UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP – DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolução da morfologia polínica e síndromes de polinização

Fernanda Vitorete Dutra

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: BIOLOGIA COMPARADA.

RIBEIRÃO PRETO – SP
2018

FERNANDA VITORETE DUTRA

Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolução da morfologia polínica e síndromes de polinização

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: BIOLOGIA COMPARADA.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

RIBEIRÃO PRETO – SP
2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Dutra, Fernanda Vitorete

Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolução da Morfologia Polínica e Síndromes de Polinização. Ribeirão Preto, 2018.

71p.: il.; 30cm.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP.
Área de concentração: Biologia Comparada.

Orientador: Gasparino, Eduardo Custódio

Nome: DUTRA, Fernanda Vitorete

Título: Palinotaxonomia de espécies brasileiras de *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolução da morfologia polínica e síndromes de polinização

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração: Biologia Comparada.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof (a). Dr(a).: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Aos meus pais, Luzia e Frederico,
com amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus que me ilumina, me ampara e me concede saúde e força para lidar com as adversidades da vida.

Aos meus pais Luzia e Frederico por sempre acreditarem em mim e nunca me deixarem desistir perante as dificuldades. Obrigada por toda orientação, preocupação, compreensão, apoio e amor. Amo vocês!

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo por toda orientação, auxílio, paciência, compreensão e incentivo na minha trajetória acadêmica e pessoal. Obrigada por estar sempre presente e, desde meu primeiro ano de graduação, confiar em mim e defender o nosso trabalho. Sou e serei sempre grata!

As minhas irmãzinhas de coração, Letícia e Nayara, por estarem sempre presentes na minha vida e por compreenderem minhas ausências devido a compromissos com a faculdade e com meu trabalho.

A Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP – USP) e ao programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada pela oportunidade de me tornar mestra. Também a todos os docentes e funcionários da instituição, em especial a Vera, por toda sua prestatividade e ajuda ao longo desses anos.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV – UNESP) e ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, nos quais o meu trabalho foi desenvolvido.

Ao Mauro Peixoto, por sua carinhosa recepção em seu sítio, prestatividade e disponibilidade dos materiais cultivados e aos curadores dos herbários ESA, INPA, MBM, MBML, SP e UEC pela disponibilidade dos materiais herborizados de *Sinningia*.

A CAPES (Processo 88882.180056/2018-01) pela bolsa de mestrado concedida.

As minhas amigas Talita (Matinê) e Mirela (Dilá) por estarem presentes em todos os momentos da minha vida nesses últimos anos. Obrigada pela paciência, pelas palavras acolhedoras em momentos difíceis, conversas e confidências e pelos incontáveis momentos de alegrias e festas. Obrigada por serem minha família enquanto estou longe de casa. Sou e serei sempre grata!

As moradoras e ex-moradoras da querida Casinha, Roberta (Bagaceira), Caroline (Vemkitem), Maria Fernanda (Teike), Estela (Akidá), Monique, Estefânia, Julia e Jaqueline, pela paciência, boa convivência, experiências, histórias compartilhadas, confiança e por estarem ao meu lado durante minha trajetória na graduação e/ou no mestrado. Torço muito pelo sucesso de vocês!

As minhas amadas doutorandas e mestrandas, companheiras diárias de laboratório, Cíntia (Xapinha), Lorryne (Sacumé), Ana Carolina (Topera) e Hanay pela amizade, companheirismo, troca de experiências e ajuda ao longo desses seis anos. Vocês tornam minha caminhada acadêmica e pessoal mais leve e alegre. E que nos congressos, assim como até agora, nunca nos falte histórias para contar!

Aos demais companheiros de laboratório (Eduardo, Vitória, Carol, Paloma, Marcela, Lucas, Bruna, Larissa e Aline) por toda convivência e auxílio. Também, a técnica Rô pelo carinho e apoio durante minha graduação e mestrado.

Aos amigos Julia (Profecia), Jéssica (Tá-Loca), Andrei (Xorado), Gabriella (Prima), Gabriele (Tostex), Amanda (Topa-Tudo), Alisson (Da-Grana) e Thais (Istamina) pela companhia e pelos muitos momentos compartilhados, pra rir, pra chorar, pra tomar uma cerveja ou um café da tarde. “[...]amigos são a alegria da gente, saudade mais latente, lembrança mais presente, uma madrugada fria, a espera pelo ônibus, o sol que traz o dia [...] conselho salvador, risada por besteira, a manhã de segunda e a noite de sexta-feira; amigos são a coragem que enfrenta nossos medos, são o cofre para guardar todo segredo; e se eu caísse aqui, sei bem que alguém estava por vir.” – (Projota – Hey irmão).

E a todos que torceram pelo meu sucesso, o meu **MUITO OBRIGADA!**

“Sempre que houver alternativas, tenha cuidado. Não opte pelo conveniente, pelo confortável, pelo respeitável, pelo socialmente aceitável, pelo honroso. **Opte por aquilo que faz seu coração vibrar.** Opte pelo que gostaria de fazer, apesar de todas as consequências” – Osho

RESUMO

DUTRA, Fernanda Vitorete, **Palinotaxonomia em Espécies Brasileiras de *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolução da Morfologia Polínica e Síndromes de Polinização**. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Gesneriaceae é uma das famílias mais antigas da ordem Lamiales e possui aproximadamente 150 gêneros, entre eles, *Sinningia* Nees, com um grande número de espécies endêmicas do Brasil. Foram estudados os grãos de pólen de 27 espécies brasileiras de *Sinningia* com o objetivo de caracterizar e identificar dados polínicos que possam auxiliar na taxonomia da família, ampliando os conhecimentos sobre a diversidade polínica do gênero, a fim de fornecer subsídios para o melhor entendimento das relações entre as espécies e da evolução dos caracteres polínicos, assim como relacionar os dados obtidos nesse trabalho com as síndromes de polinização descritas para o gênero. O material analisado foi obtido a partir de espécimes depositados nos herbários SP, MBM, MBML, ESA, UEC e INPA e de material de cultivo do Sítio Primavera em Mogi das Cruzes – SP. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, fotografados em microscopia óptica, microscopia eletrônica de varredura e transmissão e descritos qualitativamente. Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatísticas descritiva e multivariada. Para as espécies brasileiras de *Sinningia* estudadas foram observadas variações entre os grãos de pólen, principalmente quanto ao tamanho, âmbito, forma, comprimento dos colpos e ornamentação. Foram encontrados grãos de pólen pequenos, pequenos à médios e médios; isopolares; âmbito circular, circular-lobados, subcircular e subtriangular; oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolotos e prolotos; área polar muito pequena, pequena ou grande; 3-colporados; colpos muito curtos, curtos, longos e muito longos e estreitos; colpos às vezes contritos na região mediana; endoaberturas lolongadas; exina microrreticulada heterobrocada e homobrocada. Os dados obtidos confirmam o caráter estenopolínico do gênero, uma vez que as diferenças encontradas nos grãos de pólen são discretas e não permitem a identificação intragenérica.

Palavras-chave: Gesneriaceae, grãos de pólen, Ligeriinae, morfologia polínica, palinologia.

ABSTRACT

DUTRA, Fernanda Vitorete, **Palinotaxonomy in Brazilian Species of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) – Evolution of Pollen Morphology and Pollination Syndromes**. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de concentração: Biologia Comparada) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Gesneriaceae is one of the oldest families of the order Lamiales and has approximately 150 genera, among them, *Sinningia* Nees, that owns a great number of species endemic of Brazil. We studied the pollen grains of 27 Brazilian *Sinningia* with the objective of characterizing and identifying pollen data that could aid in family taxonomy, knowledge on pollen diversity of the genus, in order to provide support for a better understanding of the relationships between species and the evolution of pollinic characters, as well as to relate the data obtained in this work to the pollination syndromes described for the genus. The material analyzed was obtained from the specimens deposited in the herbaria SP, MBM, MBML, ESA, UEC and INPA and of cultive material of the Sítio Primavera in Mogi das Cruzes – SP. The pollen grains were acetolysed, measured, photographed under light microscopy, scanning and transmission electron microscopy and described qualitatively. The quantitative data were analyzed by descriptive and multivariate statistics. For the Brazilian *Sinningia* species studied, variations were observed between pollen grains, mainly in the size, amb, shape, length colpi and ornamentation. The pollen grains are small, small to medium and medium; isopolar; circular, circular-lobate, subcircular and subtriangular amb; oblate-spheroidal, prolate-spheroidal, subprolate and prolate; polar area is very small, small or large; 3-colporate; very short, short, long and very long colpi and narrows; sometimes contrite in the median region; longate endoaberture; heterobrodate and homobrodate microrreticulate ornamentation. The data obtained confirm the stenopalynous character of the genus, since the differences found in the pollen grains are discrete and do not allow intrageneric identification.

Keywords: Gesneriaceae, Ligeriinae, palynology, pollen grains, pollen morphology.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Distribuição geográfica das espécies brasileiras de *Sinningia* Nees analisadas no presente trabalho19
- Figura 2 – Fotografias das espécies brasileiras de *Sinningia* Nees. enfatizando a diversidade de tamanho, cores e formas da corola. A- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. B- *Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern. C- *Sinningia gerdiana* Chautems. D- *Sinningia guttata* Lindl. E- *Sinningia helleri* Nees. F- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. G- *Sinningia polyantha* (DC.) Wiehler. H- *Sinningia pusilla* (Mart.) Baill.19
- Figura 3 – Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia aghensis* Chautems. E-H- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. I-L- *Sinningia braggae* Chautems, M.Peixoto & Rossini.32
- Figura 4 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler. E-H- *Sinningia bullata* Chautems & M.Peixoto. I-L- *Sinningia canastrensis* Chautems.33
- Figura 5 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia carangolensis* Chautems. E-H- *Sinningia conspicua* (Seem.) G.Nicholson. I-L- *Sinningia gerdiana* Chautems.34
- Figura 6 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia guttata* Lindl. E-H- *Sinningia hatschbachii* Chautems. I-L- *Sinningia helioana* Chautems & Rossini.35
- Figura 7 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia helleri* Nees. E-H- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. I-L- *Sinningia iarae* Chautems.36
- Figura 8 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia kautskyi* Chautems. E-H- *Sinningia lateritia* (Lindl.) Chautems. I-L- *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems.37
- Figura 9 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore. E-H- *Sinningia lindleyi* Schauer. I-L- *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems.38
- Figura 10 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia muscicola* Chautems, T. Lopes & M. Peixoto. E-H- *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems. I-L- *Sinningia polyantha* (DC.) Wiehler.39

Figura 11 – Fotomicrografia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-D- *Sinningia pusilla* (Mart.) Baill. E-H- *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems. I-L- *Sinningia villosa* Lindl.40

Figura 12 – Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-C- *Sinningia aghensis* Chautems. D- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. E- *Sinningia canastrensis* Chautems. F-G- *Sinningia guttata* Lindl. H-J- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. K-L- *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems.41

Figura 13 – Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A-B- *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore. C-D- *Sinningia lindleyi* Schauer. E-G- *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems. H-I- *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems. J-L- *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems.42

Figura 14 – Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A- Diâmetro Polar em Vista Equatorial (DPVE). B- Diâmetro Equatorial em Vista Equatorial (DEVE).44

Figura 15 – Ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) de 27 espécies de *Sinningia* Nees em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.46

Figura 16 – Ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) de 23 espécies de *Sinningia* Nees em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.48

Figura 17 – Dendograma produzido a partir da Análise de Cluster (Distância Euclidiana) realizada com os caracteres morfológicos dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees.51

