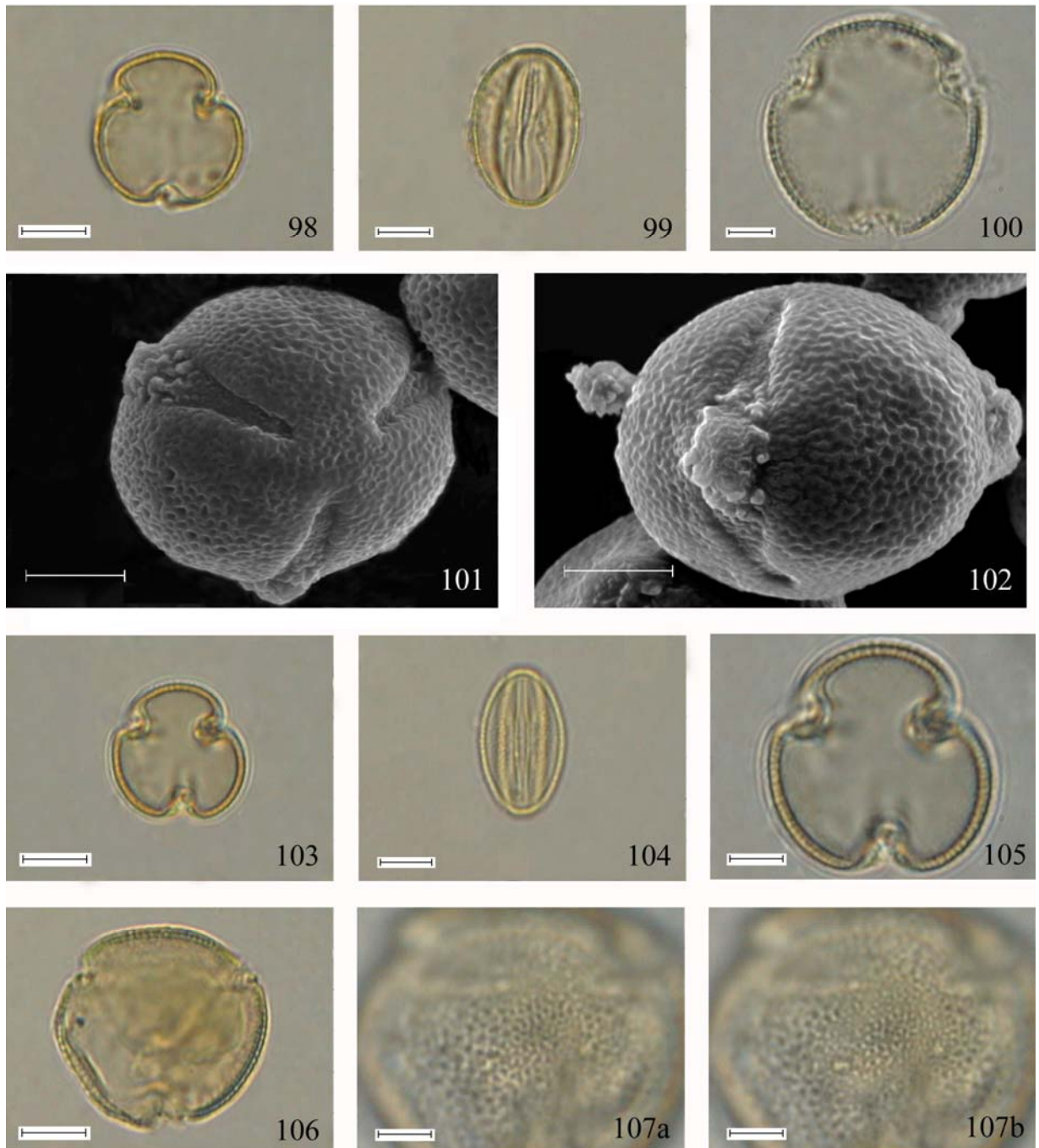
Figuras 62-73. Fotomicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 62-63. *Sinningia incarnata* (Aubl.) Denham. 62. Vista polar. 63. Vista equatorial. 64-65. *Sinningia insularis* (Hoehne) Chautems. 64. Vista polar. 65. Vista equatorial. Figuras 66-67. *Sinningia leopoldi* (Scheidw. ex Planch.) Chautems. 66. Vista polar. 67. Vista equatorial. Figuras 68-70. *Sinningia macropoda* (Sprague) H.E. Moore. 68. Vista polar. 69. Vista equatorial. 70. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 71-73. *Sinningia macrostachya* (Lindl.) Chautems. 71. Vista polar. 72. Vista equatorial. 73. Corte óptico. Escalas nas figuras 70, 73 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



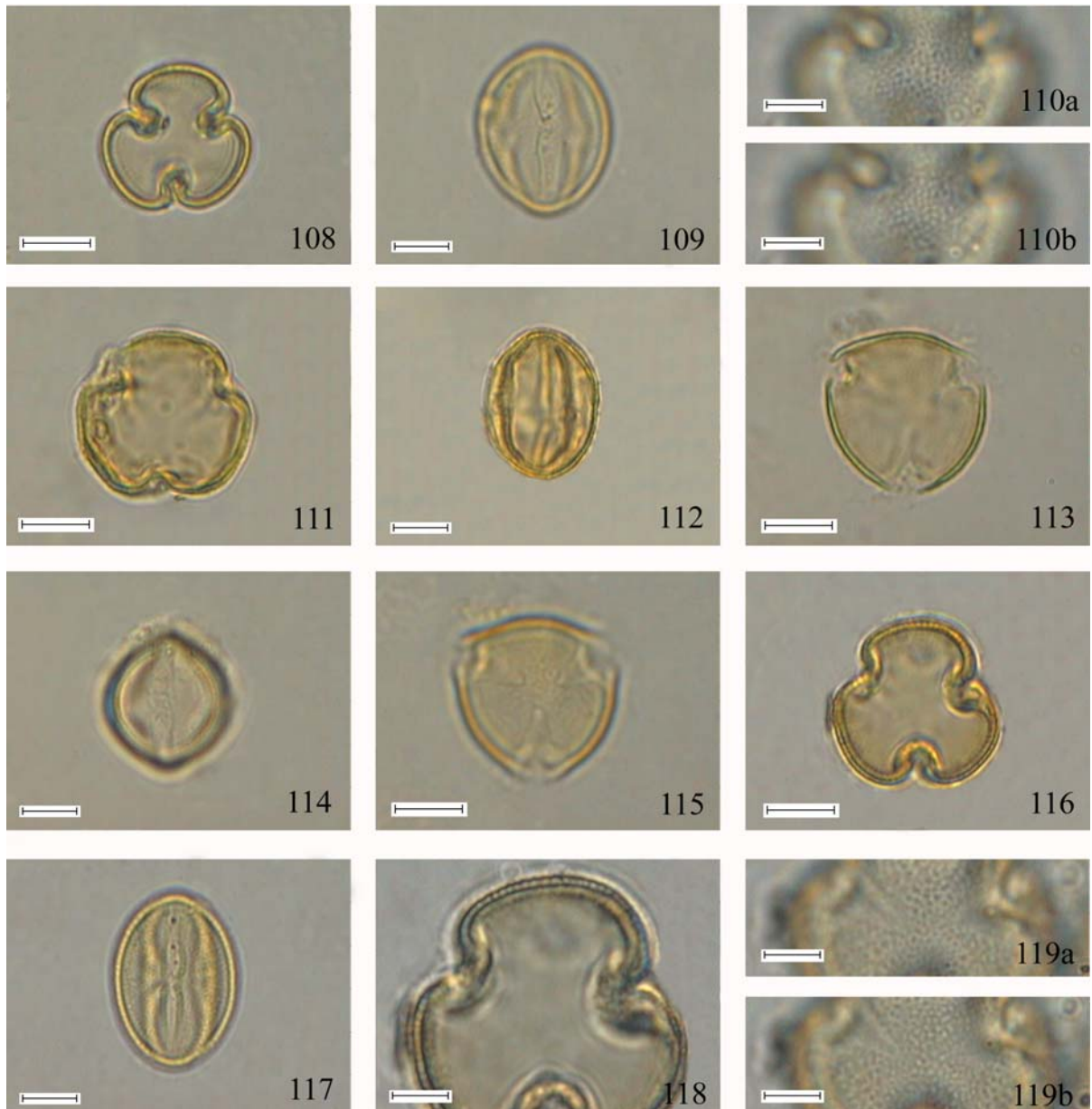
Figuras 74-85. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 74-79. *Sinningia magnifica* (Otto & Dietr.) Wiehler. 74. Vista polar. 75. Vista equatorial. 76. Corte óptico. 77. Vista polar (MEV). 78. Vista equatorial (MEV). 79. Detalhe da ornamentação e da abertura (MEV). Figuras 80-82. *Sinningia mauroana* Chautems. 80. Vista polar. 81. Vista equatorial. 82. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 83-85. *Sinningia nivalis* Chautems. 83. Vista polar. 84. Vista equatorial. 85. Corte óptico. Escalas na figura 79 = 2 μm ; figuras 76-77, 82, 85 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



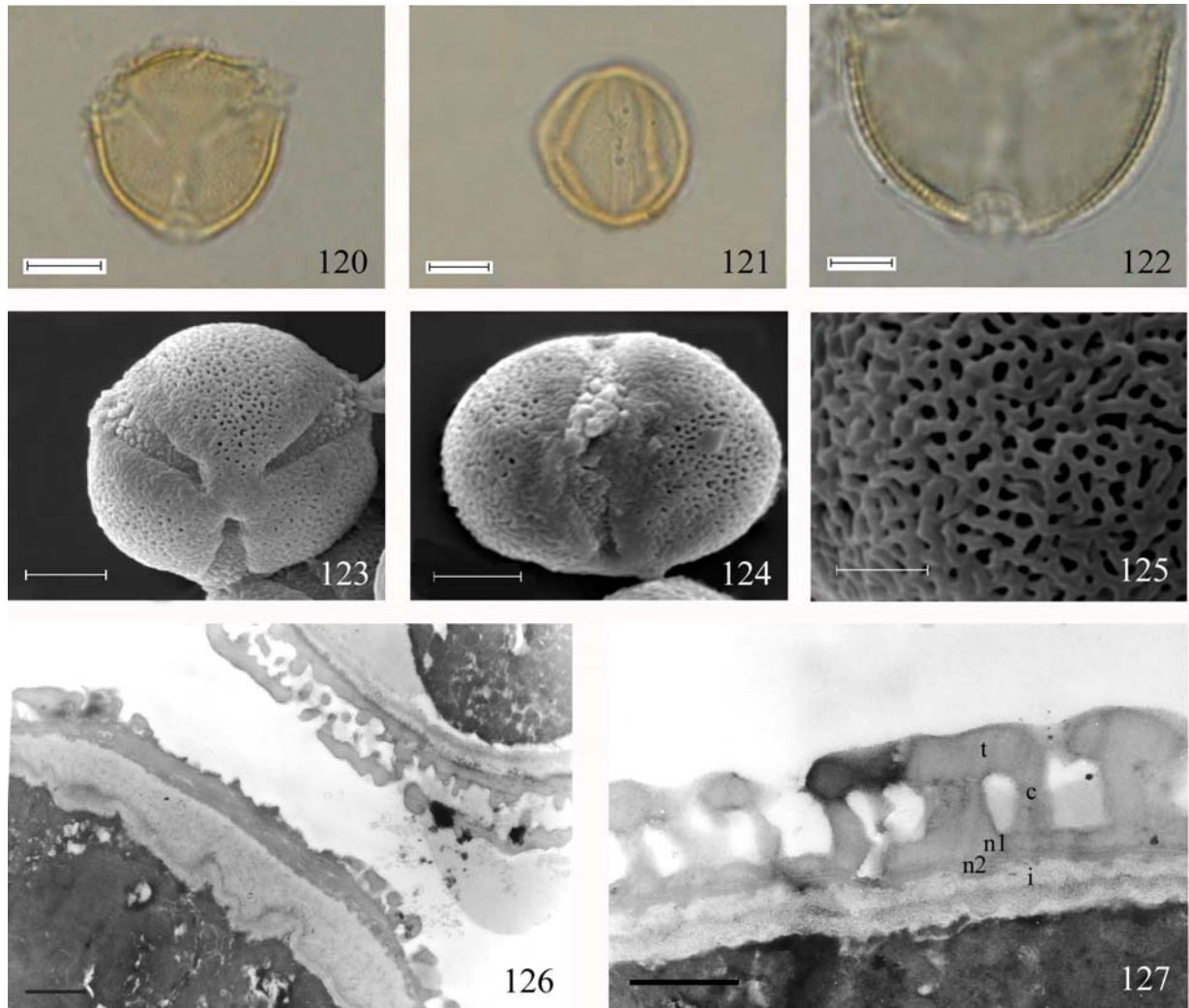
Figuras 86-97. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 86-88. *Sinningia reitzii* (Hoehne) L.E. Skog. 86. Vista polar. 87. Vista equatorial. 88. Corte óptico. Figuras 89-92. *Sinningia* aff. *reitzii*. 89. Vista polar. 90. Vista equatorial. 91. Vista equatorial (MEV). 92. Detalhe da ornamentação (MEV). Figuras 93-94. *Sinningia rupicola* (Mart.) Wiehler. 93. Vista polar. 94. Vista equatorial. Figuras 95-97. *Sinningia* aff. *rupicola* (Mart.) Wiehler. 95. Vista polar. 96. Vista equatorial. 97. Ornamentação em foco alto. Escalas na: figura 92 = 2 μm ; figuras 88, 97 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