Figura 18 – Reconstrução de máxima parcimônia de estados ancestrais para a morfologia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A- Árvore baseada na extremidade do colpo e presença de membrana apertural em forma de H. B- Árvore baseada no comprimento e presença de constrição no colpo. C- Árvore baseada na largura e ornamentação da exina53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de caracteres morfológicos e estados de caráter dos grãos de pólen das espécies de <i>Sinningia</i> Nees usados na reconstrução ancestral	24
Tabela 2 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medida dos diâmetros equatoriais em vista polar (DEVP) dos grãos de pólen das espécies de <i>Sinningia</i> Nees (n=25)	28
Tabela 3 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medidas dos diâmetros polares em vista equatorial (DPVE) dos grãos de pólen das espécies de <i>Sinningia</i> Nees (n=25)	29
Tabela 4 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medidas dos diâmetros equatoriais em vista equatorial (DEVE) dos grãos de pólen das espécies de <i>Sinningia</i> Nees (n=25)	30
Tabela 5 – Caracterização morfológica e média aritmética das medidas de abertura, endoabertura, apocolpo, índice de largura do colpo e forma dos grãos de pólen das espécies de <i>Sinningia</i> Nees. P= pequeno; M= médio; P/E= relação diâmetro polar/diâmetro equatorial; Pr= prolato; SP= subprolato; PE= prolato-esferoidal; OE= oblato-esferoidal; ILC= índice de largura do colpo; Comp.= comprimento; Larg.= largura; Ex/E= relação exina total/diâmetro equatorial; IAP= índice de área polar	31
Tabela 6 – Coeficiente de correlação de Pearson e Kendall entre variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) para 27 espécies de <i>Sinningia</i> Nees.	49
Tabela 7 – Coeficiente de correlação de Pearson e Kendall entre variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) para 23 espécies de <i>Sinningia</i> Nees.	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. Família Gesneriaceae.....	12
1.1.1. Subtribo Ligeriinae.....	14
1.2. Palinologia em Gesneriaceae.....	15
1.3. Justificativa.....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
2.1. Material.....	18
2.2. Metodologia.....	20
2.2.1. Microscopia Óptica (MO).....	20
2.2.2. Medidas e Análises estatísticas.....	21
2.2.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	22
2.2.4. Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET).....	22
2.2.5. Terminologia e Descrições polínicas.....	23
2.2.6. Reconstrução ancestral das características morfológicas do pólen	24
3. RESULTADOS.....	25
3.1. Descrição das Espécies.....	25
3.2. Análise Quantitativa.....	43
3.2.1. Análise Gráfica de Intervalo de Confiança à 95%.....	43
3.2.2. Análise de Componentes Principais (ACP).....	45
3.2.3. Análise de Cluster (Dendograma).....	50
3.3. Reconstrução ancestral das características morfológicas do pólen	52
4. DISCUSSÃO.....	55
4.1. Palinologia.....	55
4.2. Relação Planta/Polinizador/Grão de pólen.....	57
5. CONCLUSÃO.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICE A – Lista do Material Analisado.....	70

1. INTRODUÇÃO

1.1. Família Gesneriaceae

Gesneriaceae Rich & Juss. *ex* DC., pertence a ordem Lamiales, juntamente com mais 24 famílias, entre elas Bignoniaceae Juss., Lamiaceae Martinov e Verbenaceae J.St.-Hil. (APG IV, 2016), sendo uma das famílias mais antigas dessa ordem, com aproximadamente 73 milhões de anos (ROALSON; ROBERTS, 2016). É composta de aproximadamente 150 gêneros e 3460 espécies, com ampla distribuição nas regiões tropicais e com poucos representantes nas regiões temperadas, sendo que os principais centros de diversidade se localizam a Noroeste da América do Sul (Colômbia ao Equador) e no sudeste do Brasil (CHAUTEMS, 1991; WEBER, 2004a; SOUZA; LORENZI, 2012; WEBER; CLARK; MOLLER., 2013).

No Brasil, a família é representada por 28 gêneros e cerca de 220 espécies (147 endêmicas) que podem ser encontrados em todos os domínios fitogeográficos, com exceção do Pantanal. A maior quantidade de espécies encontra-se na Mata Atlântica (138 espécies), seguido da Amazônia (com 74 espécies) e Cerrado (com 37 espécies), o qual abriga principalmente espécies de *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel (FLORA DO BRASIL 2020).

A família é representada por ervas e arbustos, frequentemente perenes; muitas vezes com glicosídeos fenólicos; com raízes adventícias ou não, fibrosas ou sistema subterrâneo tuberoso ou rizomatoso espessado; folhas geralmente opostas e simples, inteiras a diversamente dentadas e frequentemente pilosas; flores zigomórficas, vistosas, com corola tubulosa, branca ou colorida, às vezes gibosa na base ou no ápice; sépalas livres a conatas, verdes a coloridas; estames 4, epipétalos, anteras aderidas aos pares ou todas juntas, raramente livres; glândulas ou discos nectaríferos geralmente presentes; fruto baga ou cápsula seca ou carnosa; sementes pequenas e numerosas (WIEHLER, 1983; BARROSO et al., 1986; CHAUTEMS; WEBER, 1999; CHAUTEMS; MATSUOKA, 2003; WEBER, 2004a; ARAUJO, 2007).

As flores de Gesneriaceae são visitadas por uma variedade de polinizadores, como observado por Wiehler (1983) que estimou que entre as espécies neotropicais 60% são polinizadas por beija-flores, 30% por abelhas Euglossini (em busca de néctar) e 10% por morcegos, borboletas, mariposas, moscas ou apenas por machos de Euglossini (em busca de perfume). Mais tarde, Franco e Buzatto (1992) e SanMartin-Gajardo e Freitas (1999) demonstraram a interação de espécies dos gêneros *Nematanthus* Schrad. e *Besleria* Plum. *ex* L. com beija-flores. Também, Camargo, Rodrigues e Araújo (2011) inferiram que beija-flores e

borboletas são polinizadores de *Seemania* Regel. O trabalho mais recente, de Serrano-Serrano et al. (2017) documentou que, dentre 118 espécies da família, 82 são polinizadas por beija-flores, 19 por abelhas, sete por morcegos, três por outros insetos (borboletas e mariposas) e sete por uma mistura de visitantes diurnos e noturnos, reafirmando os dados encontrados anteriormente.

Diversos trabalhos descrevem as propostas taxonômicas para Gesneriaceae, subdividindo a família em subfamílias e tribos. Trabalhos pioneiros como os de Bentham (1876), Fritsch (1893, 1894) e Burt (1962, 1977) subdividiram a família em duas subfamílias: Gesnerioideae e Didymocarpoideae, com base em características fisiológicas do desenvolvimento do endosperma. Wiehler (1983) e Kvist e Skog (1996) relataram dificuldades e inúmeros problemas quanto à delimitação de táxons de Gesneriaceae. Para os autores, essa dificuldade se deve a grande variação morfológica, principalmente em relação as formas e cores das flores (WIEHLER, 1983; KYIST; SKOG, 1996). Posteriormente, Weber (2004a) afirmou que os dados disponíveis até o momento não eram suficientes para subdividir a família e preferiu adotar uma classificação informal, dividindo os dois grupos já propostos (Gesnerioideae e Didymocarpoideae) em quatro grupos, denominados Coronantheroid (hemisfério sul), Gesnerioid (neotropical), Epithematoid e Didymocarpoid (dois grupos paleotropicals).

Trabalhos com enfoque molecular envolvendo espécies de Gesneriaceae apontaram importantes considerações quanto ao monofiletismo de alguns grupos dentro da família e reconsideraram o posicionamento de espécies, gêneros e tribos (SMITH et al., 1997, SMITH, 2000; ZIMMER et al., 2002; PERRET et al., 2003; SMITH; CARROL, 2004, ROALSON et al., 2005; ROALSON; BOGGAN; SKOG, 2005; CLARK et al., 2006, 2012; PERRET; CHAUTEMS; SPICHIGER, 2006). Weber, Clark e Moller (2013) tendo como base os trabalhos moleculares em Gesneriaceae, propuseram três subfamílias (Sanangoideae, Gesnerioideae e Didymocarpoideae) e cinco tribos para as Gesnerioideae neotropicais (Titanotricheae, Napeantheae, Beslerieae, Coronanthereae e Gesnerieae). Além disso, essa classificação mais recente, também propôs a divisão da tribo Beslerieae em duas subtribos (Besleriinae e Anethanthinae), da tribo Coronanthereae em três subtribos (Coronantherinae, Mitrariinae e Negriinae) e da tribo Gesnerieae em cinco subtribos denominadas Gesneriinae, Gloxiniinae, Columneinae, Sphaerorrhizinae e Ligeriinae (WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

Diversas espécies de Gesneriaceae têm potencial econômico porque são comumente cultivadas como ornamentais, como por exemplo, *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore, *Episcia cupreata* (Hook.) Hanst., *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. e *Nematanthus wettsteinii* (Fritsch) H.E.Moore, conhecidas popularmente como rainha-do-abismo, planta-

tapete, semânia e columéia-peixino, respectivamente (JUDD et al., 2009; WIEHLER, 1983). Além destas há também a violeta-africana (*Saintpaulia* H. Wendl.) e gloxínia (*Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern), duas das espécies ornamentais mais comercializadas no Brasil (SOUZA; LORENZI, 2012).

1.1.1. Subtribo Ligeriinae

A subtribo Ligeriinae inclui os gêneros *Sinningia* Nees, *Vanhouttea* Lem. e *Paliavana* Vell. ex Vand. e possui cerca de 90 espécies (APG IV, 2016). As espécies de Ligeriinae apresentam grande variação no hábito, tipo de inflorescência e forma da corola, o que sugere que houveram repetidas adaptações a diferentes grupos funcionais de polinizadores e ambientes, promovendo sua diversificação e expansão geográfica desde a América Central até o Norte da Argentina (PERRET et al., 2003; PERRET; CHAUTEMS; SPICHIGER, 2006).

Dentre os três gêneros de Ligeriinae, *Sinningia* é o que apresenta o maior número de espécies no Brasil (cerca de 70 espécies, das quais 61 são endêmicas). Suas espécies encontram-se distribuídas na Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e nos Pampas (FLORA DO BRASIL 2020). Diversas espécies do gênero são restritas a apenas uma região do país, como é o caso, por exemplo, de *Sinningia bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler, *Sinningia guttata* Lindl., *Sinningia helleri* Nees e *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson que são encontradas apenas no Rio de Janeiro e *Sinningia kautskyi* Chautems e *Sinningia valsuganensis* Chautems que são encontradas apenas no Espírito Santo (FLORA DO BRASIL 2020).

As espécies de *Sinningia* são frequentemente encontradas em afloramentos rochosos, sendo estes imersos ou não em ambientes florestais, geralmente associadas a outras espécies de plantas xerófitas como cactos, bromélias e orquídeas (PERRET; CHAUTEMS; SPICHIGER, 2006).

É recorrente o aparecimento de diversas espécies do gênero no Catálogo de Plantas Raras do Brasil (GIULIETTI et al., 2009) e na Lista Nacional das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, como *Sinningia cardinalis* (Lehm.) H.E.Moore, *Sinningia cochlearis* (Hook.) Chautems e *Sinningia glazioviana* (Fritsch) Chautems, classificadas como “criticamente em perigo” e *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson, *Sinningia iarae* Chautems e *Sinningia insularis* (Hoehne) Chautems, classificadas como “em perigo” (MMA, 2008).

Com base na morfologia floral, Perret et al. (2003) concluíram que a polinização das espécies da subtribo Ligeriinae (ainda sob o status de Sinningieae) é predominantemente feita por pássaros (66%) e abelhas (10%), além de algumas espécies de morcego, borboletas e mariposas (PERRET et al., 2003). SanMartin-Gajardo e Sazima (2004) relatam a polinização de quatro espécies de *Sinningia* (*S. canastrensis* Chautems, *S. eumorpha* H.E.Moore, *S.*

schiffneri Fritsch e *S. villosa* Lindl.) por abelhas Euglossini, nas quais, as características morfológicas das flores estão em concordância com a síndrome melitófila (SANMARTIN-GAJARDO; SAZIMA, 2004). A interação de espécies pertencentes à tribo (*S. cochlearis* (Hook.) Chautems, *S. gigantifolia* Chautems, *S. tuberosa* (Mart.) H.E.Moore, *Vanhouttea. brueggeri* Chautems, *V. calcarata* Lem. e *V. hilariana* Chautems) com beija-flores foi relatada por SanMartin-Gajardo e Sazima (2005a), e de *S. brasiliensis* (Regel & Schmidt) Wiehler & Chautems e *Paliava prasinata* (Ker Gawl.) Benth. com morcegos por SanMartin-Gajardo e Sazima (2005b).

1.2. Palinologia em Gesneriaceae

A palinologia é a ciência que estuda as características morfológicas externas dos grãos de pólen e esporos (fósseis ou atuais), sua dispersão e suas aplicações (ERDTMAN, 1952). Os grãos de pólen apresentam grande variabilidade morfológica e por meio da observação externa dos grãos de pólen, características como unidade polínica, número e tipo de abertura e ornamentação da exina, tornam-se uma ferramenta de alto valor taxonômico que auxilia na identificação e delimitação de espécies (MELHEM et al., 2003).

Os trabalhos sobre a morfologia polínica de Gesneriaceae encontrados até o momento são: Erdtman (1952), Campos (1962), Woods (1964), Melhem e Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Filice; Sanchis; Villar (1981), Fritze e Williams (1988), Roubik e Moreno (1991), Luegmayer (1993a, 1993b), Zhi-Jian; Zhen-Yu; Fu-Hsiung (1995, 1997), Xifreda (1996), Schlag-Edler e Kiehn (2001), Melhem et al. (2003), Palee; Sampson; Anusarnsunthorn (2003), Weber (2004b), Gasparino (2008), Fourny et al. (2010), Gasparino et al. (2011), Gasparino; Cruz-Barros; Chautems (2013), Gasparino; Souza; Cruz-Barros (2014), Landi (2017), Souza (2017) e Souza et al. (2018).

O trabalho pioneiro envolvendo descrições polínicas de várias famílias botânicas foi realizado por Erdtman (1952). O autor descreveu neste trabalho a morfologia dos grãos de pólen de *Bellonia* L., *Boea* Comm. ex Lam., *Columnea* L., *Coronanthera* Vieill. ex CB Clark e *Streptocarpus* Lindl., gêneros de Gesneriaceae. Ele relatou variações no número e tipo de abertura e a dificuldade em definir a ornamentação dos grãos de pólen das espécies estudadas (ERDTMAN, 1952).

Woods (1964) estudou cerca de 180 espécies de Gesneriaceae buscando caracterizar as subfamílias Cyrtandroideae e Gesnerioideae. O autor observou diferenças na ornamentação, caracterizando os grãos de pólen de Cyrtandroideae como reticulado-homobrocados e os grãos de pólen Gesnerioideae como reticulado-heterobrocados. Além disso, relatou uma diferença

quanto ao tamanho dos grãos de pólen para as subfamílias; observou grãos de pólen maiores nas espécies de Gesnerioideae quando comparados com os das espécies de Cyrtandroideae. Sendo assim, as diferenças encontradas permitiram distinguir as duas subfamílias estudadas (WOODS, 1964).

Melhem e Mauro (1973) estudaram algumas espécies de *Sinningia* (ainda sob o nome de *Gesneria*) e *Nematanthus* Schrad. (ainda sob o nome de *Hypocyrtia*). Para as espécies de *Sinningia* Nees, eles encontraram grãos de pólen prolato-esferoidais ou subprolotos, 3-colpados, com colpos não constritos e com margem e ornamentação reticulada. Para as espécies de *Nematanthus* Schrad., os autores descreveram grãos de pólen oblato-esferoidais ou oblatos, 3-colpados ou 3-colporados, colpos com margem e ornamentação reticulada na região no mesocolpo e pilada na região polar (MELHEM; MAURO, 1973).

Os grãos de pólen de espécies neotropicais da subfamília Gesnerioideae e suas principais tribos, englobando uma espécie de *Sinningia*, foram estudados por Williams (1978) que encontrou uma grande diversidade de tipos polínicos os quais poderiam discriminar tribos, gêneros e, em alguns casos, até espécies isoladas. O autor descreveu os grãos de pólen de *Sinningia canescens* (Mart.) Wiehler, como 3-colpados/3-colporados, prolato-esferoidais a prolotos, com ornamentação reticulada.

Um trabalho significativo para a palinologia da família foi o de Gasparino (2008) o qual engloba um estudo detalhado de mais de 75 espécies brasileiras de Gesneriaceae, o que representa 36% das espécies nativas do Brasil. O autor estudou espécies nativas da região sudeste do país, pertencentes às antigas tribos Beslerieae, Episcieae, Gloxinieae (atualmente Gesnerieae), Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae, buscando novas características que pudessem auxiliar na delimitação de tribos, gêneros ou espécies dentro da família. O resultado deste estudo permitiu uma caracterização dos gêneros *Besleria* Plum. ex L. e *Napeanthus* Gardner (GASPARINO et al. 2011) e para os gêneros *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrad. (GASPARINO; CRUZ-BARROS; CHAUTEMS, 2013).

Fourny et al. (2010) estudaram a palinologia de 21 espécies de Gesneriaceae ocorrentes no Rio de Janeiro, entre elas, seis espécies de *Sinningia*. As autoras descreveram os grãos de pólen das espécies estudadas, de forma geral, como: pequenos a médios, suboblatos a prolotos, 3-colpados ou 3-colporados, com ornamentação da exina variando entre escabrada, perfurada, rugulada, microrreticulada e reticulada. Apesar do número de aberturas ser constante para todas as espécies analisadas (3-aperturados), as autoras citam que os outros caracteres encontrados variam dentro e entre as tribos e gêneros, podendo ser utilizado para identificar táxons e sustentar o caráter euripolinico da família (FOURNY et al., 2010).

Gasparino, Cruz-Barros e Chautems (2013) estudaram a morfologia polínica de espécies brasileiras de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. e *Nematanthus* Schrad. As espécies estudadas foram agrupadas em cinco tipos polínicos distintos, baseados principalmente no tipo de abertura e presença de microrretículos e perfurações próximo a região de abertura dos grãos de pólen (GASPARINO; CRUZ-BARROS; CHAUTEMS, 2013).

Landi (2017) descreveu os grãos de pólen de espécies de *Codonanthe*, *Codonanthopsis*, *Nematanthus* e *Paradrymonia*. A autora observou grãos de pólen pequenos, médios e grandes, com grande variação de formas, 3-colpados ou 3-colporados (às vezes 3(4)-colpados [*Codonanthopsis*]), colpos curtos, longos ou muito longos, às vezes constritos no centro e com uma membrana granulada na abertura. As ornamentações dos grãos de pólen encontradas por ela foram microrreticulada, reticulada e foveolada.

Souza et al. (2018) analisaram os grãos de pólen de dez espécies brasileiras de Gloxiniinae pertencentes a cinco gêneros. As espécies estudadas apresentaram diferenças quanto ao âmbito, forma, comprimento, largura e extremidades dos colpos, presença ou ausência de margem, tipo de endoabertura e ornamentação da exina. A autora encontrou colpos longos ou muito longos, estreitos, largos ou muito largos, extremidades arredondadas ou afiladas, endoabertura lalongada ou lolongada e ornamentação microrreticulada ou reticulada, homo ou heterobrocada.

1.3. Justificativa

O presente estudo teve como justificativa a análise detalhada dos grãos de pólen das espécies brasileiras de *Sinningia*, complementando estudos já existentes, uma vez que os clados propostos nas filogenias moleculares já disponíveis (PERRET et al. 2003, 2013) evidenciam grupos heterogêneos morfologicamente e que necessitam de mais dados para o entendimento de suas relações. Dessa maneira, este trabalho buscou dados morfológicos que pudessem melhor definir as espécies analisadas, assim como esclarecer, pela análise minuciosa dos tipos de abertura, ornamentação e estrutura da exina, o melhor entendimento das relações de parentesco entre as espécies.

Além disso, diversos trabalhos relatam que a grande variedade de atributos florais em Angiospermas é atribuída principalmente a adaptação aos seus polinizadores, uma vez que grande parte do sucesso reprodutivo das plantas está associado a polinização (HARDER; JOHSON, 2009). Dessa maneira, este trabalho buscou analisar também se as características morfológicas ou quantitativas dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* possuem alguma relação com os tipos florais e/ou as síndromes de polinização já descritas para o gênero.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Foram estudados os grãos de pólen de 27 espécies brasileiras do gênero *Sinningia* (Apêndice A): *Sinningia aghensis* Chautems, *S. barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson (Fig. 2A), *S. bragae* Chautems, M.Peixoto & Rossini, *S. bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler, *S. bullata* Chautems & M.Peixoto, *S. canastrensis* Chautems (Fig. 2B), *S. carangolensis* Chautems, *S. conspicua* (Seem.) G.Nicholson, *S. gerdtiana* Chautems (Fig. 2C), *S. guttata* Lindl. (Fig. 2D), *S. hatschbachii* Chautems, *S. helioana* Chautems & Rossini, *S. helleri* Nees (Fig. 2E), *S. hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson (Fig. 2F), *S. iarae* Chautems, *S. kautskyi* Chautems, *S. lateritia* (Lindl.) Chautems, *S. leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems, *S. leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore, *S. lindleyi* Schauer, *S. lineata* (Hjelmq.) Chautems, *S. muscicola* Chautems, T.Lopes & M.Peixoto, *S. piresiana* (Hoehne) Chautems, *S. polyantha* (DC.) Wiehler (Fig. 2G), *S. pusilla* (Mart.) Baill. (Fig. 2H), *S. vacariensis* G.E.Ferreira, Waechter & Chautems, e *S. villosa* Lindl. As espécies analisadas encontram-se distribuídas principalmente nos fragmentos remanescentes da Mata Atlântica (Fig. 1).

Os materiais para as análises polínicas foram coletados de exsicatas depositadas nos herbários brasileiros: SP (Herbário Maria Eneyda P. Kauffman Fidalgo) localizado no Instituto de Botânica, São Paulo – SP, MBML (Museu de Biologia Prof. Mello Leitão) localizado no Espírito Santo – ES, MBM (Museu Botânico Municipal) localizado no Jardim Botânico, Curitiba – PR, ESA (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) localizado na USP, Piracicaba – SP, UEC (Herbário da Universidade Estadual de Campinas) localizado na Unicamp, Campinas – SP e INPA (Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas), localizado em Manaus – AM. Além disso, outros materiais foram coletados de material de cultivo no Sítio Primavera, localizado em Mogi das Cruzes -SP, no mês de novembro de 2016 e fevereiro de 2018. Esses materiais são mantidos sob os cuidados de Mauro Peixoto, cujas exsicatas correspondentes estão depositadas no Conservatório e Jardim Botânico de Genebra, na Suíça.

Quando possível, foram utilizadas pelo menos duas flores, preferencialmente próximas a antese, para obtenção de uma amostra significativa. Da mesma maneira, sempre que possível, foi utilizado mais um espécime para a confirmação dos dados.

Figura 1 – Distribuição geográfica das espécies brasileiras de *Sinningia* Nees analisadas no presente trabalho.

Fonte: Mapa elaborado pelo autor utilizando o software SpeciesLink (Mapper).

Figura 2 – Fotografias das espécies brasileiras de *Sinningia* Nees, enfatizando a diversidade de tamanho, cores e formas da corola.

A- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. B- *Sinningia speciosa* (Lodd.) Hiern. C- *Sinningia gerdiana* Chautems. D- *Sinningia guttata* Lindl. E- *Sinningia helleri* Nees. F- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. G- *Sinningia polyantha* (DC.) Wiehler. H- *Sinningia pusilla* (Mart.) Baill.