Figuras 98-107. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 98-99. *Sinningia sceptrum* (Mart.) Wiehler. 98. Vista polar. 99. Vista equatorial. Figuras 100-102. *Sinningia schiffneri* Fritsch. 100. Corte óptico. 101. Vista polar (MEV). 102. Vista equatorial (MEV). Figuras 103-105. *Sinningia sellovii* (Mart.) Wiehler. 103. Vista polar. 104. Vista equatorial. 105. Corte óptico. Figuras 106-107. *Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern. 106. Vista polar. 107. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 100-102, 105-107 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



Figuras 108-119. Fotomicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 108-110. *Sinningia striata* (Fritsch) Chautems. 108. Vista polar. 109. Vista equatorial. 110. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 111-112. *Sinningia tuberosa* (Mart.) H.E. Moore. 111. Vista polar. 112. Vista equatorial. Figuras 113-115. *Sinningia warmingii* (Hiern) Chautems. 113. Vista polar. 114. Vista equatorial. 115. Vista polar, apocolpia. Figuras 116-119. *Sinningia sp.* 116. Vista polar. 117. Vista equatorial. 118. Corte óptico. 119. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 110, 118-119 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm .



Figuras 120-127. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 120-127. *Vanhouttea calcarata* Lem. 120. Vista polar. 121. Vista equatorial. 122. Corte óptico. 123. Vista polar (MEV). 124. Vista equatorial (MEV). 125. Detalhe da ornamentação (MEV). 126-127. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET) (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas na figura 127 = 700 nm; figura 126 = 1 μ m; figura 125 = 2 μ m; figuras 122-124 = 5 μ m; demais figuras = 10 μ m.

Analisando-se o intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies estudadas de Sinningieae (figuras 128-129) verifica-se que:

- a. os grãos de pólen de *Sinningia defoliata* se separam dos das demais espécies por serem menores quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista equatorial (figura 128 B).
- b. quando comparados pelo teste de Tukey, todos os diâmetros dos grãos de pólen das 38 espécies estudadas (exceto *Sinningia defoliata*, pelos valores do diâmetro equatorial em vista equatorial) não apresentam diferenças significativas, entretanto pelo intervalo de confiança as espécies formam um contínuo onde é possível separar algumas delas (figuras 128-129).
- c. os grãos de pólen de *Paliavana sericiflora* e *Sinningia rupicola*, não se separam entre si, mas separam-se dos das demais espécies por serem maiores quando se leva em consideração os valores do intervalo de confiança dos diâmetros polar em vista equatorial; já as demais espécies formam um grupo contínuo onde é possível separar algumas espécies (figura 128 A).
- d. quando se leva em consideração o diâmetro equatorial em vista equatorial (figura 128 B), todas as espécies analisadas formam um grupo contínuo pelos valores de seus grãos de pólen, onde pode-se separar, pelo intervalo de confiança, algumas espécies.
- e. os grãos de pólen de *Paliavana sericiflora*, com base no diâmetro equatorial em vista polar separam-se dos das demais espécies, pelas medidas do intervalo de confiança, entretanto as demais espécies formam um grupo contínuo no qual é possível distinguir algumas espécies (figura 129).

Quando se compara os grãos de pólen dos materiais de comparação aqui analisados (tabela 5) com os dos materiais padrão de Sinningieae, observa-se que a maioria dos espécimes apresenta valores dos diâmetros em vista polar e equatorial dentro dos limites do intervalo de confiança ou da faixa de variação dos respectivos materiais padrão, exceto os espécimes *O. Handro* 406, *O. Handro* s.n. (SP39241) e *J.J.F. Rabello Junior* s.n. (SP18665)

de *Sinningia magnifica*, e *M. Kirizawa 3329* de *Sinningia tuberosa*, cujas dimensões de todos os diâmetros dos grãos de pólen são bem distintas e estão fora da faixa de variação.

Os espécimes *I. Mimura 153* e *I. Mimura 576* de *Sinningia allagophyllai*, e *P.H. Miyagi et al. 439* e *O.S. Ribas et al. 1215* de *S. curtiflora*, quanto ao tamanho, apresentam grãos de pólen pequenos, enquanto os respectivos materiais padrão são médios.

Dos 40 espécimes usados para comparação (tabela 5), 25 deles apresentam variação da forma em relação ao material padrão.

Tabela 5. Média aritmética, em μm , das medidas dos diâmetros polar e equatorial em vista equatorial (DPVE, DEVE) e dos diâmetros equatoriais em vista polar (DEVP) dos grãos de pólen dos materiais de comparação de *Sinningieae* (Gesneriaceae). [n = 10]. ■ = valor dentro do I.C. do espécime padrão; ♦ = valor fora do I.C., mas dentro da faixa de variação do espécime padrão; ▲ = valor fora da faixa de variação.

Espécie/Coletor	DPVE	DEVP	DEVP	P/E
<i>Sinningia aggregata</i>				
<i>O. Handro 676</i>	27,45♦	20,78▲	21,42▲	1,32
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> , SP56358	26,84■	24,18■	24,22♦	1,11
<i>A.S. Lima s.n.</i> , SP51784	27,35♦	19,04▲	22,12♦	1,44
<i>J. Mattos & C. Moura 12882</i>	30,14♦	20,19▲	22,05♦	1,49
<i>J. Mattos & C. Moura 14960</i>	26,46■	21,44♦	23,62■	1,23
<i>Sinningia allagophylla</i>				
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 2432</i>	28,08♦	19,82▲	22,26♦	1,42
<i>E. Kuhn 162</i>	25,45▲	19,87▲	20,44■	1,28
<i>I. Mimura 153</i>	24,22▲	17,62▲	20,48■	1,37
<i>I. Mimura 576</i>	22,54▲	21,03♦	21,82♦	1,07
<i>Sinningia calcaria</i>				
<i>F.C. Hoehne s.n.</i> , SP24371	30,92♦	26,07■	26,53♦	1,19
<i>A.B. Joly 1243</i>	35,11▲	23,95♦	25,56▲	1,47
<i>Sinningia canescens</i>				
<i>R. Hertel 19</i>	34,64▲	25,57♦	28,46▲	1,36
<i>J. Mattos & N. Mattos s.n.</i> , SP155981	33,17▲	25,39♦	27,75▲	1,31
<i>C.M. Sakuragui et al. 447</i>	33,59▲	25,45♦	28,61▲	1,32
<i>V.C. Souza et al. 7347</i>	32,07♦	26,81♦	29,31▲	1,20
<i>Sinningia cooperi</i>				
<i>O. Handro 851</i>	32,60■	26,93♦	27,33■	1,21
<i>M.A. Pereira s.n.</i> , SP50032	37,54▲	27,62♦	29,71♦	1,36
<i>M.G.L. Wanderley 288</i>	36,79▲	24,67■	26,63■	1,49
<i>Sinningia curtiflora</i>				
<i>P.H. Miyagi et al. 439</i>	24,24♦	21,12♦	21,07▲	1,15
<i>O.S. Ribas et al. 1215</i>	24,16♦	20,58♦	22,12♦	1,17
<i>Sinningia douglasii</i>				
<i>J. Mattos 16196</i>	33,23■	23,52♦	24,52♦	1,41
<i>M. Kirizawa & E. Ieda 1890</i>	31,56♦	25,33■	27,32♦	1,25
<i>P.T. Shirasuna et al. 51</i>	33,83♦	25,96■	27,14♦	1,30
<i>Sinningia elatior</i>				
<i>E.L.M. Catharino et al. 1825</i>	27,09♦	24,47■	25,04■	1,11
<i>J.R. Pirani et al. 396</i>	27,11♦	22,96♦	24,73♦	1,18
<i>B.C. Teixeira 144</i>	26,43♦	25,02■	25,47■	1,06
<i>Sinningia glazioviana</i>				
<i>M. Kuhlmann 4022</i>	33,77■	31,57▲	31,87♦	1,07
<i>M. Kuhlmann 4420</i>	33,36■	28,32♦	30,99♦	1,18
<i>Sinningia incarnata</i>				
<i>G. Eiten & L.T. Eiten 10532</i>	30,28■	25,45♦	26,30■	1,19

continua

Tabela 5. continuação...

Espécie/Coletor	DP	DE	EVP	P/E
<i>Sinningia macropoda</i>				
A.S. Pires s.n., SP56381	31,97 [♦]	21,14 [▲]	27,76 [♦]	1,51
<i>Sinningia magnifica</i>				
O. Handro 406	28,61 [▲]	27,51 [▲]	27,82 [▲]	1,04
O. Handro s.n., SP39241	30,68 [▲]	27,85 [▲]	28,45 [▲]	1,10
A. Chautems & M. Peixoto 364	31,82 [♦]	24,22 [♦]	28,89 [▲]	1,31
J.J.F. Rabello Junior s.n., SP18665	36,90 [▲]	25,42 [▲]	27,65 [▲]	1,45
<i>Sinningia mauroana</i>				
F. Barros 2250	27,85 [♦]	24,47 [▲]	26,55 [♦]	1,14
<i>Sinningia schiffneri</i>				
L. Rossi et al. 1040	28,27 [♦]	19,70 [▲]	22,07 [▲]	1,44
<i>Sinningia sellovii</i>				
O. Yano s.n., SP257978	27,38 [■]	19,28 [♦]	20,74 [♦]	1,42
<i>Sinningia striata</i>				
S.E. Martins et al. 988	30,94 [♦]	27,46 [♦]	27,16 [■]	1,13
<i>Sinningia tuberosa</i>				
M. Kirizawa 3329	30,32 [▲]	28,92 [▲]	29,29 [▲]	1,05
<i>Sinningia warmingii</i>				
A. Pires s.n., SP56330	26,13 [♦]	25,16 [■]	24,88 [■]	1,04