Fonte: O autor (B, E). Mauro Peixoto (A, C, D, F, G, H).

2.2. Metodologia

2.2.1. Microscopia Óptica (MO)

Para a observação sob microscopia óptica, os grãos de pólen foram acetolisados segundo a técnica clássica de acetólise (ERDTMAN, 1960), seguindo modificações propostas por Melhem et al. (2003):

1. As anteras ou botões de cada espécie foram colocadas em um tubo de ensaio (previamente identificado) juntamente com cerca de 5ml de ácido acético glacial e posteriormente foram esmagados com o auxílio de um bastão de vidro, a fim de liberar o grão para o meio líquido; o material polínico permaneceu no ácido acético glacial por no mínimo 24 horas;
2. Após o tempo de descanso, o tubo de ensaio foi centrifugado por 5 minutos a uma rotação de 1600 rotações por minuto. Ao decantar, descartou-se o ácido acético glacial e os restos florais, deixando no fundo do tubo de ensaio apenas os grãos de pólen;
3. Adicionou-se ao tubo de ensaio cerca de 5ml da mistura de acetólise, formada por nove partes de anidrido acético para uma parte de ácido sulfúrico (9:1). O tubo de ensaio foi colocado em banho-maria por 1,30 min e o conteúdo foi misturado com um bastão de vidro durante o tempo de aquecimento;
4. Centrifugou-se o tubo de ensaio e descartou-se o sobrenadante; adicionou-se cerca de 10ml de água destilada acrescida de 2 a 3 gotas de álcool etílico e novamente o tubo de ensaio foi centrifugado e o sobrenadante descartado;
5. Acrescentou-se ao tubo de ensaio cerca de 10ml de glicerina 50%; o material polínico permaneceu na glicerina por 24 horas e depois foi novamente centrifugado e o sobrenadante descartado;
6. Montou-se as lâminas com auxílio de um estilete esterilizado, introduzindo-o no tubo de ensaio com um pedaço pequeno de gelatina glicerinada sólida, passando-a no fundo do tubo para a retirada dos grãos de pólen contidos no sedimento. Posteriormente, a gelatina com os grãos de pólen foi dividida em quatro partes e distribuídas em 4 lâminas etiquetadas com os dados da amostra;
7. As lâminas foram aquecidas ligeiramente sobre uma placa aquecedora com a finalidade de derreter a gelatina com os grãos de pólen e homogeneizar a mesma com o auxílio de um estilete; posteriormente, as lamínulas foram inseridas em cima da gelatina derretida. E lutou-se

as lamínulas sob as lâminas com parafina e depois retirou-se seu excesso, com o auxílio de uma lâmina de barbear.

A execução desta técnica foi realizada no Laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV – UNESP). As lâminas obtidas foram incorporadas na Palinoteca desta instituição. As fotomicrografias foram realizadas com um microscópio óptico (Leica IM50) acoplado a uma câmera fotográfica.

2.2.2. Medidas e Análises estatísticas

Os grãos de pólen foram medidos dentro do prazo máximo de uma semana para evitar problemas de intumescimento ou alteração de tamanho, que podem ocorrer com o passar do tempo (MELHEM; MATOS, 1972). Foram realizadas medidas de diâmetro polar em vista equatorial (DPVE), diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) e diâmetro equatorial em vista polar (DEVP), com $n=25$ (MELHEM; MATOS, 1972, SALGADO-LABOURIAU, 1973). Também foram realizadas medidas de outras características (exina total, sexina, nexina, teto, comprimento e largura do colpo e comprimento e largura da endoabertura) com $n=10$.

Dos dados quantitativos obtidos foram calculadas a média aritmética ($\bar{x}$), o desvio padrão da média ($s\bar{x}$), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (CV) e o intervalo de confiança a 95% (IC), para as medidas com $n=25$. Para as medidas $n=10$, calculou-se apenas a média aritmética ($\bar{x}$). As comparações das médias entre cada espécie estudada foram realizadas através da análise de intervalo de confiança, cujos dados foram apresentados em gráficos usando o pacote estatístico MINITAB 10.3 para Windows (VIEIRA, 2008; ZAR, 1996).

O índice de área polar é calculado pela divisão do valor da média do apocolpo pelo valor da média do diâmetro equatorial em vista polar ($IAP = \bar{x}_{\text{apocolpo}} / \bar{x}_{\text{DEVP}}$), seguindo Faegri e Iversen (1966). O índice de largura do colpo é calculado pela divisão do valor da média do diâmetro equatorial em vista equatorial pelo valor da média da largura do colpo ($ILC = \bar{x}_{\text{DEVE}} / \bar{x}_{\text{largura do colpo}}$), segundo Gasparino, Cruz-Barros e Chautems (2013). A largura da exina é calculada pela divisão do valor da média da exina total pelo valor da média do diâmetro equatorial ($Ex/E = \bar{x}_{\text{exina total}} / \bar{x}_{\text{DEVE}}$), de acordo com Faegri e Iversen (1950).

Com o auxílio do programa Fitopac (SHEPHERD, 1996), foi realizado a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x+1)$], e posteriormente, do programa PC-ORD versão 5,15 (McCUNE; MEFFORD, 2011), foi realizada uma ordenação

pela análise de componentes principais (ACP) a partir da matriz de covariância, cujo objetivo de avaliar a influência dos dados quantitativos dos grãos de pólen na ordenação das espécies.

Para esta análise (ACP), foram utilizadas 12 variáveis métricas dos grãos de pólen, sendo elas: Diâmetro polar em vista equatorial (DPVE), diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE), forma (FORM), comprimento e largura do colpo (CCOM, CLAR), comprimento e largura da endoabertura (ECOM, ELAR), índice do colpo (ILCO), exina total (EXIN), sexina (SEXI), nexina (NEXI) e teto (TETO). Posteriormente, foi construído um dendograma por meio da análise de cluster (AC), também realizada no programa PC-ORD versão 5,15 (McCUNE; MEFFORD, 2011).

2.2.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

Para análise de microscopia eletrônica de varredura, foram selecionadas 10 espécies de *Sinningia*: *Sinningia aghensis* Chautems, *Sinningia canastrensis* Chautems, *Sinningia guttata* Lindl., *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G. Nicholson, *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems, *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H. E. Moore, *Sinningia lindleyi* Schauer, *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems, *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems e *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems, com o intuito de evidenciar detalhadamente a ornamentação dos grãos de pólen. As espécies foram escolhidas de acordo com a disponibilidade de material. A preparação dos materiais seguiu o protocolo para grãos de pólen não acetolisados (MELHEM et al., 2003):

1. Em um stub (previamente identificado) com fita adesiva dupla face de carbono foram depositadas as anteras rompidas, retiradas anteriormente das flores ou botões florais da amostra em questão;
2. O stub com o material polínico foi metalizado em ouro puro por três minutos e posteriormente analisado no microscópio eletrônico.

Essa técnica foi realizada e a análise foi feita no Laboratório de Microscopia Eletrônica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV – UNESP). O microscópio eletrônico de varredura utilizado foi o JEOL JSM5410.

2.2.4. Microscopia Eletrônica de Transmissão (MET)

Para análise de microscopia eletrônica de transmissão, foram submetidas cinco espécies de *Sinningia* Nees: *Sinningia aghensis* Chautems, *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G. Nicholson, *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G. Nicholson, *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems e *Sinningia*

vacariensis G. E. Ferreira, Waechter & Chautems, com o objetivo de observar detalhadamente a ultraestrutura das camadas da exina dos grãos de pólen. As espécies foram escolhidas de acordo com a disponibilidade de material. A preparação dos materiais seguiu o seguinte protocolo:

1. As amostras (antras) foram fixadas com Karnovsky diluído em solução tampão cacodilato de sódio (0,1M) em pequenos tubos de ensaio por 24 horas;
2. Posteriormente, as amostras foram banhadas em solução tampão cacodilato (0,1M) por três vezes durante 30 minutos;
3. Os materiais foram pós-fixados em tetróxido de ósmio (1%) durante duas horas; as amostras permaneceram na geladeira durante esse processo;
4. As amostras foram novamente banhadas em solução tampão cacodilato (0,1M) por três vezes durante 30 minutos;
5. As amostras foram contrastadas com acetato de uranila (1%) por 12 horas;
6. Em seguida, os materiais passaram por desidratação em série crescente de acetona (50%, 70%, 90% e 100%), por 10 minutos em cada etapa;
7. As amostras foram banhadas duas vezes com óxido de propileno por 20 minutos;
8. As amostras sofreram infiltração em resina *Spurr* durante 6 horas e posteriormente foram emblocadas em resina pura por 72 horas à 70°C.
9. Os blocos com as amostras foram seccionados em ultra micrótomo e depositados sobre grades de cobre previamente recobertos com formar, contrastadas com acetato de uranila (2,5%) e citrato de chumbo, segundo Reynolds (1963).

Essa técnica foi executada no Laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV – UNESP). A análise das grades foi realizada na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), no microscópio eletrônico de transmissão JEOL JEM – 100CXII.

2.2.5. Terminologia e Descrições polínicas

As descrições polínicas e a terminologia dos grãos de pólen, foram baseadas respectivamente nos glossários de Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007). A classificação quanto ao tamanho e a forma seguiram a proposta de Erdtman (1952). O índice de área polar e o índice de largura do colpo seguiram, respectivamente, Faegri e Iversen (1966) e Gasparino, Cruz-

Barros e Chautems (2013). Para descrever a espessura da exina, foi utilizado a classificação proposta por Faegri e Iversen (1950).

2.2.6. Reconstrução das características morfológicas ancestrais dos grãos de pólen

Para reconstrução ancestral dos estados de caráter dos grãos de pólen foram selecionados sete caracteres morfológicos dos grãos de pólen das espécies estudadas, incluindo quatro binárias e três multiestados (T. 1). A matriz de caracteres foi construída utilizando o software Mesquite v. 2.7.5 (MADDISON; MADDISON, 2011). A árvore mais parcimoniosa foi gerada por meio da busca heurística e todos os caracteres foram tratados como não ordenados e de peso igual. Como grupo externo foi utilizada as características polínicas de *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S. Grose, pertencente à família Bignoniaceae Juss., atualmente posicionada na mesma ordem de Gesneriaceae. As características polínicas do grupo externo foram cedidas por Souza, Rezende e Gasparino (2018, no prelo).

Tabela 1 – Lista de caracteres morfológicos dos grãos de pólen e seus estados de caráter das espécies de *Sinningia* usados na reconstrução evolutiva.

-
1. Comprimento do colpo: (0) muito curto; (1) curto; (2) longo; (3) muito longo.
 2. Constricção central no colpo: (0) ausência; (1) presença.
 3. Membrana apertural: (0) ausência; (1) presença.
 4. Extremidade do colpo: (0) arredondada; (1) afilada.
 5. Ornamentação da exina: (0) microrreticulada; (1) reticulada.
 6. Ornamentação da exina: (0) homobrocada (1) heterobrocada.
 7. Largura da exina: (0) muito fina; (1) fina; (2) espessa.
-

Fonte: O autor.

3. RESULTADOS

3.1. Descrições das espécies

UNIDADE POLÍNICA E POLARIDADE: Todos as espécies de *Sinningia* Nees aqui estudadas apresentaram grãos de pólen em mônades e isopolares (Fig. 3-13).

TAMANHO: Quanto ao tamanho, os grãos de pólen variam de pequenos a médios (na maioria das espécies) e médios (*Sinningia bullata*, *S. hatschbachii* e *S. lateritia*, T. 2, 3, 4, 5), apresentando uma uniformidade quanto as medidas de diâmetros. As médias dos grãos de pólen quanto ao diâmetro equatorial em vista polar estão em uma faixa de variação entre 21,50µm a 27,40µm (T. 2), com exceção de *S. hirsuta* que apresenta os menores valores e sua média equivale a 18,63µm (T. 2). Quanto ao diâmetro equatorial, as médias apresentam uma faixa de variação maior, de 20,20µm a 37,50µm (T. 3, 4). Entre as espécies com grãos de pólen médios, as espécies com os maiores valores de diâmetro equatorial em vista polar são *S. hatschbachii* e *S. lateritia* (com 36,50µm e 35,05µm, respectivamente), enquanto *S. bullata* e *S. lateritia* apresentam os maiores valores de diâmetro equatorial em vista equatorial (28,40µm e 26,60µm, respectivamente).

FORMA E ÂMBITO: A forma dos grãos de pólen analisados varia de oblato-esferoidal em *Sinningia pusilla* (Fig. 11B) prolato-esferoidal em *S. bullata* (Fig. 4F), *S. helioana* (Fig. 6J), *S. leucotricha* (Fig. 9B), *S. lineata* (Fig. 9J) e *S. vacariensis* (Fig. 11F), subprolato em *S. barbata* (Fig. 3F), *S. bragae* (Fig. 3J), *S. canastrensis* (Fig. 4J), *S. conspicua* (Fig. 5F), *S. iarae* (Fig. 7J), *S. lateriria* (Fig. 8F), *S. lindleyi* (Fig. 9F) e *S. piresiana* (Fig. 10F), a prolato nas demais espécies (T. 5). Os âmbitos dos grãos de pólen foram classificados em circulares para *S. bragae* (Fig. 3I) *S. gerdtiana* (Fig. 5I), *S. helioana* (Fig. 6I) e *S. pusilla* (Fig. 11A), circular-lobados em *S. bulbosa* (Fig. 4A), *S. lateritia* (Fig. 8E) e *S. piresiana* (Fig. 10E), subcirculares para *S. barbata* (Fig. 3E), *S. conspicua* (Fig. 5E), *S. guttata* (Fig. 6A), *S. kautskyi* (Fig. 8A), *S. lineata* (Fig. 9I), *S. muscicola* (Fig. 10A) e *S. vacariensis* (Fig. 11E) e subtriangulares para *S. aghensis* (Fig. 3A), *S. bullata* (Fig. 4E), *S. canastrensis* (Fig. 4I), *S. carangolensis* (Fig. 5A), *S. hatschbachii* (Fig. 6E), *S. helleri* (Fig. 7A), *S. hirsuta* (Fig. 7E), *S. iarae* (Fig. 7I), *S. leopoldii* (Fig. 8I), *S. leucotricha* (Fig. 9A), *S. lindleyi* (Fig. 9E) e *S. polyantha* (Fig. 10I). Porém, para a espécie *S. piresiana* foram observadas variações quanto à forma dos grãos de pólen dentro das amostras, nas quais foram encontrados, em menor quantidade, grãos de pólen subcirculares.

ABERTURA: Todas as espécies estudadas apresentam grãos de pólen 3-colporados, com colpos muito curtos (*Sinningia canastrensis*), curtos (*S. aghensis*, *S. barbata*, *S. bragae*, *S. carangolensis*, *S. conspicua*, *S. guttata*, *S. helleri*, *S. hirsuta*, *S. iarae*, *S. kautskyi*, *S. lateritia*, *S. leucotricha*, *S. lindleyi*, *S. lineata*, *S. muscicola*, *S. piresiana*, *S. polyantha*, *S. pusilla* e *S. vacariensis*), longos (*S. bulbosa*, *S. gerdtiana*, *S. hatschbachii*, *S. helioana*, *S. leopoldii*) ou muito longos (*S. bullata*) e estreitos (T. 5). Os colpos possuem margem e podem ser constrictos no centro (como ocorre nos grãos de pólen de *S. bragae* [Fig. 3K], *S. bullata* [Fig. 4G], *S. canastrensis* [Fig. 4K], *S. carangolensis* [Fig. 5C], *S. conspicua* [Fig. 5G] e *S. gerdtiana* [Fig. 5K]) ou não, ou ainda apresentar uma membrana apertural persistente, mesmo após a acetólise, na forma da letra H (*S. aghensis* [Fig. 3C], *S. bragae* [Fig. 3K], *S. guttata* [Fig. 6C], *S. hatschbachii* [Fig. 6G], *S. helioana* [Fig. 6K], *S. helleri* [Fig. 7C], *S. hirsuta* [Fig. 7G], *S. iarae* [Fig. 7K], *S. lateritia* [Fig. 8G], *S. leucotricha* [Fig. 9C], *S. lineata* [Fig. 9K], *S. muscicola* [Fig. 10C], *S. polyantha* [Fig. 10K], *S. pusilla* [Fig. 11C] e *S. vacariensis* [Fig. 11G]). As extremidades dos colpos são arredondadas ou afiladas (*S. bullata*, *S. carangolensis*, *S. guttata*, *S. helioana*, *S. helleri*, *S. hirsuta*, *S. iarae*, *S. lateritia*, *S. leucotricha*, *S. polyantha* e *S. vacariensis*). Os grãos de pólen de todas as espécies apresentam endoabertura lolongada (T. 5), na maioria das vezes de difícil visualização.

ORNAMENTAÇÃO DA EXINA: Sob microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV), observa-se que os grãos de pólen apresentam ornamentação microrreticulada homobrocada em *Sinningia bulbosa* (Fig. 4D-D'), *S. bullata* (Fig. 4H-H'), *S. carangolensis* (Fig. 5D-D'), *S. hatschbachii* (Fig. 6H-H'), *S. helioana* (Fig. 6L-L'), *S. iarae* (Fig. 7L-L'), *S. leopoldii* (Fig. 8L-L', 12K-L), *S. leucotricha* (Fig. 9D-D', 13A-B), *S. lineata* (Fig. 9L-L', 13E-F), *S. muscicola* (Fig. 10D-D'), *S. piresiana* (Fig. 10H-H', 13H-I), *S. polyantha* (Fig. 10L-L'), *S. pusilla* (Fig. 11D-D'), *S. vacariensis* (Fig. 11H-H', 13J-K) e *S. villosa* (Fig. 11K-K'), reticulada homobrocada em *S. conspicua* (Fig. 5H-H'), *S. gerdtiana* (Fig. 5L-L') e *S. lateritia* (Fig. 8H-H') e reticulada heterobrocada nas demais espécies. Os grãos de pólen das espécies de *Sinningia* estudadas apresentam exina muito fina (*S. bullata* e *S. lateritia*), fina (na maioria das espécies) ou espessa (*S. canastrensis*, T. 5). As medidas das camadas de exina variaram de 1,09µm a 2,65µm em exina total, 0,82µm a 1,44µm em sexina e 0,27µm a 0,65µm em nexina (T. 5).

Sob microscopia eletrônica de transmissão (MET), observa-se que *S. aghensis* (Fig. 12C), apresenta teto descontínuo, com ondulações e espesso quanto comparado a outras camadas, com columelas curtas, esparsas e geralmente incompletas. As demais espécies analisadas apresentam teto contínuo, também espesso e com ondulações, com columelas curtas, esparsas e incompletas (*S. barbata*, Fig. 12D), columelas curtas e próximas umas das outras (*S. vacariensis*, Fig. 13L), columelas longas e próximas umas das outras (*S. hirsuta* [Fig. 12J] e *S. lineata* [Fig. 13G]). Nexina 1 e nexina 2 delgadas e intina espessa em todas as espécies analisadas.

Tabela 2 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medida dos diâmetros equatoriais em vista polar (DEVP) dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees (n=25).

Espécies	(X _{min} – X _{max}) $\bar{x} \pm s_x$	S	IC	CV%
Diâmetro equatorial em vista polar				
<i>S. aghensis</i>	(22,50 – 25,00) 24,40 $\pm$ 0,22	1,09	(23,95 – 24,85)	04,47
<i>S. barbata</i>	(20,00 – 28,75) 26,85 $\pm$ 0,23	1,15	(26,38 – 27,32)	04,28
<i>S. bragae</i>	(22,50 – 27,50) 24,80 $\pm$ 0,20	1,00	(24,39 – 25,21)	04,03
<i>S. bulbosa</i>	(20,00 – 25,00) 21,50 $\pm$ 0,67	2,11	(20,13 – 22,87)	09,81
<i>S. bullata</i>	(27,50 – 32,50) 29,10 $\pm$ 0,31	1,55	(28,46 – 29,74)	05,34
<i>S. canastrensis</i>	(25,00 – 27,50) 26,25 $\pm$ 0,42	1,32	(25,39 – 27,11)	05,02
<i>S. carangolensis</i>	(20,00 – 25,00) 22,35 $\pm$ 0,17	0,83	(22,01 – 22,69)	03,72
<i>S. conspicua</i>	(22,50 – 27,50) 25,10 $\pm$ 0,41	1,48	(24,25 – 25,94)	05,91
<i>S. gerdiana</i>	(27,50 – 32,50) 29,05 $\pm$ 0,28	1,41	(28,47 – 29,63)	04,86
<i>S. guttata</i>	(25,00 – 27,50) 25,90 $\pm$ 0,24	1,22	(25,40 – 26,40)	04,73
<i>S. hatschbachii</i>	(25,00 – 27,50) 26,40 $\pm$ 0,25	1,27	(25,88 – 26,92)	04,80
<i>S. helioana</i>	(20,00 – 25,00) 22,80 $\pm$ 0,23	1,16	(22,32 – 23,28)	05,07
<i>S. helleri</i>	(25,00 – 28,75) 26,35 $\pm$ 0,27	1,35	(25,80 – 26,90)	05,11
<i>S. hirsuta</i>	(12,50 – 22,50) 18,63 $\pm$ 0,56	2,50	(17,47 – 19,87)	13,41
<i>S. iarae</i>	(25,00 – 27,50) 25,95 $\pm$ 0,24	1,21	(25,45 – 26,46)	04,67
<i>S. kautskyi</i>	(25,00 – 27,50) 26,25 $\pm$ 0,72	1,44	(24,76 – 27,74)	05,50
<i>S. lateritia</i>	(27,50 – 30,00) 28,20 $\pm$ 0,23	1,15	(27,73 – 28,67)	04,06
<i>S. leopoldii</i>	(25,00 – 27,50) 25,70 $\pm$ 0,23	1,15	(25,23 – 26,17)	04,46
<i>S. leucotricha</i>	(22,50 – 25,00) 24,80 $\pm$ 0,14	0,69	(24,51 – 25,09)	02,79
<i>S. lindleyi</i>	(25,00 – 32,50) 29,06 $\pm$ 0,56	1,93	(27,91 – 30,21)	06,64
<i>S. lineata</i>	(22,50 – 27,50) 25,25 $\pm$ 0,20	1,02	(24,83 – 25,67)	04,04
<i>S. muscicola</i>	(25,00 – 30,00) 27,40 $\pm$ 0,23	1,14	(26,93 – 27,87)	04,15
<i>S. piresiana</i>	(22,50 – 25,00) 23,96 $\pm$ 0,37	1,29	(23,19 – 24,72)	05,37
<i>S. polyantha</i>	(22,50 – 27,50) 24,80 $\pm$ 0,20	1,00	(24,39 – 25,21)	04,03
<i>S. pusilla</i>	(20,00 – 25,00) 24,41 $\pm$ 0,34	1,41	(23,71 – 25,11)	05,76
<i>S. vacariensis</i>	(22,50 – 25,00) 24,50 $\pm$ 0,20	1,02	(24,08 – 24,92)	04,17

Xmin = menor valor observado na amostra (μm), Xmax = maior valor observado na amostra (μm), $\bar{x}$ = média aritmética (μm), s_x = desvio padrão da média (μm), S = desvio padrão da amostra (μm), IC = intervalo de confiança a 95% (μm), CV = coeficiente de variabilidade (%).

Fonte: O autor.