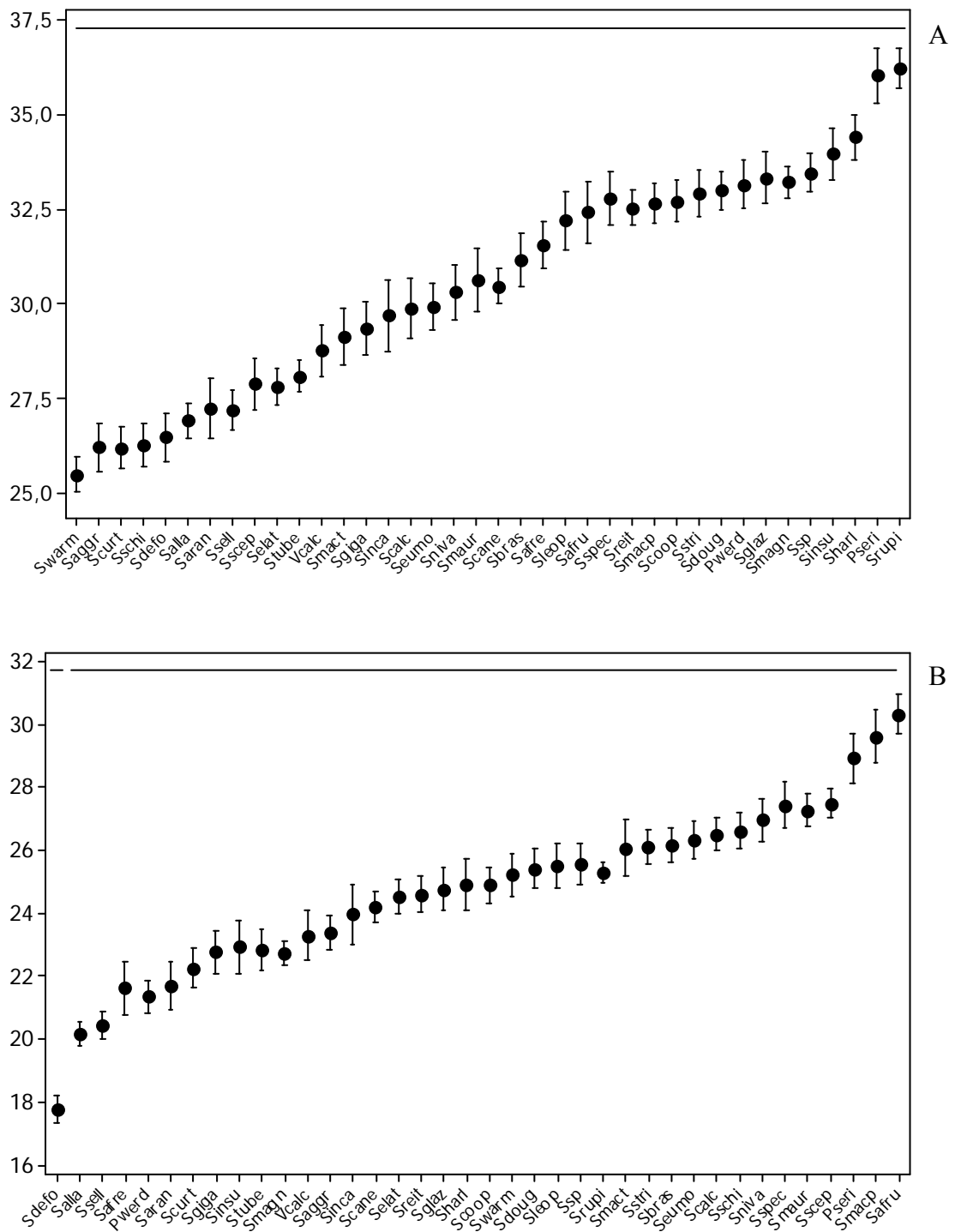


Figura 128. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia sp.*, Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. Os valores são dados em µm.

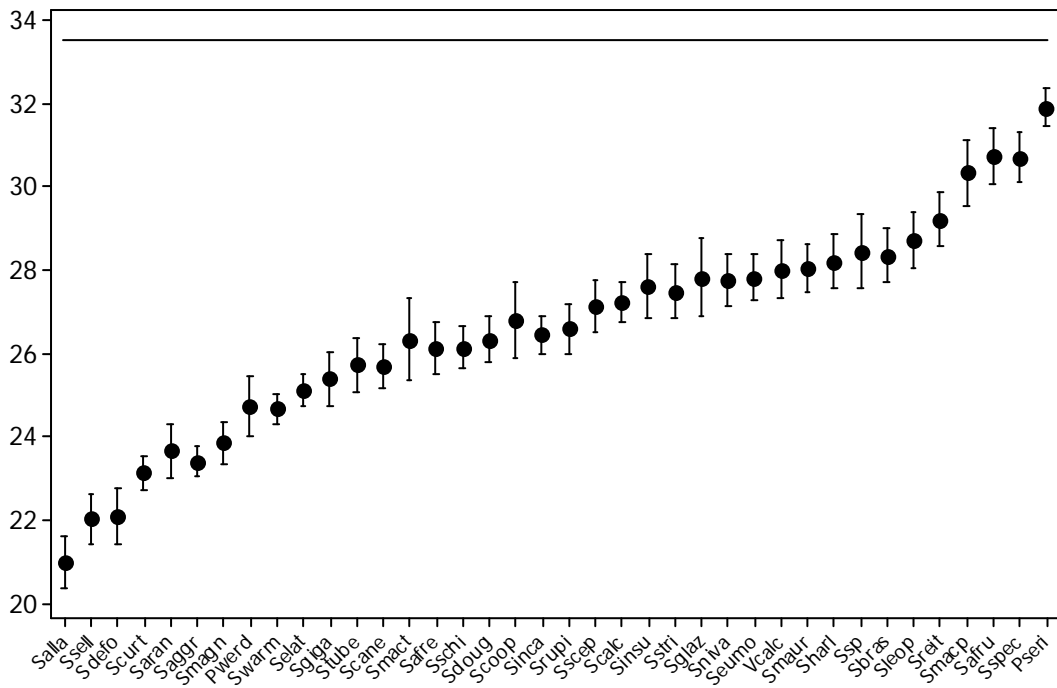


Figura 129. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95%, dos diâmetros equatoriais em vista polar, dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae.. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia sp.*, Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. Os valores são dados em μm .

A ordenação pela PCA, a qual as espécies estudadas de Sinningieae foram submetidas, foi baseada em 14 variáveis métricas dos seus grãos de pólen (tabela 6). Os dois primeiros eixos da PCA resumiram juntos 83,64% da variabilidade total dos dados analisados (figura 130).

O primeiro eixo sozinho resumiu 71,46% da variabilidade e teve como variáveis mais associadas os valores de comprimento e largura de endoabertura (ECOM e ELAR), desta forma, do lado central e direito do eixo 1 ficaram ordenadas as espécies dos gêneros *Sinningia* e a espécie *Vanhouttea calcarata*. *Paliavana sericiflora*, também ficou posicionada na parte central do eixo 1, no entanto os altos valores de diâmetros e comprimento dos colpos isolou-a

das demais espécies analisadas. A única espécie 3-colpada, *P. werdermannii* aparece no extremo direito da PCA, isolada das demais espécies por não apresentarem valores de endoabertura.

O segundo eixo da PCA teve como variáveis mais correlacionadas os valores de diâmetro equatorial em vista polar, diâmetro polar em vista equatorial e comprimento do colpo ($> 0,4$, tabela 6). Ficaram isoladas das demais espécies, na parte inferior do eixo 2, as espécies *Sinningia aggregata*, *Sinningia allagophylla* e *Sinningia defoliata* por apresentarem os menores valores de diâmetros e comprimentos de colpos.

Tabela 6. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas de *Sinningieae* (Gesneriaceae)

Variáveis	Componentes Principais	
	Eixo 1	Eixo 2
DEVP (diâmetro equatorial em vista polar)	0,076	0,412
DPVE (diâmetro polar em vista equatorial)	0,028	0,413
DEVE (diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,099	0,362
CCOM (comprimento do colpo)	0,023	0,498
CLAR (largura do colpo)	0,048	0,219
ECOM (comprimento da endoabertura)	0,774	- 0,065
ELAR (largura da endoabertura)	0,609	- 0,147
EXIN (exina)	0,059	0,265
SEXI (sexina)	0,051	0,243
NEXI (nexina)	0,034	0,128
TETO (teto)	0,033	0,195
FORM (forma)	- 0,042	0,026
IAP (índice de área polar)	0,003	- 0,048
MARG (margem)	0,010	0,130

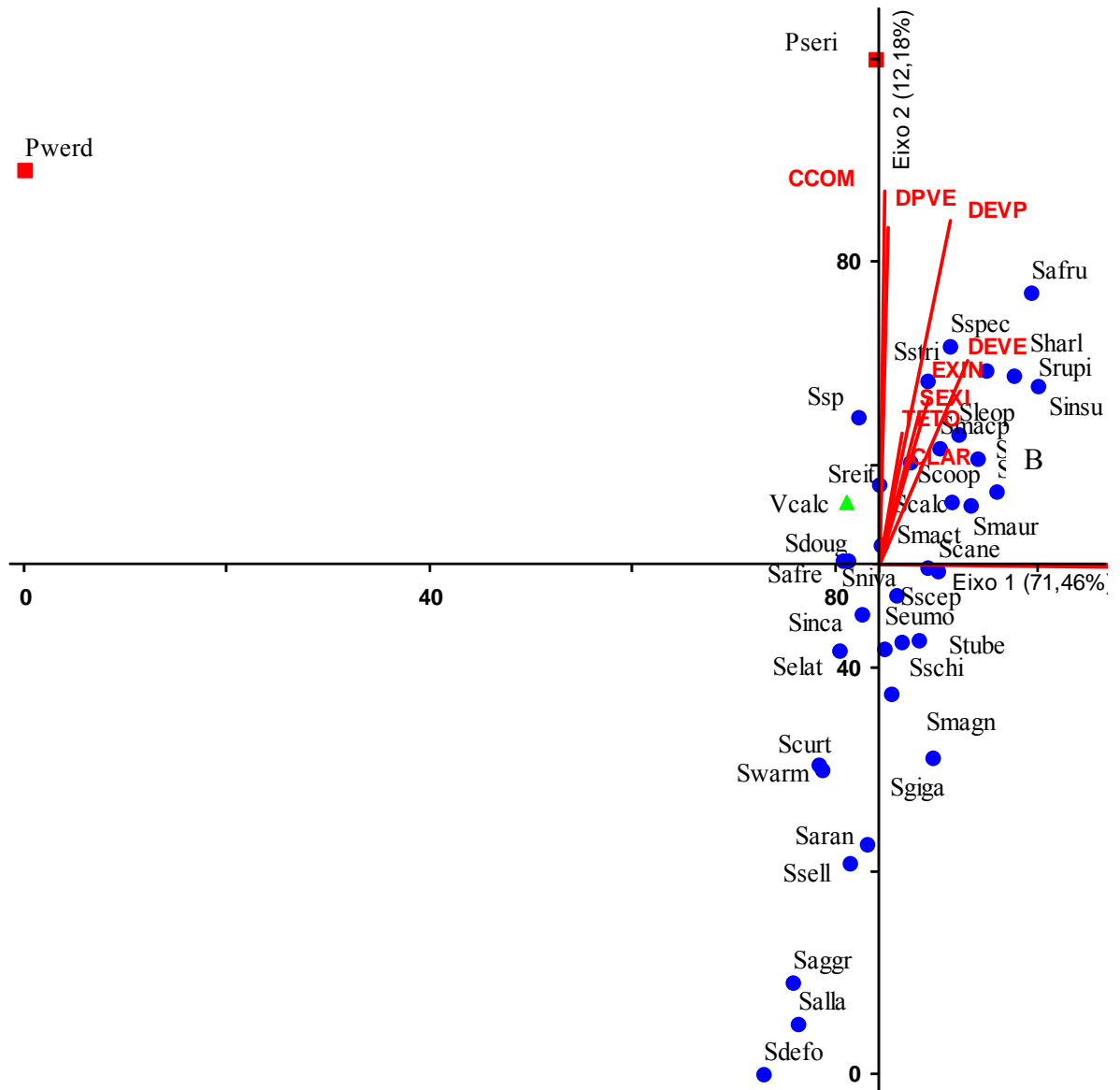


Figura 130. Ordenação, pela PCA, das espécies de Sinningieae (Gesneriaceae), em função das variáveis métricas dos grãos de pólen (Tabela 6). Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia sp.*, Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. ■ = *Paliavana*, ● = *Sinningia* e ▲ = *Vanhouttea*.