Tabela 3 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medidas dos diâmetros polares em vista equatorial (DPVE) dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees (n=25).

Espécies	$(X_{\min} - X_{\max}) \bar{x} \pm s_x$	S	IC	CV%
Diâmetro polar em vista equatorial				
<i>S. aghensis</i>	(27,50 – 32,50) 28,90 $\pm$ 0,33	1,63	(28,23 – 29,57)	05,63
<i>S. barbata</i>	(30,00 – 37,50) 32,30 $\pm$ 0,44	2,20	(31,29 – 33,11)	06,84
<i>S. bragae</i>	(25,00 – 30,00) 27,36 $\pm$ 0,32	1,35	(26,71 – 28,02)	04,98
<i>S. bulbosa</i>	(30,00 – 32,50) 30,20 $\pm$ 0,14	0,69	(29,91 – 30,49)	02,29
<i>S. bullata</i>	(27,50 – 35,00) 31,25 $\pm$ 0,32	1,61	(30,59 – 31,91)	05,16
<i>S. canastrensis</i>	(27,50 – 31,25) 29,53 $\pm$ 0,47	1,33	(28,57 – 30,50)	04,49
<i>S. carangolensis</i>	(25,00 – 30,00) 27,55 $\pm$ 0,27	1,37	(26,98 – 28,12)	04,98
<i>S. conspicua</i>	(25,00 – 32,50) 28,50 $\pm$ 0,67	2,11	(27,13 – 29,87)	07,40
<i>S. gerdiana</i>	(36,25 – 37,50) 37,08 $\pm$ 0,42	0,72	(36,22 – 37,94)	01,95
<i>S. guttata</i>	(32,50 – 40,00) 35,00 $\pm$ 0,43	2,17	(34,11 – 35,89)	06,19
<i>S. hatschbachii</i>	(32,50 – 37,50) 36,50 $\pm$ 0,29	1,44	(35,91 – 37,09)	03,95
<i>S. helioana</i>	(22,50 – 27,50) 24,94 $\pm$ 0,19	0,86	(24,54 – 25,33)	03,44
<i>S. helleri</i>	(35,00 – 40,00) 37,50 $\pm$ 0,29	1,44	(36,91 – 38,09)	03,85
<i>S. hirsuta</i>	(27,50 – 32,50) 29,41 $\pm$ 0,34	1,41	(28,71 – 30,11)	04,78
<i>S. iarae</i>	(25,00 – 35,00) 29,80 $\pm$ 0,45	2,27	(28,86 – 30,74)	07,63
<i>S. kautskyi</i>	(30,00 – 37,50) 33,25 $\pm$ 0,75	2,37	(31,71 – 34,80)	07,13
<i>S. lateritia</i>	(32,50 – 37,50) 35,05 $\pm$ 0,20	0,99	(34,64 – 35,46)	02,82
<i>S. leopoldii</i>	(30,00 – 37,50) 34,70 $\pm$ 0,46	2,32	(33,74 – 35,46)	02,82
<i>S. leucotricha</i>	(25,00 – 30,00) 26,10 $\pm$ 0,29	1,46	(25,50 – 26,70)	05,59
<i>S. lindleyi</i>	(27,50 – 32,50) 29,75 $\pm$ 0,32	1,44	(29,09 – 30,41)	04,84
<i>S. lineata</i>	(27, 50 – 30,00) 28,35 $\pm$ 0,24	1,18	(27,86 – 28,84)	04,17
<i>S. muscicola</i>	(30,00 – 37,50) 33,96 $\pm$ 0,65	2,25	(32,62 – 35,30)	06,63
<i>S. piresiana</i>	(27,50 – 32,50) 28,12 $\pm$ 0,41	1,53	(27,37 – 29,06)	05,42
<i>S. polyantha</i>	(27,50 – 35,00) 31,90 $\pm$ 0,30	1,49	(31,28 – 32,52)	04,68
<i>S. pusilla</i>	(22,50 – 25,00) 23,44 $\pm$ 0,46	1,29	(22,50 – 24,38)	05,52
<i>S. vacariensis</i>	(22,50 – 27,50) 25,20 $\pm$ 0,20	1,00	(24,79 – 25,61)	03,97
<i>S. villosa</i>	(30,00 – 35,00) 32,32 $\pm$ 0,29	1,08	(31,73 – 32,92)	03,34

Xmin = menor valor observado na amostra (μm), Xmax = maior valor observado na amostra (μm), $\bar{x}$ = média aritmética (μm), $s\bar{x}$ = desvio padrão da média (μm), S = desvio padrão da amostra (μm), IC = intervalo de confiança a 95% (μm), CV = coeficiente de variabilidade (%).

Fonte: O autor.

Tabela 4 – Dados quantitativos dos grãos de pólen: Medidas dos diâmetros equatoriais em vista equatorial (DEVE) dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees (n=25).

Espécies	$(X_{\min} - X_{\max}) \bar{x} \pm s_x$	S	IC	CV%
Diâmetro equatorial em vista equatorial				
<i>S. aghensis</i>	(17,50 – 25,00) 20,60 $\pm$ 0,60	3,00	(19,36 – 21,84)	14,56
<i>S. barbata</i>	(22,50 – 27,50) 24,55 $\pm$ 0,28	1,39	(23,98 – 25,12)	05,67
<i>S. bragae</i>	(20,00 – 25,00) 23,47 $\pm$ 0,36	1,52	(22,73 – 24,21)	06,47
<i>S. bulbosa</i>	(18,75 – 22,50) 20,70 $\pm$ 0,18	0,89	(20,33 – 21,07)	04,30
<i>S. bullata</i>	(27,50 – 32,50) 28,40 $\pm$ 0,28	1,42	(27,81 – 28,99)	05,01
<i>S. canastrensis</i>	(22,50 – 25,00) 24,69 $\pm$ 0,31	0,88	(24,04 – 25,33)	03,58
<i>S. carangolensis</i>	(17,50 – 22,50) 20,20 $\pm$ 0,29	1,43	(19,61 – 20,79)	07,07
<i>S. conspicua</i>	(22,50 – 25,00) 24,50 $\pm$ 0,33	1,05	(23,81 – 25,00)	04,30
<i>S. gerdiana</i>	(23,75 – 25,00) 24,58 $\pm$ 0,42	0,72	(23,73 – 25,44)	02,94
<i>S. guttata</i>	(20,00 – 25,00) 22,20 $\pm$ 0,30	1,50	(21,58 – 22,82)	06,76
<i>S. hatschbachii</i>	(22,50 – 27,50) 25,60 $\pm$ 0,26	1,31	(25,06 – 26,14)	05,11
<i>S. helioana</i>	(22,50 – 25,00) 22,75 $\pm$ 0,17	0,77	(22,40 – 23,10)	03,38
<i>S. helleri</i>	(20,00 – 25,00) 23,20 $\pm$ 0,27	1,35	(22,64 – 23,76)	05,84
<i>S. hirsuta</i>	(17,50 – 22,50) 18,68 $\pm$ 0,38	1,56	(17,90 – 19,46)	08,36
<i>S. iarae</i>	(17,50 – 25,00) 22,50 $\pm$ 0,43	2,17	(21,61 – 23,39)	09,62
<i>S. kautskyi</i>	(20,00 – 25,00) 23,75 $\pm$ 0,56	1,77	(22,60 – 24,90)	07,44
<i>S. lateritia</i>	(25,00 – 27,50) 26,60 $\pm$ 0,24	1,22	(26,10 – 27,10)	04,60
<i>S. leopoldii</i>	(22,50 – 27,50) 25,00 $\pm$ 0,20	1,02	(24,58 – 25,42)	04,08
<i>S. leucotricha</i>	(25,00 – 27,50) 25,60 $\pm$ 0,22	1,09	(25,15 – 26,05)	04,26
<i>S. lindleyi</i>	(22,50 – 27,50) 24,88 $\pm$ 0,34	1,51	(24,18 – 25,57)	06,08
<i>S. lineata</i>	(25,00 – 27,50) 25,70 $\pm$ 0,23	1,15	(25,23 – 26,17)	04,46
<i>S. muscicola</i>	(22,50 – 25,00) 24,38 $\pm$ 0,33	1,13	(23,70 – 25,05)	04,46
<i>S. piresiana</i>	(20,00 – 25,00) 23,39 $\pm$ 0,50	1,86	(22,37 – 24,42)	07,96
<i>S. polyantha</i>	(20,00 – 25,00) 23,00 $\pm$ 0,29	1,44	(22,41 – 23,59)	06,28
<i>S. pusilla</i>	(25,00 – 27,50) 25,31 $\pm$ 0,31	0,88	(24,67 – 25,96)	03,49
<i>S. vacariensis</i>	(22,50 – 27,50) 24,80 $\pm$ 0,25	1,23	(24,29 – 25,31)	04,97
<i>S. villosa</i>	(20,00 – 27,50) 22,14 $\pm$ 0,56	2,10	(20,98 – 23,30)	09,51

Xmin = menor valor observado na amostra (μm), Xmax = maior valor observado na amostra (μm), $\bar{x}$ = média aritmética (μm), $s\bar{x}$ = desvio padrão da média (μm), S = desvio padrão da amostra (μm), IC = intervalo de confiança a 95% (μm), CV = coeficiente de variabilidade (%).

Fonte: O autor.

Tabela 5 – Caracterização morfológica e média aritmética das medidas de abertura, endoabertura, apocolpo, índice de largura do colpo e forma dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees. P= pequeno; M= médio; P/E= relação diâmetro polar/diâmetro equatorial; Pr= prolato; SP= subprolato; PE= prolato-esferoidal; OE= oblato-esferoidal; ILC= índice de largura do colpo; Comp.= comprimento; Larg.= largura; Ex/E= relação exina total/diâmetro equatorial; IAP= índice de área polar. Fonte: O autor.

Espécies	Tamanho	P/E	Forma	ILC	Colpo		Endoabertura		Teto	Sexina	Nexina	Exina	Ex/E	IAP
					Comp.	Larg.	Comp.	Larg.						
<i>S. aghensis</i>	P-M	1,40	Pr	14,30	24,08	1,44	3,52	2,56	0,27	0,82	0,27	1,09	0,05	0,56
<i>S. barbata</i>	P-M	1,31	SP	12,15	23,39	2,02	2,89	2,64	0,42	1,42	0,41	1,83	0,07	0,53
<i>S. bragae</i>	P-M	1,17	SP	11,56	22,82	2,03	5,24	4,01	0,40	1,24	0,39	1,63	0,07	0,53
<i>S. bulbosa</i>	P-M	1,46	Pr	13,80	20,64	1,50	3,85	3,73	0,35	1,25	0,45	1,35	0,06	0,49
<i>S. bullata</i>	M	1,10	PE	13,09	24,54	2,17	2,58	2,57	0,33	0,97	0,32	1,29	0,04	0,24
<i>S. canastrensis</i>	P-M	1,20	SP	12,04	24,05	2,05	7,59	6,16	0,58	1,44	0,63	2,65	0,10	0,77
<i>S. carangolensis</i>	P-M	1,36	Pr	13,47	20,64	1,50	3,85	3,73	0,38	1,17	0,35	1,52	0,07	0,48
<i>S. conspicua</i>	P-M	1,16	SP	14,76	20,83	1,66	8,18	3,80	0,42	0,90	0,47	1,79	0,07	0,62
<i>S. gerdiana</i>	P-M	1,51	Pr	12,10	22,82	2,03	5,24	4,01	0,44	1,30	0,44	1,74	0,07	0,45
<i>S. guttata</i>	P-M	1,58	Pr	16,69	26,62	1,33	2,12	1,74	0,31	1,15	0,33	1,48	0,06	0,63
<i>S. hatschbachii</i>	M	1,43	Pr	09,48	26,52	2,70	4,36	3,58	0,46	1,41	0,50	1,45	0,05	0,48
<i>S. helioana</i>	P-M	1,10	PE	12,64	22,63	1,80	5,25	3,89	0,38	1,17	0,38	1,55	0,06	0,49
<i>S. helleri</i>	P-M	1,62	Pr	16,34	25,44	1,42	3,28	2,67	0,37	1,19	0,42	1,61	0,07	0,60
<i>S. hirsuta</i>	P-M	1,57	Pr	07,50	23,61	2,49	3,06	2,79	0,35	1,26	0,35	1,61	0,08	0,64
<i>S. iarae</i>	P-M	1,32	SP	15,62	24,34	1,44	3,27	2,44	0,33	1,03	0,30	1,33	0,05	0,51
<i>S. kautskyi</i>	P-M	1,40	Pr	12,77	26,74	1,86	10,94	3,99	0,40	0,85	0,51	1,76	0,07	0,58
<i>S. lateritia</i>	M	1,32	SP	15,90	21,22	1,67	2,60	2,32	0,34	1,30	0,26	1,22	0,04	0,54
<i>S. leopoldii</i>	P-M	1,39	Pr	09,26	26,52	2,70	4,36	3,58	0,35	1,14	0,34	1,48	0,05	0,50
<i>S. leucotricha</i>	P-M	1,02	PE	11,13	21,81	2,30	3,52	3,16	0,29	1,00	0,36	1,36	0,05	0,58
<i>S. lindleyi</i>	P-M	1,20	SP	14,81	21,56	1,68	8,58	6,43	0,51	1,15	0,65	2,31	0,09	0,59
<i>S. lineata</i>	P-M	1,10	PE	11,47	22,22	2,24	3,01	2,74	0,36	1,14	0,35	1,49	0,05	0,51
<i>S. muscicola</i>	P-M	1,39	Pr	09,13	22,00	2,67	3,89	3,15	0,33	0,95	0,33	1,28	0,05	0,59
<i>S. piresiana</i>	P-M	1,21	SP	13,36	23,81	1,75	3,96	3,33	0,29	1,10	0,28	1,38	0,05	0,53
<i>S. polyantha</i>	P-M	1,39	Pr	15,03	23,35	1,53	2,61	1,88	0,31	0,92	0,30	1,22	0,05	0,53
<i>S. pusilla</i>	P-M	0,93	OE	15,82	18,89	1,60	4,31	3,63	0,30	1,07	0,33	1,40	0,05	0,63
<i>S. vacariensis</i>	P-M	1,02	PE	14,85	21,22	1,67	2,60	2,32	0,34	1,11	0,30	1,41	0,05	0,62
<i>S. villosa</i>	P-M	1,46	Pr	12,65	23,39	1,75	5,03	3,65	0,28	0,86	0,32	1,18	0,05	-

Figura 3 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia aghensis* Chautems. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia braggae* Chautems, M.Peixoto & Rossini. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 4 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia bullata* Chautems & M.Peixoto. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia canastrensis* Chautems. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10μm, 5μm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 5 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia carangolensis* Chautems. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia conspicua* (Seem.) G.Nicholson. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia gerdiana* Chautems. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 6 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia guttata* Lindl. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia hatschbachii* Chautems. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia helioana* Chautems & Rossini. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 7 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia helleri* Nees. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia iarae* Chautems. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 8 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia kautskyi* Chautems. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia lateritia* (Lindl.) Chautems. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 9 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia lindleyi* Schauer. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10 μ m, 5 μ m (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 10 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia muscicola* Chautems, T. Lopes & M. Peixoto. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-L- *Sinningia polyantha* (DC.) Wiehler. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Abertura. L- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, L).

Fonte: O autor.

Figura 11 – Fotomicrografias dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-D- *Sinningia pusilla* (Mart.) Baill. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Abertura. D- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). E-H- *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Abertura. H- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). I-K- *Sinningia villosa* Lindl. I- Vista polar. J- Vista equatorial. K- Ornamentação (análise de LO, foco baixo e foco alto). Escala: 10µm, 5µm (D, H, K).

Fonte: O autor.

Figura 12 – Eletromicrografias (MEV/MET) dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-C- *Sinningia aghensis* Chautems. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C- Detalhes da estrutura da parede. D- *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G.Nicholson. D- Detalhes da estrutura da parede. E- *Sinningia canastrensis* Chautems. E- Vista equatorial. F-G- *Sinningia guttata* Lindl. F- Vista polar. G- Vista equatorial. H-J- *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G.Nicholson. H- Vista polar. I- Vista equatorial. J- Detalhes da estrutura da parede. K-L- *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.) Chautems. K- Vista equatorial. L- Vista equatorial evidenciando o colpo. (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escala: 1µm.

Fonte: O autor.

Figura 13 – Eletromicrografias (MEV/MET) dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* Nees.

A-B- *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H.E.Moore. A- Vista polar. B- Vista equatorial. C-D- *Sinningia lindleyi* Schauer. C- Vista polar. D- Vista equatorial. E-G- *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems. E- Vista polar. F- Vista equatorial. G- Detalhes da estrutura da parede. H-I- *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems. H- Vista polar. I- Vista equatorial. J-L- *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems. J- Vista equatorial. K- Vista polar. L- Detalhes da estrutura da parede. (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escala: 1µm.

Fonte: O autor.

3.2. Análise Quantitativa

3.2.1. Análise Gráfica de Intervalo de Confiança à 95%

Na análise do intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das espécies estudadas, observa-se que, em diâmetro polar, *Sinningia hatschbachii*, *S. helleri* e *S. gerdiana* separam-se das demais por apresentarem os maiores valores de diâmetro polar, enquanto as demais espécies formam um grupo contínuo (Fig. 14A). Em relação ao diâmetro equatorial, apenas *S. bullata* separa-se das demais por apresentar os maiores valores de diâmetro equatorial, enquanto o restante das espécies forma um grupo contínuo (Fig. 14B).

Figura 14 – Representação gráfica da média dos intervalos de confiança à 95% das medidas dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees.

A- Diâmetro polar em vista equatorial (DPVE). B. Diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE). Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança e os círculos medianos representam a média aritmética. *S. aghe* = *Sinningia aghensis*, *S. barb* = *Sinningia barbata*, *S. brag* = *S. braggae*, *S. bulb* = *Sinningia bulbosa*, *S. bull* = *Sinningia bullata*, *S. cana* = *Sinningia canastrensis*, *S. cara* = *Sinningia carangolensis*, *S. cons* = *Sinningia conspicua*, *S. gerd* = *Sinningia gerdtiana*, *S. gutt* = *Sinningia guttata*, *S. hats* = *Sinningia hatschbachii*, *S. heli* = *Sinningia helioana*, *S. hell* = *Sinningia helleri*, *S. hairs* = *Sinningia hairsuta*, *S. iara* = *Sinningia iarae*, *S. kaut* = *Sinningia kautskyi*, *S. late* = *Sinningia lateritia*, *S. leop* = *Sinningia leopoldii*, *S. leuc* = *Sinningia leucotricha*, *S. line* = *Sinningia lineata*, *S. musc* = *Sinningia muscicola*, *S. pire* = *Sinningia piresiana*, *S. poly* = *Sinningia polyantha*, *S. pusil* = *Sinningia pusilla*, *S. vaca* = *Sinningia vacariensis* e *S. vill* = *Sinningia villosa*.

Fonte: Gráficos elaborados pelo autor utilizando o software MINITAB 10.3.

3.2.2. Análise de Componentes Principais (ACP)

Foram realizadas análises multivariadas com base nas variáveis métricas dos grãos de pólen das espécies de *Sinningia* estudadas. A primeira análise de componentes principais (ACP) resumiu, em seus dois eixos, 72,35% da variabilidade total dos dados quantitativos. O primeiro eixo da ACP explicou sozinho 54,19% da variabilidade das métricas analisadas, sendo o comprimento e a largura da endoabertura dos grãos de pólen (ECOM, ELAR) as variáveis mais representativas para a ordenação das espécies (T. 6). As espécies com os menores valores de comprimento da endoabertura (intervalo de 2,12µm a 3,96µm) mostraram-se posicionadas do lado positivo do eixo, com exceção de *S. carangolensis*, enquanto as espécies com os maiores valores de comprimento da endoabertura (intervalo de 4,31µm a 10,94µm) aparecem do lado negativo do eixo (Fig. 15). Da mesma maneira, as espécies com os menores valores de largura da endoabertura dos seus grãos de pólen (intervalo de 1,74µm a 3,33µm) aparecem do lado positivo do eixo, enquanto as espécies com os maiores valores de largura da endoabertura (intervalo de 3,58µm a 6,43µm) ficaram posicionadas no lado negativo do eixo, com exceção de *S. bulbosa* (Fig. 15).

Ainda analisando o eixo I (Fig. 15) é possível observar que as espécies *Sinningia canastrensis*, *S. kautskyi*, *S. lindleyi* e *S. conspicua* mostram-se isoladas das demais espécies por apresentarem os maiores valores de comprimento da endoabertura dos seus grãos de pólen. Além disso, *S. canastrensis* e *S. lindleyi* possuem os maiores valores de largura da endoabertura e *S. lindleyi* e *S. conspicua* apresentam valores próximos de índice de largura do colpo (14,76µm e 14,83µm, respectivamente).

O segundo eixo contribuiu com 18,16% da variabilidade dos dados amostrados para os grãos de pólen de *Sinningia*, sendo o índice de largura do colpo e a largura do colpo (ILC, CLAR) as variáveis mais representativas (T. 6). As espécies com os menores valores de índice de largura do colpo (intervalo de 7,5µm a 12,15µm) ficaram posicionadas do lado positivo do eixo e, com exceção de *S. bullata*, as espécies com os maiores valores de índice de largura do colpo (intervalo de 12,64µm a 16,69µm) mostraram-se do lado negativo do eixo. Ainda, as espécies com os menores valores de largura do colpo dos grãos de pólen (intervalo de 1,33µm a 1,86µm) ficaram do lado negativo do eixo, enquanto as espécies com os maiores valores de largura do colpo (intervalo de 2,02µm a 2,7µm) ficaram do lado positivo do eixo (Fig. 15).

As espécies *Sinningia hatschbachii*, *S. leopoldii*, *S. muscicola* e *S. hirsuta* separam-se das demais espécies no eixo II, principalmente por apresentarem os menores valores de índice de largura do colpo e os maiores valores de largura do colpo (Fig. 15).

Figura 15 – Ordenação pela Análise de Componentes Principais de 27 espécies de *Sinningia* Nees em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.

S. aghe = *Sinningia aghensis*, *S. barb* = *Sinningia barbata*, *S. brag* = *S. brageae*, *S. bulb* = *Sinningia bulbosa*, *S. bull* = *Sinningia bullata*, *S. cana* = *Sinningia canastrensis*, *S. cara* = *Sinningia carangolensis*, *S. cons* = *Sinningia conspicua*, *S. gerd* = *Sinningia gerdiana*, *S. gutt* = *Sinningia guttata*, *S. hats* = *Sinningia hatschbachii*, *S. heli* = *Sinningia helioana*, *S. hell* = *Sinningia helleri*, *S. hirs* = *Sinningia hirsuta*, *S. iara* = *Sinningia iarae*, *S. kaut* = *Sinningia kautskyi*, *S. late* = *Sinningia lateritia*, *S. leop* = *Sinningia leopoldii*, *S. leuc* = *Sinningia leucotricha*, *S. lind* = *Sinningia lindleyi*, *S. line* = *Sinningia lineata*, *S. musc* = *Sinningia muscicola*, *S. pire* = *Sinningia piresiana*, *S. poly* = *Sinningia polyantha*, *S. puss* = *Sinningia pusilla*, *S. vaca* = *Sinningia vacariensis* e *S. vill* = *Sinningia villosa*.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor utilizando o software PC-ORD 5.15.