Chave polínica para as espécies de *Sinningieae*

1. Grãos de pólen colpados *Paliavana werdermannii*
1. Grãos de pólen colporados
 2. Exina reticulada *Paliavana sericiflora*
 2. Exina microrreticulada
 3. Colpos estreitos < 2,00 μm de largura
 4. Âmbito circular-lobado; colpo compr. > 30,00 μm *Sinningia rupicola*
 4. Âmbito circular ou subcircular; colpo compr. < 29,00 μm
 5. Grãos de pólen subcirculares; colpo compr. < 22,00 μm ;
endoabertura compr. < 5,00 μm
 6. Exina ca. 1,35 μm de espessura; endoabertura
ca. 4,66 x 2,79 μm *Sinningia defoliata*
 6. Exina ca. 2,17 μm de espessura; endoabertura
ca. 4,86 x 3,19 μm *Sinningia curtiflora*
 5. Grãos de pólen circulares; colpo compr. > 22,00 μm ;
endoabertura compr. > 5,00 μm
 7. Exina ca. de 1,56 μm de espessura; colpo compr.
ca. 25,47 μm ; endoabertura compr. ca. 6,39 μm *Sinningia nivalis*
 7. Exina ca. de 1,70 μm de espessura; colpo compr.
ca. 23,57 μm ; endoabertura compr. ca. 6,06 μm *Sinningia sellovii*
 3. Colpos largos \geq 2,00 μm de largura
 8. Grãos de pólen com colpos constrictos na região mediana
 9. Âmbito circular-lobado
 10. Exina ca. de 1,46 μm de espessura; endoabertura compr.
ca. 5,11 μm ; colpo compr. ca. 26,31 μm *Sinningia douglasii*
 10. Exina ca. de 1,23 μm de espessura; endoabertura compr.
ca. 6,47 μm ; colpo compr. ca. 27,48 μm *Sinningia striata*
 9. Âmbito circular
 11. Endoabertura compr. > 6,00 μm

12. Colpo compr. > 29,00 μm ; endoabertura
compr. > 8,00 μm ; exina > 2,00 μm
de espessura *Sinningia insularis*
12. Colpo compr. < 29,00 μm ; endoabertura
compr. < 8,00 μm ; exina < 2,00 μm de espessura
13. Grãos de pólen com colpo > 27,00 μm
de comprimento; endoabertura
compr. > 6,40 μm *Sinningia speciosa*
13. Grãos de pólen com colpo < 27,00 μm
de comprimento; endoabertura
compr. < 6,40 μm
14. Exina < 1,60 μm de espessura;
colpo larg. < 2,40 μm ; colpo
compr. 25,00-26,99 μm *Sinningia eumorpha*
Sinningia macropoda
14. Exina > 1,70 μm de espessura;
colpo larg. > 2,41 μm ; colpo
compr. 23,00-24,00 μm *Sinningia sceptrum*
Sinningia tuberosa
11. Endoabertura compr. < 6,00 μm
15. Colpo compr. < 25,00 μm
16. Exina > 1,60 μm de espessura; colpo
larg. > 2,50 μm *Sinningia elatior*
Sinningia macrostachya
16. Exina < 1,60 μm de espessura; colpo
larg. < 2,50 μm *Sinningia aggregata*
Sinningia araneosa
15. Colpo compr. > 25,00 μm
17. Endoabertura larg. > 3,50 μm ; exina < 1,70 μm
de espessura *Sinningia incarnata*

17. Endoabertura larg. $< 3,50 \mu\text{m}$; exina $> 1,70 \mu\text{m}$
 de espessura *Sinningia reitzii*
Sinningia aff. reitzii
Sinningia sp.
8. Grãos de pólen com colpos não constrictos na região mediana
18. Âmbito circular-lobado
19. Colpo compr. $< 23,00 \mu\text{m}$; endoabertura
 compr. $< 5,00 \mu\text{m}$; exina $< 1,40 \mu\text{m}$
 de espessura *Sinningia allagophylla*
19. Colpo compr. $> 24,00 \mu\text{m}$; endoabertura
 compr. $> 6,00 \mu\text{m}$; exina $> 1,40 \mu\text{m}$
 de espessura *Sinningia magnifica*
18. Âmbito circular a subcircular
20. Grãos de pólen subcirculares *Sinningia canescens*
20. Grãos de pólen circulares
21. Colpo compr. $< 25,00 \mu\text{m}$
22. Exina $> 2,00 \mu\text{m}$ de espessura;
 colpo larg. $< 2,20 \mu\text{m}$ *Sinningia calcaria*
22. Exina $< 2,00 \mu\text{m}$ de espessura;
 colpo larg. $> 2,20 \mu\text{m}$
23. Endoabertura compr. $> 6,00 \mu\text{m}$;
 exina $< 1,50 \mu\text{m}$ de espessura *Sinningia gigantifolia*
23. Endoabertura compr. $< 6,00 \mu\text{m}$;
 exina $> 1,50 \mu\text{m}$ de espessura *Sinningia schiffneri*
Sinningia warmingii
Vanhouttea calcarata
21. Colpo compr. $> 25,00 \mu\text{m}$
24. Endoabertura compr. $> 8,00 \mu\text{m}$;
 colpo compr. $> 29,00 \mu\text{m}$ *Sinningia aff. rupicola*
24. Endoabertura compr. $< 8,00 \mu\text{m}$;

colpo compr. < 29,00 μm

25. Grãos de pólen com colpos < 27,00 μm
de comprimento

26. Endoabertura compr. < 6,00 μm ;

exina < 1,80 μm de espessura *Sinningia cooperi*

26. Endoabertura compr. > 6,00 μm ;

exina > 1,80 μm de espessura *Sinningia brasiliensis*

Sinningia mauroana

25. Grãos de pólen com colpos > 27,00 μm
de comprimento

27. Colpo larg. > 2,80 μm ;

exina > 1,80 μm de espessura *Sinningia harley*

27. Colpo larg. < 2,80 μm ;

exina < 1,80 μm de espessura *Sinningia glazioviana*

Sinningia leopoldi

Discussão

Os grãos de pólen das espécies brasileiras de *Sinningieae* aqui estudadas são caracterizados por apresentarem tamanho médio, âmbito subcircular, circular ou circular-lobado, forma variando de oblato-esferoidal, prolato-esferoidal, subprolata a prolata, área polar muito pequena. Quanto às aberturas e ornamentação da exina, foram encontrados grãos de pólen 3-colpados, microrreticulados ou 3-colporados, microrreticulados a reticulados; o colpo apresenta membrana apertural granulada, endoabertura lolongada. Em *Paliavana werdermannii* e *Sinningia macrostachya*, nota-se na vista polar de alguns grãos de pólen, a união dos colpos (colpos anastomosados) dando a impressão de grãos de pólen sincolpados, no entanto, girando-se o grão de pólen em glicerina observou-se a área polar íntegra, o que se

conclui que a união das aberturas nesses grãos resulta de um rompimento a área polar, muito reduzida.

Das 35 espécies de *Sinningia* aqui estudadas, somente *Sinningia allagophylla*, *S. canescens*, *Sinningia douglasii*, *Sinningia elatior*, *S. macropoda*, *S. selovii* e *S. warmingii* (Campos 1962, Melhem & Mauro 1973, Williams 1978, Felice *et al.* 1981, Melhem *et al.* 2003) tiveram seus grãos de pólen descritos anteriormente.

Em seu trabalho sobre a morfologia polínica das espécies neotropicais de Gesneriaceae, William (1978) descreveu, sob MEV, os grãos de pólen de *Sinningia canescens* (anteriormente na tribo Gloxinieae) como isopolares, prolato-esferoidais a prolatos, tricolpados-tricolporados, reticulados. No presente trabalho observou-se grãos de pólen variando de prolato-esferoidal a subprolato, 3-colporados, e com ornamentação microrreticulada.

Sinningia allagophylla foi examinada palinologicamente por Campos (1962) sob o nome de *Rechsteineria spicata* (Vell.) Hoehne, por Felice *et al.* (1981) sob *Corytholoma allagophyllum* (Mart.) Fritsch., e por Melhem *et al.* (2003). Houve divergência quanto ao tipo de abertura, pois somente Felice *et al.* (1981) encontraram grãos de pólen 3-colporoidados, enquanto que os demais autores consideraram a espécie como tendo grãos de pólen 3-colporados, o que está de acordo com o presente trabalho. Quanto à ornamentação da sexina, Campos (1962) descreveu-a como pilada, Felice *et al.* (1981) como perfurada e Melhem *et al.* (2003) como reticulada. No presente estudo a espécie apresentou grãos de pólen microrreticulados.

Os grãos de pólen de *Sinningia elatior* foram estudados por Melhem & Mauro (1973) e Felice *et al.* (1981). De acordo Melhem & Mauro (1973) os grãos de pólen desta espécie apresentam exina reticulada, enquanto que Felice *et al.* (1981) consideraram a ornamentação dos grãos de pólen como microrreticulada, concordando com os dados aqui obtidos. Verificou-se uma discordância em relação ao tipo de abertura, que foi descrita como 3-

colpadas (Melhem & Mauro 1973), 3-colporoidadas (Felice *et al.* 1981). A abertura dos espécimes aqui examinados foi definida como 3-colporados. Quanto à forma, Melhem & Mauro (1973) e Felice *et al.* (1981) descreveram-na como subprolata; nos quatro espécimes aqui examinados, a forma variou de prolato-esferoidal a subprolata.

Os grãos de pólen de *Sinningia macropoda*, foram descritos por Melhem & Mauro (1973) sob o nome de *Gesneria tuberosa* Mart., cujos resultados são semelhantes aos aqui encontrados quanto ao tamanho e quanto à forma, embora no presente trabalho o espécime A.S. Pires *s.n.* (SP56381) tenha grãos de pólen prolatos. Quanto às aberturas e a ornamentação, as autoras as descreveram como 3-colpadas, pilada; ao passo que no presente estudo observou-se que estas são 3-colporadas, microrreticuladas.

Felice *et al.* (1981) ao estudarem os grãos de pólen de 10 espécies de Gesneriaceae da Argentina, apresentaram dados sobre a morfologia polínica de *Sinningia douglasii*, *S. sellovi* e *S. warmingii*, sob os nomes respectivamente de *Corytholoma douglasii* (Lindl.) Voos. var. *verticilatum* (Hook.) Tours., *Corytholoma sellovii* (Mart.) Fritsch. e *Corytholoma warmingii* (Hier.) Tours. Com relação às aberturas, os grãos de pólen de *Sinningia douglasii*, *S. sellovii* e *S. warmingii* são 3-colporoidados, divergindo da descrição aqui apresentada, onde foram descritos como 3-colporados. Quanto à ornamentação da exina, Felice *et al.* (1981) a descreveram como escabrada em *S. douglasii*, e microrreticulada em *S. sellovii* e *S. warmingii*, ao passo que, nos espécimes aqui analisados observou-se que ela é microrreticulada. Quanto à forma os resultados apresentados pelas autoras de um modo geral são semelhantes aos do presente trabalho.

Sinningia rupicola e *S. aff. rupicola* embora taxonomicamente parecidas, apresentam características morfológicas que as diferenciam entre si, como âmbito circular-lobado (em *Sinningia rupicola*) e circular (em *S. aff. rupicola*). As duas espécies se separam entre si quando se leva em consideração os diâmetros dos grãos de pólen, entretanto apresentam as medidas dos colpos, das endoaberturas e da exina muito próximas. *S. reitzii* e *S. aff. reitzii* são

extremamente semelhantes, e não foram separadas conforme pode ser observado na chave polínica apresentada neste trabalho.

As espécies de *Sinningia* têm grande variação na coloração e na forma da corola (Wiehler 1983, Chautems *et al.* 2000), o que contribuiu para sua adaptação a vários tipos de polinizadores (SanMartin-Gajardo & Sazima 2004, 2005a, b, Perret *et al.* 2003). As 35 espécies do gênero *Sinningia* aqui estudadas, possuem morfologia polínica bem constante, podendo-se considerar o gênero como estenopolínico, principalmente pelas características de aberturas (3-colporadas, com endoaberturas lolongadas) e de ornamentação da exina (microrreticulada). Apesar disso, as espécies apresentam variação dos grãos de pólen quanto à forma, ao âmbito e a presença ou ausência de constrição nos seus colpos, o que permite o reconhecimento de algumas espécies.

Na literatura não foram encontrados dados palinológicos para as espécies aqui estudadas dos gêneros *Paliavana* e *Vanhouttea*. Os dados polínicos aqui descritos para as duas espécies de *Paliavana* permitiram tanto a separação entre elas, como delas em relação às outras espécies estudadas de *Sinningia* e *Vanhouttea*, principalmente em função da abertura 3-colpada (em *Paliavana werdermannii*) e da ornamentação reticulada (em *Paliavana sericiflora*). Isso também foi evidenciado pela ordenação através da análise de componentes principais. Segundo Araujo *et al.* (2005) *Paliavana werdermannii* e *P. sericiflora* são muito semelhantes e possuem morfologia externa bastante similar, sendo distintas pelo formato do cálice (cálice fechado em *P. sericiflora* e aberto em *P. werdermannii*) e pelo tamanho dos seus lacínios (menores em *P. sericiflora* e mais longos e subulados em *P. werdermannii*). Neste caso, portanto, os caracteres polínicos mostraram-se muito úteis, auxiliando na delimitação dos táxons.

Os dados de filogenia molecular (Smith *et al.* 1997, Perret *et al.* 2003) demonstram que *Vanhouttea* e *Paliavana* são gêneros parafiléticos e devem ser incluídos em *Sinningia*. Os grãos de pólen de *Vanhouttea calcarata* apresentaram grande similaridade com os das

espécies do gênero *Sinningia* aqui estudados, o que causou seu posicionamento junto às espécies de *Sinningia* na ordenação por PCA, o que confirma os estudos moleculares. No entanto, como também foi evidenciado pela PCA, os grãos de pólen de *Paliavana* são distintos dos demais.

Outros gêneros de Gesneriaceae também são caracterizados por possuírem grãos de pólen 3-colpados, 3-colporados e com ornamentação microrreticulada a reticulada, como os aqui estudados. Apesar da maioria das espécies brasileiras da família apresentar grãos de pólen 3-colporados, grãos de pólen colpados como os de *Paliavana werdermannii*, também podem ser encontrados em espécies do gênero *Nematanhus* da tribo Episcieae (Capítulo III). A ornamentação microrreticulada encontrada nos grãos de pólen de *Sinningia* aqui estudados, pode ser, também, observada em espécies das tribos Beslerieae e Napeantheae (Capítulo I), e nas tribos Gloxinieae e Sphaerorrhizeae (Capítulo II).

Pode-se considerar, portanto, que a morfologia polínica das espécies aqui estudadas traz dados importantes para a taxonomia dos gêneros *Paliavana*, *Sinningia* e *Vanhouttea*, na medida em que: (a) corrobora a semelhança entre *Vanhouttea* e *Sinningia*; (b) permite a separação de *Paliavana* em relação a estes dois últimos gêneros; (c) separa as duas espécies de *Paliavana* entre si; e (d) demonstra o caráter estenopolínico de *Sinningia*.

Futuros estudos envolvendo as demais espécies da tribo, principalmente dos gêneros *Paliavana* e *Vanhouttea*, menos amostrados no presente estudo, poderão trazer ainda maiores subsídios para a delimitação taxonômica deste complexo grupo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Mauro Peixoto pela disponibilização de materiais cultivados de Sinningieae, à Msc. Silvia Regina Galetti e ao mestrando Ricardo Lombardi pela ajuda na análise em microscopia eletrônica de transmissão.

Literatura Citada

- Araujo, A.O., Souza, V.C. & Chautems, A.** 2005. Gesneriaceae da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 109-135.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S.** 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Boggan, J.K.** 1991. A morphological study and cladistic analysis of *Sinningia* and associated genera with particular reference to *Lembocarpus*, *Lietzia*, *Paliavana* and *Vanhouttea* (Gesneriaceae: Gloxinieae). M.S. thesis, Cornell University, Ithaca, New York.
- Buzato, S., Sazima, M. & Sazima, I.** 2000. Hummingbird-pollinated floras at three Atlantic forest sites. *Biotropica* 32: 824-841.
- Campos, S.M.** 1962. Pollen grains of plants of the “Cerrado” – IV. *Revista Brasileira da Biologia* 22: 307-315.
- Chautems, A. & Weber, A.** 1999. Shoot and inflorescence architecture in the neotropical genus *Sinningia* (Gesneriaceae). *In*: M.H. Kurmann & A.R. Hemsley (eds.). The evolution of plant architecture. Royal Botanic Gardens, Kew.
- Chautems, A., Baracho, G.S. & Siqueira Filho, J.A.** 2000. A new species of *Sinningia* (Gesneriaceae) from northeastern Brazil. *Brittonia* 52: 49-53.
- Erdtman, G.** 1952. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Erdtman, G.** 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Faegri, G. & Iversen, J.** 1966. Textbook of modern pollen analysis. 2nd ed. Scandinavian University Books, Copenhagen.
- Felice, M.A.C., Sanchis, A.M. & Villar, L.M.** 1981. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”* 2: 77-89.

- Fritsch, K.** 1894. Gesneriaceae. *In*: A. Engler & K. Prantl. (eds.). Die natürlichen Pflanzenfamilien, v. 4, ars 3b, pp. 145-185.
- Fritze, K.J. & Williams, N.H.** 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 168-191.
- Haddad, A., Sesso, A., Attias, M., Farina, M., Meirelles, M.N., Silveira, M., Benchimol, M., Soares, M.J., Barth, O.M., Machado, R.D. Souto-Pradrón, T & Souza, W.** 1998. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. Sociedade Brasileira de Microscopia, Rio de Janeiro.
- Holmgren, P.K. & Holmgren, N.H.** 2007. (onwards) Index Herbariorum. New York Botanical Garden. <http://sciweb.nybg.org/science2/indexherbariorum.asp> (acesso em 12.03.2007)
- Howard, R.A.** 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* 56: 364-368.
- Luegmayer, E.** 1993a. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. *Blumea* 38: 25-38.
- Luegmayer, E.** 1993b. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). *Grana* 32: 221-232.
- McCune, B. & Mefford, M.J.** 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.
- Melhem, T.S. & Mauro, C.** 1973. Pollen morphological studies in Gesneriaceae. *Hoehnea* 3: 13-27.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato, M.S.F. & Golçalves-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.

- Minitab for Windows [MINITAB-INC, USA] 2003.** Versão 10.3 Copyright [C].
- Nowicke, J.W.** 1974. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. *Brittonia* 26: 37-41.
- Palee, P., Sampson, F.B. & Anusarnsunthorn, V.** 2003. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. *The Natural History Bulletin of Siam Society* 51: 225-240.
- Perret, M., Chautems, A., Spichiger, R., Peixoto, M. & Savolainen, V.** 2001. Nectar sugar composition in relation to pollination syndrome in Sinningieae (Gesneriaceae) *Annals of Botany* 87: 267-273.
- Perret, M., Chautems, A., Spichiger, R., Kite, G. & Savolainen, V.** 2003. Systematics and evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear ncpGS. *American Journal of Botany* 90: 445-460.
- Perret, M., Chautems, A., Spichiger, R., Barraclough, T.G. & Savolainen, V.** 2007. The geographical pattern of speciation and floral diversification in the neotropics: the tribe Sinningieae (Gesneriaceae) as a case study. *Evolution* 61: 1641-1660.
- Proctor, M.P., Yeo, P. & Lack, A.** 1996. *The natural history of pollination.* Timber Press, Portland, Oregon.
- 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.
- Roubik, D.W. & Moreno P., J.E.** 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monograph In Systematic Botany. Missouri Botanical Garden* 36: 1-268.
- Sabatini, D.D., Bensch, K. & Barnett, R.J.** 1963. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *Journal of Cellular Biology* 17:19-58.
- Salgado-Labouriau, M.L.** 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados.* Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.

- 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.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2004. Non-euglossine bees also function as pollinators of *Sinningia* species (Gesneriaceae) in southeastern Brazil. *Plant Biology* 6: 506-512.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2005a. Chiropterophily in Sinningieae: *Sinningia brasiliensis* and *Paliavana prasinata* are bat-pollinated, but *P. sericiflora* is not. Not yet?. *Annals of Botany* 95: 1097-1103.
- SanMartin-Gajardo, I., Sazima, M.** 2005b. Espécies de *Vanhouttea* Lem. e *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) polinizadas por beija-flores: interações relacionadas ao hábitat da planta e ao néctar. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 441-450.
- Sazima, I., Buzato, S. & Sazima, M.** 1996. Na assemblage of hummingbird-pollinated flowers in a montane Forest in southeastern Brazil. *Botanica Acta* 109: 149-160.
- Schlag-Edler, B. & Kiehn, M.** 2001. Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. *Grana* 40: 192-196.
- Shepherd, G.J.** 1996. *Fitopac 1: manual do usuário*. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas.
- Silberbauer-Gottsberger, I. & Gottsberger, G.** 1975. Ueber sphingophile angiospermen brasiliens. *Plant Systematics and Evolution* 123: 157-184.
- Skog, L.E.** 1976. A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Smithsonian Contributions to Botany* 29: 1-182.
- Smith, J.F., Wolfram, J.C., Brown, K.D., Carrol, C.L. & Denton, D.S.** 1997. Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84: 50-66.
- Snow, D.W. & Teixeira, D.L.** 1982. Hummingbirds and their flowers in the coastal mountains of southeastern Brazil. *Journal für Ornithologie* 123: 446-450.

- Vasconcelos, M.F. & Lombardi, J.A.** 2000. Espécies vegetais visitadas por beija-flores durante meio do verão no Parque estadual da Pedra Azul, Espírito Santo. *Melopsittacus* 3: 36-41.
- Vieira, S.** 1981. Introdução à Bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.
- Vogel, S.** 1969. Chiropterophilie in der neotropischen flora (Neue mitteilungen II). *Flora* 158: 185-222.
- Weber, A.** 2004. Research on Gesneriaceae in Austria – Part IV: recent and present work. *Gloxinian* 54: 44-53.
- Wiehler, H.** 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 6: 1-219.
- Williams, N.H.** 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 2: 310-322.
- Xifreda, C.C.** 1996. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana* 34: 383-388.
- Zhi-Jian, Y., Zhen-Yu, L. & Fu-Hsiung, W.** 1995. Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. *Cathaya* 7: 99-104.
- Zhi-Jian, Y., Zhen-Yu, L. & Fu-Hsiung, W.** 1997. Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. *Harvard Papers of Botany* 10: 113-120.
- Zar, J.H.** 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Zimmer, E.A., Roalson, E.H., Skog, L.E., Boggan, J.K. & Idnurm, A.** 2002. Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. *American Journal of Botany* 89: 296-311.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Gesneriaceae, uma família pantropical, possui ampla distribuição no território brasileiro com muitas espécies ocorrendo ao longo da Mata Atlântica. Apresenta grande variação quanto ao hábito, sendo representada por ervas, subarbustos ou arbustos tanto terrestres quanto epifíticos.

Por apresentarem flores vistosas, com néctar e corolas de cores variadas, as espécies de Gesneriaceae possuem amplo espectro de polinizadores, desde abelhas, mariposas e borboletas, até pássaros (beija-flores) e morcegos.

Apesar de ser uma família monofilética, estudos recentes de biologia molecular, juntamente com trabalhos morfológicos e ecológicos, estão esclarecendo as relações entre os táxons da família.

A proposta de realizar um estudo polínico envolvendo as espécies brasileiras da família deveu-se à escassez de trabalhos nesta área para as espécies de Gesneriaceae, principalmente aquelas ocorrentes no Brasil, apesar de nosso país, (em especial o sudeste) ser considerado um centro de diversidade em espécies neotropicais da família. Optou-se, primeiramente para o estudo dos grãos de pólen das espécies ocorrentes no Estado de São Paulo, no entanto, com o objetivo de buscar novas informações visando esclarecer as relações entre as espécies e colaborar para a taxonomia da família, espécies de outras regiões brasileiras também foram adicionadas ao trabalho.

Foram estudados os grãos de pólen de 76 espécies brasileiras de Gesneriaceae, pertencentes a 11 gêneros: *Besleria* L. (3 spp.), *Codonanthe* (Mart.) Hanst. (5 spp.), *Gloxinia* L'Hér. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.), *Napeanthus* Gardn. (2 spp.), *Nematanthus* Schrad. (19 spp.), *Paliavana* Vand. (2 spp.), *Seemannia* Regel (2 spp.), *Sinningia* Ness (35 spp.),

Sphaerorrhiza E.H. Roalson & J.K. Boggan (2 spp.), *Vanhouttea* Lem. (1 sp.) e distribuídos por 6 tribos: Beslerieae, Episcieae, Gloxinieae, Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae.

Quanto ao tamanho, foram observados grãos de pólen pequenos nas espécies *Besleria longimucronata*, *B. umbrosa*, *Napeanthus primulifolius* e *N. reitzii*, pequenos a médios em *Besleria selloana* e *Sinningia allagophylla*, e médios na grande maioria das espécies estudadas. A forma dos grãos de pólen variou em todos os gêneros. Verificou-se com esse estudo que os grãos de pólen das espécies brasileiras da família não possuem uma forma constante, variando de oblato-esferoidais a prolato-esferoidais, subprolatos ou prolatos. Os grãos de pólen apresentaram âmbito circular, subcircular, subtriangular (*Codonanthe carnososa* – tribo Episcieae) a circular-lobado (*Seemannia purpurascens* – tribo Gloxinieae e em espécies de *Sinningia* – tribo Sinningieae) o que permitiu a separação de algumas espécies com base nas características polínicas.

Foram encontrados grãos de pólen 3-colpados nas espécies do gênero *Nematanthus* (com exceção de *Nematanthus wettsteinii*) e em *Paliavana werdermannii*; já as outras espécies estudadas apresentaram grãos de pólen 3-colporados, colpos longos, largos a estreitos (*Besleria longimucronata*, *B. umbrosa*, *Gloxinia erinoides*, *Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola*, *Napeanthus primulifolius*, *N. reitzii*, *Sinningia curtiflora*, *S. defoliata*, *S. nivalis*, *S. rupicola*, *S. sellovi*, *Sphaerorrhiza burchelli* e *S. sarmentiana*), com endoaberturas predominantemente lolongadas, circulares (em *Gloxinia perennis*) ocorrendo, em algumas espécies endoaberturas lalongadas (*Codonanthe carnososa*, *C. gracilis*, *C. venosa*). Todas as espécies apresentaram membrana apertural granulada. O tamanho dos colpos, a presença ou não de constrição dos colpos, os comprimentos e larguras de colpos e endoaberturas, algumas vezes, colaboraram também para a distinção de espécies.

Os grãos de pólen estudados também variaram quanto à ornamentação. O gênero *Besleria* apresentou grãos de pólen com exina psilado-perfurada (*B. longimucronata*), microrreticulada (*B. selloana*) ou rugulada (*B. umbrosa*). Para as demais espécies houve variação dos grãos de pólen entre microrreticulados (gêneros *Mandirola*, *Seemannia*, *Sphaerorrhizae*, *Sinningia* e *Vanhouttea*) e reticulados (*Gloxinia*, *Codonanthe* e *Nematanthus*). Particularmente, os grãos de pólen reticulados de algumas espécies de *Nematanthus* (tribo Episcieae), apresentaram variações no tamanho e na forma dos lumens dos retículos entre o apocolpo e o mesocolpo; essa característica não foi observada nos grãos de pólen dos gêneros *Codonanthe* (tribo Episcieae) e *Gloxinia* (tribo Gloxinieae). Outras características relacionadas aos lumens e muros, como muros simples a duplicolumelados, também foram utilizadas na separação de espécies em grupos segundo a morfologia polínica.

Na sexina foram observados teto e columelas, enquanto a nexina é subdividida em nexina 1 e nexina 2. Sexina mais espessa que a nexina, raramente com espessura similar.

Os detalhes da ornamentação de alguns grãos de pólen selecionados, evidenciados pela utilização de microscopia eletrônica de varredura, assim como os detalhes da parede dos grãos de pólen observados em microscopia eletrônica de transmissão, auxiliaram no estudo das estruturas dos grãos de pólen.

Assim, apesar do número de táxons estudados representar apenas uma parte das espécies de Gesneriaceae ocorrentes no país, não se esgotando as possibilidades de futuras pesquisas em palinologia, o estudo aqui empreendidos sugere que a família é euripolínica, com características que podem ser utilizadas na distinção de grupos de espécies em função dos seus grãos de pólen. Além disso, os dados aqui levantados podem ser úteis como subsídios para estudos taxonômicos no grupo, auxiliando na delimitação de gêneros e até de espécies.

RESUMO

Foram estudados os grãos de pólen de 76 espécies brasileiras de Gesneriaceae, pertencentes a 11 gêneros: *Besleria* L. (3 spp.), *Codonanthe* (Mart.) Hanst. (5 spp.), *Gloxinia* L'Hér. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.), *Napeanthus* Gardn. (2 spp.), *Nematanthus* Schrad. (19 spp.), *Paliavana* Vand. (2 spp.), *Seemannia* Regel (2 spp.), *Sinningia* Ness (35 spp.), *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan (2 spp.), *Vanhouttea* Lem. (1 sp.) e distribuídos por 6 tribos: Beslerieae, Episcieae, Gloxinieae, Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae. O presente estudo teve como objetivo analisar e descrever a morfologia polínica de Gesneriaceae e contribuir para a taxonomia da família. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e fotografados sob microscopia óptica e, em alguns casos, sob microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. As medidas receberam tratamento estatístico de acordo com a amostra. Foram confeccionadas chaves polínicas para a distinção das espécies. Foram encontrados grãos de pólen pequenos (*Besleria* e *Napeanthus*) ou médios (demais gêneros), isopolares, 3-colpados (*Nematanthus* e *Paliavana werdermannii*) a 3-colporados (demais espécies), colpos longos, largos ou estreitos (*Besleria longimucronata*, *B. umbrosa*, *Gloxinia erinoides*, *Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola*, *Napeanthus primulifolius*, *N. reitzii*, *Sinningia curtiflora*, *S. defoliata*, *S. nivalis*, *S. rupicola*, *S. sellovi*, *Sphaerorrhiza burchelli* e *S. sarmentiana*), endoabertura lalongada (*Codonanthe carnosae*, *C. gracilis*, *C. venosa*), circulares (*Gloxinia perennis*) a lolongada (demais espécies). Todas as espécies apresentaram membrana apertural granulada. A ornamentação variou de psilado-perfurada (*Besleria longimucronata*), rugulada (*B. umbrosa*), microrreticulada (*B. selloana*, *Napeanthus*, *Mandirola*, *Seemannia*, *Sphaerorrhiza*, *Paliavana werdermannii*, *Sinningia* e *Vanhouttea calcarata*) a reticulada (*Gloxinia*, *Codonanthe*, *Nematanthus* e *Paliavana sericiflora*), sexina mais espessa que a nexina. Pelos resultados obtidos verificou-se que a família Gesneriaceae é euripolínica. A morfologia polínica mostrou-se importante taxonomicamente, por ter auxiliado na circunscrição genérica e específica de alguns táxons.

ABSTRACT

We analyzed and described pollen grains of 76 Brazilian species of Gesneriaceae of 11 genera *Besleria* L. (3 spp.), *Codonanthe* (Mart.) Hanst. (5 spp.), *Gloxinia* L'Hér. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.), *Napeanthus* Gardn. (2 spp.), *Nematanthus* Schrad. (19 spp.), *Paliavana* Vand. (2 spp.), *Seemannia* Regel (2 spp.), *Sinningia* Ness (35 spp.), *Sphaerorrhiza* E.H. Roalson & J.K. Boggan (2 spp.), *Vanhouttea* Lem. (1 sp.) and distributed in 6 tribe Beslerieae, Episcieae, Gloxinieae, Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae. Pollen grains were acetolyzed, measured and photographed under light microscope and, in some cases, also under SEM and TEM. The data obtained were statistically analysed. Pollen keys to distinguish species are also provided. The pollen grains are small (*Besleria* e *Napeanthus*) or medium size (in the remaining genera), isopolar, 3-colpate (*Nematanthus* e *Paliavana werdermannii*) or 3-colporate (in the remaining species), colpi long, wide or narrow (*Besleria longimucronata*, *B. umbrosa*, *Gloxinia erinoides*, *Mandirola hirsuta*, *M. petraea*, *M. rupicola*, *Napeanthus primulifolius*, *N. reitzii*, *Sinningia curtiflora*, *S. defoliata*, *S. nivalis*, *S. rupicola*, *S. sellovi*, *Sphaerorrhiza burchelli* e *S. sarmentiana*), lalongate (*Codonanthe carnosae*, *C. gracilis*, *C. venosa*), circular (*Gloxinia perennis*) or lolongate endoaberture (in the remaining species). Apertural membrane granulated was observed in all species. Pollen ornamentation varied of psilate-perforate (*Besleria longimucronata*), rugulate (*B. umbrosa*), microrreticulate (*B. selloana*, *Napeanthus*, *Mandirola*, *Seemannia*, *Sphaerorrhiza*, *Paliavana werdermannii*, *Sinningia* e *Vanhouttea calcarata*) and reticulate (*Gloxinia*, *Codonanthe*, *Nematanthus* e *Paliavana sericiflora*), sexine thicker than nexine. This family is eurypalunous, and pollen morphology can be usefull for generic and specific delimitation.

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I

Figuras 1-10. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Besleria* L. 1-5. *Besleria longimucronata* Hoehne 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Corte óptico. 4. Detalhe da ornamentação (MEV). 5. Detalhe da estrutura da parede, sob MET (i = intina, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, p = perfuração, t = teto). 6-10. *Besleria selloana* Klotzsch & Hanst. 6. Vista polar. 7. Vista equatorial. 8. Análise de L.O. 9. Vista polar (MEV). 10. Detalhe da estrutura da parede, sob MET (i = intina, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, p = perfuração, t = teto). Barras = 500 nm (5); 750 nm (10); 2 µm (4); 5 µm (3, 8-9); 10 µm (1-2, 6-7) 25

Figuras 11-17. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Besleria umbrosa* Mart. 11. Vista polar. 12. Vista equatorial. 13. Corte óptico. 14. Vista polar (MEV). 15. Vista equatorial (MEV). 16. Detalhe da ornamentação (MEV). 17. Detalhe da estrutura da parede da exina (MET). Barras = 500 nm (17); 2 µm (16); 5 µm (13-15); 10 µm (11-12) 26

Figuras 18-27. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Napeanthus* Gardn. 18-24. *Napeanthus primulifolius* (Raddi) Sandwith. 18. Vista polar. 19. Vista equatorial. 20. Análise de L.O. 21. Vista polar (MEV). 22. Vista equatorial (MEV). 23. Detalhe da ornamentação (MEV). 24. Detalhe da estrutura da parede da exina, sob MET (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). 25-27. *Napeanthus reitzii* (L.B.Sm) B.L. Burt ex Leeuwemb. 25. Vista polar. 26. Vista equatorial. 27. Análise de L.O. Barras = 750 nm (24); 2 µm (23); 5 µm (18, 20-22, 25, 27); 10 µm (19, 26) 27

Figura 28. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Besleria* e *Napeanthus*. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. C. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, Blon = *Besleria longimucronata*, Bumb = *B. umbrosa* e Bsel = *B. selloana*. Os valores são dados em µm 29

Figura 29. Ordenação, pela PCA, das espécies de Beslerieae e Napeantheae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. (Blon = *Besleria longimucronata*, Bsel = *B. selloana*, Bumb = *B. umbrosa*, Npri = *Napeanthus primulifolius*, Nrei = *N. reitzii*, ■ = *Besleria*, ● = *Napeanthus*) 32

Capítulo II

Figuras 1–12. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Gloxinia* L'Hér. Figs 1–6. *Gloxinia erinoides*. Fig. 1. Vista polar. Fig. 2. Vista equatorial. Fig. 3. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 4. Vista polar (MEV). Fig. 5. Vista equatorial (MEV). Fig. 6. Detalhe da ornamentação (MEV). Figs 7–12. *G. perennis*. Fig. 7. Vista polar. Fig. 8. Vista equatorial (detalhe da endoabertura). Fig. 9. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 10. Vista polar (detalhe do apocolpo – MEV). Fig. 11. Detalhe da ornamentação (mesocolpo – MEV). Fig. 12. Análise de L.O., em foco alto

e foco baixo (apocolpo). Barras: Figs 6, 11, 2 μm ; Figs 3–5, 9–10, 12, 5 μm ; Figs 1–2, 7–8, 10 μm 54

Figuras 13–23. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Mandirola* Decne. Figs 13–15. *Mandirola hirsuta*. Fig. 13. Vista polar. Fig. 14. Vista equatorial. Fig. 15. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 16–18. *M. petraea*. Fig. 16. Vista polar. Fig. 17. Vista equatorial. Fig. 18. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 19–23. *M. rupicola*. Fig. 19. Vista polar. Fig. 20. Vista equatorial. Fig. 21. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 22. Vista polar (MEV). Fig. 23. Vista equatorial (abertura – MEV). Barras: Figs 15, 18, 21–23, 5 μm ; 13–14; Figs 16–17, 19–20, 10 μm 55

Figuras 24–33. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de espécies de *Seemannia* Regel Figs 25–27. *Seemannia purpurascens*. Fig. 24. Vista polar. Fig. 25. Vista equatorial. Fig. 26. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Figs 27–33. *S. sylvatica*. Fig. 27. Vista polar. Fig. 28. Vista equatorial. Fig. 29. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 30. Vista polar (MEV). Fig. 31. Vista equatorial (MEV). Fig. 32. Detalhe da ornamentação (MEV). Fig. 33. Detalhe da estrutura da parede, sob MET. (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Barras: Fig. 33, 750 nm; Fig. 32, 2 μm ; Figs 26, 29–31, 5 μm ; Figs 24–25, 27–28, 10 μm 58

Figuras 34–45. Fotomicrografias e eletromicrografias (MEV) dos grãos de pólen de espécies de *Sphaerorrhiza*. Figs 34–39. *Sphaerorrhiza burchellii*. Fig. 34. Vista polar. Fig. 35. Vista equatorial. Fig. 36. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 37. Vista polar (MEV). Fig. 38. Vista equatorial (mesocolpo – MEV). Fig. 39. Detalhe da ornamentação (MEV). Figs 40–45. *S. sarmentiana*. Fig. 40. Vista polar. Fig. 41. Vista equatorial. Fig. 42. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo (mesocolpo). Fig. 43. Vista polar (MEV). Fig. 44. Vista equatorial (MEV). Fig. 45. Detalhe da ornamentação (MEV). Barras: 39, 45, 2 μm ; Figs 36–38, 42–44, 5 μm ; Figs 34–35, 40–41, 10 μm 59

Figura 46. Ordenação, pela PCA, das espécies de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen (Tabela 5). (Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia purpurascens*, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*) 61

Figura 47. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies brasileiras de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia purpurascens*, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*. Os valores são dados em μm 64

Figura 48. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de espécies brasileiras de Gloxinieae e Sphaerorrhizeae. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Geri = *Gloxinia erinoides*, Gper = *Gloxinia perennis*, Mhir = *Mandirola hirsuta*, Mpet = *Mandirola petraea*, Mrup = *Mandirola rupicola*, Spur = *Seemannia*

purpurascens, Ssyl = *Seemannia sylvatica*, Sbur = *Sphaerorrhiza burchelli*, Ssar = *Sphaerorrhiza sarmentiana*. Os valores são dados em μm 65

Figura 49. Otimização da ornamentação dos grãos de pólen das espécies de *Gloxinia*, *Mandirola*, *Seemannia* e *Sphaerorrhiza*, nos resultados obtidos pelo consenso estrito de duas árvores mais parcimoniosas resultante da análise de máxima parcimônia de dados combinados (ITS + *ncpGS* + *rpl16* + *trnL-F* + morfológicos) segundo Araujo (2007) com modificações. (MR = microrreticulada, R = reticulada) 73

Capítulo III

Fig. 1. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(J) *C. carnosa*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto, (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) vista polar, apocolpia (10 μm), (F) corte óptico (5 μm), (G)–(H) análise de L.O. no mesocolpo, (G) foco alto (5 μm), (H) foco baixo (5 μm), (I) vista polar, MEV (10 μm), (J) vista equatorial, MEV (5 μm). (K)–(N) *C. cordifolia*: (K) vista polar (10 μm), (L) vista equatorial (10 μm), (M)–(N) análise de L.O. no mesocolpo, (M) foco alto (5 μm), (N) foco baixo (5 μm) 93

Fig. 2. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(H) *C. devosiana*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) vista polar, MEV (5 μm), (F) vista equatorial, MEV (5 μm), (G) detalhe do apocolpo, MEV (5 μm), (H) detalhe da ornamentação no mesocolpo MEV (2 μm) 94

Fig. 3. Grãos de pólen de *Codonanthe*. (A)–(G) *C. gracilis*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm), (E) corte óptico (5 μm), (F) vista polar, apocolpia (10 μm), (G) camadas da exina, MET (500 nm). (H)–(K) *C. venosa*: (H) vista polar (10 μm), (I) vista equatorial (10 μm), (J)–(K) análise de L.O. no apocolpo, (J) foco alto (5 μm), (K) foco baixo (5 μm) 95

Fig. 4. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ccar = *Codonanthe carnosa*, Ccor = *Codonanthe cordifolia*, Cdev = *C. devosiana*, Cgra = *C. gracilis*, Cven = *C. venosa*. Os valores são dados em μm 98

Fig. 5. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. Diâmetro equatorial em vista polar. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ccar = *Codonanthe carnosa*, Ccor = *Codonanthe cordifolia*, Cdev = *C. devosiana*, Cgra = *C. gracilis*, Cven = *C. venosa*. Os valores são dados em μm .. 99

Fig. 6. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. bradei*: (A) vista polar (10 μm), (B) vista equatorial (10 μm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 μm), (D) foco baixo (5 μm). (E)–(G) *N. brasiliensis*: (E) corte óptico (5 μm), (F)–(G) análise de L.O. no mesocolpo, (F) foco alto (5 μm), (G) foco baixo (5 μm). (H)–(O) *N. crassifolius*: (H) vista polar (10 μm), (I) vista equatorial (10 μm), (J)–(K) análise de L.O. no apocolpo, (J) foco alto

(5 µm), (K) foco baixo (5 µm), (L)–(M) análise de L.O. no mesocolpo, (L) foco alto (5 µm), (M) foco baixo (5 µm), (N) detalhe da ornamentação no apocolpo, MEV (2 µm), (O) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 µm) 107

Fig. 7. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. fissus*: (A) vista polar (10 µm), (B) vista equatorial (10 µm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm). (E)–(H) *N. fluminensis*: (E) vista polar (10 µm), (F) vista equatorial (10 µm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo, (G) foco alto (5 µm), (H) foco baixo (5 µm). (I)–(P) *N. fornix*: (I) vista polar (10 µm), (J) vista equatorial (10 µm), (K)–(L) análise de L.O. no mesocolpo, (K) foco alto (5 µm), (L) foco baixo (5 µm), (M) corte óptico (5 µm), (N) vista polar, apocolpia (10 µm), (O)–(P) análise de L.O. no apocolpo, (O) foco alto (5 µm), (P) foco baixo (5 µm) 108

Fig. 8. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. fritschii*: (A) vista polar (10 µm), (B) corte óptico (5 µm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm). (E)–(K) *N. gregarius*: (E) vista polar (10 µm), (F) vista equatorial (10 µm), (G) corte óptico (5 µm), (H) vista equatorial, MEV (10 µm), (I) vista equatorial, mesocolpo, MEV (10 µm), (J) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 µm), (K) Exina em MET (1 µm) 109

Fig. 9. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. jolyanus*: (A) vista polar (10 µm), (B) vista equatorial (10 µm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo, (C) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm). (E)–(M) *N. xkhulmanii*: (E) vista polar (10 µm), (F) vista equatorial (10 µm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo, (G) foco alto (5 µm), (H) foco baixo (5 µm), (I) vista polar, MEV (10 µm), (J) vista equatorial, MEV (10 µm), (K) vista equatorial, mesocolpo, MEV (10 µm), (L) detalhe da ornamentação no mesocolpo MEV (2 µm), (M) detalhe da ornamentação no apocolpo MEV (2 µm) 110

Fig. 10. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. maculatus*: (A) vista polar (10 µm), (B) vista equatorial (10 µm), (C)–(D) análise de L.O. no apocolpo (C) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm). (E)–(H) *N. xmalttosianus*: (E) vista polar (10 µm), (F) vista equatorial (10 µm), (G)–(H) análise de L.O. no apocolpo (G) foco alto (5 µm), (H) foco baixo (5 µm). (I)–(L) *N. monanthos*: (I) vista polar (10 µm), (J) vista equatorial (10 µm), (K)–(L) análise de L.O. no apocolpo, (K) foco alto (5 µm), (L) foco baixo (5 µm). (M)–(P) *N. sericeus* : (M) vista polar (10 µm), (N) vista equatorial (10 µm), (O)–(P) análise de L.O. no mesocolpo, (O) foco alto (5 µm), (P) foco baixo (5 µm) 111

Fig. 11. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(D) *N. striatus*: (A) vista polar (10 µm), (B) vista equatorial (10 µm), (C)–(D) análise de L.O. no mesocolpo, (C) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm). (E)–(H) *N. strigillosus*: (E) corte óptico (5 µm), (F) vista equatorial (10 µm), (G)–(H) análise de L.O. no mesocolpo, (G) foco alto (5 µm), (H) foco baixo (5 µm). (I)–(P) *N. tessmannii*: (I) vista polar (10 µm), (J) vista equatorial (10 µm), (K)–(L) análise de L.O. no apocolpo, (K) foco alto (5 µm), (D) foco baixo (5 µm), (M) vista polar, apocolpo (10 µm), (N)–(O) análise de L.O. no mesocolpo, (N) foco alto (5 µm), (O) foco baixo (5 µm), (P) camadas da exina, MET (1,5 µm) 112

Fig. 12. Grãos de pólen de *Nematanthus*. (A)–(G) *N. villosus*: (A) vista polar (10 µm), (B) vista equatorial (10 µm), (C) corte óptico (5 µm), (D)–(E) análise de L.O. no apocolpo, (D) foco alto (5 µm), (E) foco baixo (5 µm), (F)–(G) análise de L.O. no mesocolpo, (F) foco alto (5 µm), (G) foco baixo (5 µm). (H)–(N) *N. wettsteinii*: (H) vista polar (10 µm), (I) vista equatorial (10 µm), (J)–(K) análise de L.O. no mesocolpo, (J) foco alto (5 µm), (K) foco

baixo (5 µm), (L) vista polar, MEV (5 µm), (M) vista polar, MEV (5 µm), (N) detalhe da ornamentação no mesocolpo, MEV (2 µm) 113

Fig. 13. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus*. (A) Diâmetro polar em vista equatorial, (B). Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nxkuhl = *N. ×kuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nx matt = *N. ×mattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigilosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wettstennii*. Os valores são dados em µm 118

Fig. 14. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% do diâmetro equatorial em vista polar dos grãos de pólen de espécies de *Nematanthus*. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nxkuhl = *N. ×kuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nx matt = *N. ×mattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigilosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wettstennii*. Os valores são dados em µm 119

Fig. 15. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Codonanthe* e *Nematanthus*, em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Ccarno = *Codonanthe carnososa*, Ccordi = *Codonanthe cordifolia*, Cdevos = *C. devosiana*, Cgraci = *C. gracilis*, Cvenos = *C. venosa*, Nbrade = *N. bradei*, Nbrasi = *N. brasiliensis*, Ncrass = *N. crassifolius*, Nfissu = *N. fissus*, Nforni = *N. fornix*, Nfrits = *N. fritschii*, Ngrega = *N. gregarius*, Njolya = *N. jolyanus*, Nxkuhl = *N. ×kuhlmannii*, Nmacul = *N. maculatus*, Nx matt = *N. ×mattosianus*, Nmonan = *N. monanthos*, Nseric = *N. sericeus*, Nstria = *N. striatus*, Nstrig = *N. strigilosus*, Ntessm = *N. tessmannii*, Nvillo = *N. villosus*, Nwetts = *N. wettstennii*. ● = *Codonanthe*, ■ = *Nematanthus* 121

Capítulo IV

Figuras 1-11. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 1-8. *Paliavana sericiflora* Benth. 1. Vista polar. 2. Vista equatorial. 3. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 4. Vista polar (MEV). 5. Vista equatorial (MEV). 6. Detalhe da ornamentação (MEV). 7-8. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). Figuras 9-11. *Paliavana werdermannii* Mansf. 9. Vista polar. 10. Vista equatorial. 11. Corte óptico. Escalas na figura 8 = 1 µm; figuras 6, 7 = 2 µm; figuras 3-5, 11 = 5 µm; demais figuras = 10 µm 153

Figuras 12-22. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 12-16. *Sinningia aggregata* (Ker Gawl.) Wiehler. 12. Vista polar. 13. Vista equatorial. 14. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 15. Vista equatorial (MEV). 16. Detalhe da ornamentação (MEV). Figuras 17-19. *Sinningia allagophylla* (Mart.) Wiehler. 17. Vista polar. 18. Vista equatorial. 19. Corte óptico. Figuras 20-22. *Sinningia araneosa* Chautems. 20. Vista Equatorial. 21. Corte óptico. 22. Análise de L.O., em foco alto e foco

baixo. Escalas na figura 16 = 2 μm ; figuras 14, 15, 19, 21, 22 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 154

Figuras 23-34. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 23-25. *Sinningia brasiliensis* (Regel & Schmidt) Wiehler & Chautems. 23. Vista polar. 24. Vista equatorial. 25. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). Figuras 26-28. *Sinningia calcaria* (Duséu ex Malme) Chautems. 26. Vista polar. 27. Vista equatorial. 28. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 29-31. *Sinningia canescens* (Mart.) Wiehler. 29. Vista polar. 30. Vista equatorial. 31. Corte óptico. Figuras 32-34. *Sinningia cooperi* (Paxt.) Chautems. 32. Vista polar. 33. Vista equatorial. 34. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). Escalas nas figuras 25, 26 = 500 nm; figuras 28, 31 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 155

Figuras 35-46. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 35-37. *Sinningia curtiflora* (Malme) Chautems. 35. Vista polar. 36. Vista equatorial. 37. Corte óptico. Figuras 38-40. *Sinningia defoliata* (Malme) Chautems. 38. Vista polar. 39. Vista equatorial. 40. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 41-46. *Sinningia douglasii* (Lindl.) Chautems. 41. Vista polar. 42. Vista equatorial. 43. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. 44. Vista polar (MEV). 45. Detalhe da ornamentação (MEV). 46. Detalhe da estrutura da exina (MEV). Escalas nas figuras 45, 46 = 2 μm ; figuras 37, 40, 43, 44 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 156

Figuras 47-61. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 47-49. *Sinningia elatior* (Kunth.) Chautems. 47. Vista polar. 48. Vista equatorial. 49. Corte óptico. Figuras 50-52. *Sinningia eumorpha* H.E. Moore. 50. Vista polar. 51. Vista equatorial. 52. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 53-55. *Sinningia gigantifolia* Chautems. 53. Vista polar. 54. Vista equatorial. 55. Corte óptico. 56-58. *Sinningia glazioviana* (Fritsch) Chautems. 56. Vista polar. 57. Vista equatorial. 58. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 59-61. *Sinningia harleyi* Wiehler & Chautems. 59. Vista polar. 60. Vista equatorial. 61. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 49, 52, 55, 58, 61 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 157

Figuras 62-73. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 62-63. *Sinningia incarnata* (Aubl.) Denham. 62. Vista polar. 63. Vista equatorial. 64-65. *Sinningia insularis* (Hoehne) Chautems. 64. Vista polar. 65. Vista equatorial. Figuras 66-67. *Sinningia leopoldi* (Scheidw. ex Planch.) Chautems. 66. Vista polar. 67. Vista equatorial. Figuras 68-70. *Sinningia macropoda* (Sprague) H.E. Moore. 68. Vista polar. 69. Vista equatorial. 70. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 71-73. *Sinningia macrostachya* (Lindl.) Chautems. 71. Vista polar. 72. Vista equatorial. 73. Corte óptico. Escalas nas figuras 70, 73 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 158

Figuras 74-85. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de *Sinningieae* (Gesneriaceae). Figuras 74-79. *Sinningia magnifica* (Otto & Dietr.) Wiehler. 74. Vista polar. 75. Vista equatorial. 76. Corte óptico. 77. Vista polar (MEV). 78. Vista equatorial (MEV). 79. Detalhe da ornamentação e da abertura (MEV). Figuras 80-82. *Sinningia mauroana* Chautems. 80. Vista polar. 81. Vista equatorial. 82. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 83-85. *Sinningia nivalis* Chautems. 83. Vista polar. 84. Vista equatorial. 85. Corte óptico. Escalas na figura 79 = 2 μm ; figuras 76-77, 82, 85 = 5 μm ; demais figuras = 10 μm 159

Figuras 86-97. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 86-88. *Sinningia reitzii* (Hoehne) L.E. Skog. 86. Vista polar. 87. Vista equatorial. 88. Corte óptico. Figuras 89-92. *Sinningia* aff. *reitzii*. 89. Vista polar. 90. Vista equatorial. 91. Vista equatorial (MEV). 92. Detalhe da ornamentação (MEV). Figuras 93-94. *Sinningia rupicola* (Mart.) Wiehler. 93. Vista polar. 94. Vista equatorial. Figuras 95-97. *Sinningia* aff. *rupicola* (Mart.) Wiehler. 95. Vista polar. 96. Vista equatorial. 97. Ornamentação em foco alto. Escalas na: figura 92 = 2 µm; figuras 88, 97 = 5 µm; demais figuras = 10 µm 160

Figuras 98-107. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 98-99. *Sinningia sceptrum* (Mart.) Wiehler. 98. Vista polar. 99. Vista equatorial. Figuras 100-102. *Sinningia schiffneri* Fritsch. 100. Corte óptico. 101. Vista polar (MEV). 102. Vista equatorial (MEV). Figuras 103-105. *Sinningia sellovii* (Mart.) Wiehler. 103. Vista polar. 104. Vista equatorial. 105. Corte óptico. Figuras 106-107. *Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern. 106. Vista polar. 107. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 100-102, 105-107 = 5 µm; demais figuras = 10 µm 161

Figuras 108-119. Fotomicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 108-110. *Sinningia striata* (Fritsch) Chautems. 108. Vista polar. 109. Vista equatorial. 110. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Figuras 111-112. *Sinningia tuberosa* (Mart.) H.E. Moore. 111. Vista polar. 112. Vista equatorial. Figuras 113-115. *Sinningia warmingii* (Hiern) Chautems. 113. Vista polar. 114. Vista equatorial. 115. Vista polar, apocolpia. Figuras 116-119. *Sinningia* sp. 116. Vista polar. 117. Vista equatorial. 118. Corte óptico. 119. Análise de L.O., em foco alto e foco baixo. Escalas nas figuras 110, 118-119 = 5 µm; demais figuras = 10 µm 162

Figuras 120-127. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de Sinningieae (Gesneriaceae). Figuras 120-128. *Vanhouttea calcarata* Lem. 120. Vista polar. 121. Vista equatorial. 122. Corte óptico. 123. Vista polar (MEV). 124. Vista equatorial (MEV). 125. Detalhe da ornamentação (MEV). 126-127. Detalhe da estrutura da parede em seção transversal (MET). Escalas na figura 127 = 700 nm; figura 126 = 1 µm; figura 125 = 2 µm; figuras 122-124 = 5 µm; demais figuras = 10 µm 163

Figura 128. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95% dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia* sp., Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. Os valores são dados em µm 168

Figura 129. Representação gráfica do intervalo de confiança da média a 95%, dos diâmetros equatoriais em vista polar, dos grãos de pólen de espécies de Sinningieae. Os limites

superiores e inferiores representam o intervalo de confiança; os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia sp.*, Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. Os valores são dados em µm 169

Figura 130. Ordenação, pela PCA, das espécies de *Sinningieae* (*Gesneriaceae*), em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Pseri = *Paliavana sericiflora*, Pwerd = *P. werdermannii*, Saggr = *Sinningia aggregata*, Salla = *S. allagophylla*, Saran = *S. araneosa*, Sbras = *S. brasiliensis*, Scalc = *S. calcaria*, Scane = *S. canescens*, Scoop = *S. cooperi*, Scurt = *S. curtiflora*, Sdefo = *S. defoliata*, Sdoug = *S. douglasii*, Selat = *S. elatior*, Seumo = *S. eumorpha*, Sgiga = *S. gigantifolia*, Sglaz = *S. glazioviana*, Sharl = *S. harleyi*, Sinca = *S. incarnata*, Sinsu = *S. insularis*, Sleop = *S. leopoldi*, Smacp = *S. macropoda*, Smact = *S. macrostachya*, Smagn = *S. magnifica*, Smaur = *S. mauroana*, Sniva = *S. nivalis*, Sreit = *S. reitzii*, Safre = *S. aff. reitzii*, Srupi = *S. rupicola*, Safru = *S. aff. rupicola*, Sscep = *S. sceptrum*, Sschi = *S. schiffneri*, Ssell = *S. sellovii*, Sspec = *S. speciosa*, Sstri = *S. striatai*, Stube = *S. tuberosa*, Swarm = *S. warmingii*, Ssp = *Sinningia sp.*, Vcalc = *Vanhouttea calcarata*. ■ = *Paliavana*, ● = *Sinningia* e ▲ = *Vanhouttea* 171