Uma segunda análise de componentes principais foi realizada com apenas 23 das 27 espécies aqui estudadas, já que os resultados da primeira análise mostraram a evidente separação de quatro espécies das demais (*Sinningia conspicua*, *S. canastrensis*, *S. kautskyi* e *S. lindleyi*). Dessa maneira, procurou-se analisar se as demais espécies poderiam ser também separadas.

A segunda análise de componentes principais (ACP) resumiu, em seus dois eixos, 70,99% da variabilidade total dos dados quantitativos. Assim como a ACP anterior, as variáveis mais significativas para a ordenação das espécies para o eixo I foram o comprimento e a largura da endoabertura dos grãos de pólen (ECOM, ELAR) e para o eixo II foram o índice de largura do colpo e a largura do colpo (ILC, CLAR), como mostrado na tabela 7. As espécies com os menores valores de comprimento da endoabertura (intervalo de 2,12µm a 3,52µm) ficaram posicionadas do lado positivo do eixo (com exceção de *S. hirsuta*), enquanto as espécies com os maiores valores de comprimento da endoabertura (intervalo de 3,52µm a 5,25µm) ficaram do lado negativo do eixo (Fig. 16). Da mesma maneira, as espécies que apresentam os menores valores de largura da endoabertura (intervalo de 1,74µm a 2,74µm) ficaram do lado positivo do eixo e as espécies de maiores valores (intervalo de 2,79µm a 4,01µm) ficaram do lado negativo do eixo (Fig. 16).

O eixo II resumiu sozinho 23,71% da variabilidade das métricas analisadas. As espécies com os menores valores de índice de largura do colpo (intervalo de 7,5µm a 11,47µm) ficaram do lado positivo do eixo, enquanto as espécies com os maiores valores (intervalo de 11,56µm a 16,69µm) ficaram do lado negativo do eixo, com exceção de *S. barbata*, *S. lateritia*, *S. guttata* e *S. polyantha*. Da mesma maneira, as espécies com os menores valores de largura do colpo (intervalo de 1,33µm a 2,17µm) ficaram do lado negativo do eixo (com exceção de *S. barbata*, *S. lateritia*, *S. guttata* e *S. polyantha*), enquanto as espécies com os maiores valores (intervalo de 2,24µm a 2,7µm) mostraram-se do lado positivo do eixo (Fig. 16).

Ainda no eixo II (Fig.16) é possível observar que *Sinningia pusilla* e *S. hirsuta* ficaram isoladas das demais espécies, por apresentarem os menores valores de diâmetro polar em vista equatorial (DPVE) e comprimento do colpo (CCOM) e os menores valores de diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) e índice de largura do colpo (ILC), respectivamente.

Figura 16 – Ordenação pela Análise de Componentes Principais de 23 espécies de *Sinningia* Nees em função das variáveis métricas dos grãos de pólen.

S. aghe = *Sinningia aghensis*, *S. barb* = *Sinningia barbata*, *S. brag* = *S. brage*, *S. bulb* = *Sinningia bulbosa*, *S. bull* = *Sinningia bullata*, *S. cara* = *Sinningia carangolensis*, *S. gerd* = *Sinningia gerdiana*, *S. gutt* = *Sinningia guttata*, *S. hats* = *Sinningia hatschbachii*, *S. heli* = *Sinningia helioana*, *S. hell* = *Sinningia helleri*, *S. hirs* = *Sinningia hirsuta*, *S. iara* = *Sinningia iarae*, *S. late* = *Sinningia lateritia*, *S. leop* = *Sinningia leopoldii*, *S. leuc* = *Sinningia leucotriza*, *S. line* = *Sinningia lineata*, *S. musc* = *Sinningia muscicola*, *S. pire* = *Sinningia piresiana*, *S. poly* = *Sinningia polyantha*, *S. puss* = *Sinningia pusilla*, *S. vaca* = *Sinningia vacariensis* e *S. vill* = *Sinningia villosa*.

Fonte: Gráfico elaborado pelo autor utilizando o software PC-ORD 5.15.

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) para 27 espécies de *Sinningia* Nees.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DPVE	(Diâmetro equatorial em vista polar)	0,0284	0,1430
DEVE	(Diâmetro equatorial em vista equatorial)	-0,0192	0,0244
CCOM	(Comprimento do colpo)	0,0108	0,1155
CLAR	(Largura do colpo)	-0,0664	0,5701
ECOM	(Comprimento da endoabertura)	-0,7956	-0,1643
ELAR	(Largura da endoabertura)	-0,5312	0,0568
EXIN	(Exina)	-0,2120	0,0067
SEXI	(Sexina)	-0,0104	0,1167
NEXI	(Nexina)	-0,1374	0,0077
TETO	(Teto)	-0,0865	0,0277
FORM	(Forma)	0,0287	0,0658
ILC	(Índice de largura do colpo)	0,0823	-0,7691

Fonte: Tabela elaborada pelo autor utilizando o software PC-ORD 5.15.

Tabela 7 - Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela Análise de Componentes Principais (ACP) para 27 espécies de *Sinningia* Nees.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DPVE	(Diâmetro equatorial em vista polar)	0,0270	0,3236
DEVE	(Diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,0037	0,0754
CCOM	(Comprimento do colpo)	0,0159	0,2089
CLAR	(Largura do colpo)	-0,3431	0,4601
ECOM	(Comprimento da endoabertura)	-0,5828	-0,4337
ELAR	(Largura da endoabertura)	-0,5320	-0,3283
EXIN	(Exina)	-0,0815	0,0447
SEXI	(Sexina)	-0,0601	0,0703
NEXI	(Nexina)	-0,0764	0,0166
TETO	(Teto)	-0,0523	0,0353
FORM	(Forma)	0,0144	0,1380
ILC	(Índice de largura do colpo)	0,4895	-0,5575

Fonte: Tabela elaborada pelo autor utilizando o software PC-ORD 5.15.

3.2.3. Análise de Cluster (Dendograma)

O dendograma produzido pela análise de cluster (AC) separou as espécies de *Sinningia* em dois grupos distintos sem similaridade das variáveis métricas dos grãos de pólen; o primeiro grupo agrupa *Sinningia canastrensis*, *S. lindleyi*, *S. conspicua* e *S. kautskyi* e o segundo grupo une as demais espécies do gênero. O subgrupo composto por *S. aghensis*, *S. iarae*, *S. helleri*, *S. guttata*, *S. polyantha*, *S. lateriria*, *S. barbata*, *S. bullata*, *S. leucotricha*, *S. lineata* e *S. vacariensis* apresentam pouco menos que 50% de similaridade, enquanto o subgrupo formado por *S. bragae*, *S. helleri*, *S. bulbosa*, *S. carangolensis*, *S. piresiana*, *S. villosa*, *S. pusilla*, *S. gerdtiana*, *S. hatschbachii*, *S. leopoldii* e *S. muscicola* apresentam pouco menos que 60% de similaridade (Fig. 17).

A AC e a ACP apresentam resultados semelhantes quando analisamos as relações entre os dados quantitativos dos grãos de pólen do gênero. A distinção dos dois grupos observada na AC confirma a separação de *S. canastrensis*, *S. lindleyi*, *S. conspicua* e *S. kautskyi* das demais espécies analisadas também observadas na primeira ACP (Fig. 15 e 17). Ainda, na primeira ACP, levando em consideração o eixo II, as espécies *S. hatschbachii*, *S. leopoldii*, *S. muscicola* e *S. hirsuta* separam-se das demais espécies do gênero (Fig. 15). Na AC, *S. hatschbachii*, *S. leopoldii* e *S. muscicola* apresentam alta porcentagem de similaridade, porém distanciam-se de *S. hirsuta* (Fig. 17).

As espécies *S. hatschbachii* e *S. leopoldii* mostraram alta similaridade na AC (com porcentagem próxima a 100%), o que confirma os dados de ordenação das espécies apresentados pela ACP. Da mesma maneira, essa relação de proximidade na ACP e alta similaridade na AC também ocorre com *S. aghensis* e *S. iarae*, *S. guttata* e *S. polyantha* e *S. bulbosa* e *S. carangolensis* (Fig. 15 e 17).

Figura 17 – Dendograma produzido a partir da análise de cluster (Distância Euclidiana) realizada com os caracteres morfológicos dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees.

S. aghe = *Sinningia aghensis*, *S. barb* = *Sinningia barbata*, *S. brag* = *S. bragae*, *S. bulb* = *Sinningia bulbosa*, *S. bull* = *Sinningia bullata*, *S. cana* = *Sinningia canastrensis*, *S. cara* = *Sinningia carangolensis*, *S. cons* = *Sinningia conspicua*, *S. gerd* = *Sinningia gerdiana*, *S. gutt* = *Sinningia guttata*, *S. hats* = *Sinningia hatschbachii*, *S. heli* = *Sinningia helioana*, *S. hell* = *Sinningia helleri*, *S. hairs* = *Sinningia hirsuta*, *S. iara* = *Sinningia iarae*, *S. kaut* = *Sinningia kautskyi*, *S. late* = *Sinningia lateritia*, *S. leop* = *Sinningia leopoldii*, *S. leuc* = *Sinningia leucotricha*, *S. lind* = *Sinningia lindleyi*, *S. line* = *Sinningia lineata*, *S. musc* = *Sinningia muscicola*, *S. pire* = *Sinningia piresiana*, *S. poly* = *Sinningia polyantha*, *S. puss* = *Sinningia pusilla*, *S. vaca* = *Sinningia vacariensis* e *S. vill* = *Sinningia villosa*.

Fonte: Dendograma elaborado pelo autor utilizando o software PC-ORD 5.15.

3.3. Reconstrução das características morfológicas do pólen

A árvore de consenso gerada a partir da análise de máxima parcimônia e busca heurística (Fig. 18) possui um índice de consistência (IC) de 0,43 e um índice de retenção (RI) de 0,75. As variações na abertura foram as principais características das espécies estudadas.

A característica “comprimento longo do colpo” é o estado ancestral do caráter, sendo que, as espécies com as características mais derivadas apresentam grãos de pólen com colpos curtos,

O comprimento longo do colpo separa as espécies com as características mais ancestrais (Fig. 18A), sendo que as espécies mais derivadas apresentam grãos de pólen com colpos curtos, exceto *Sinningia canastrensis* (colpo muito curto), *S. helioana* e *S. hatschbachii* (colpo longo) e *S. bullata* (colpo muito longo). A maioria das espécies estudadas não apresenta constrição no colpo, exceto *S. bragae* e *S. canastrensis*, *S. conspicua*, *S. bullata*, *S. carangolensis* e *S. gerdiana* (Fig. 18B).

A característica “extremidade afilada do colpo” (Fig. 18D) separou as espécies com as características mais derivadas em um clado, com exceção de *Sinningia hatschbachii*, *S. muscicola*, *S. lineata*, *S. pussila* (que não apresentam esse estado), *S. carangolensis*, *S. bullata* e *S. villosa* (que possuem características ancestrais, porém possuem extremidade afilada do colpo). Essa separação é sustentada pela presença de uma membrana apertural em forma de H, juntamente com *S. bragae* e *S. aghensis* (Fig. 18C).

Quanto à ornamentação, podemos aferir que os estados de caráter “exina microrreticulada” e “exina homobrocada” são os estados ancestrais para os grãos de pólen das espécies estudadas (Fig. 18E-F). Ao longo do tempo, houve o aumento do tamanho dos retículos, o que pode ter ocasionado a diferença de tamanho entre eles, passando a serem heterobrocados.

Das 27 espécies estudadas, apenas três não apresentam grãos de pólen com exina fina (Fig. 18G): *S. canastrensis* (espessa), *S. bullata* e *S. lateritia* (muito fina). Sendo assim, o estado de caráter ancestral do caráter é “exina fina”.

Figura 18 – Reconstrução de máxima parcimônia de estados ancestrais para a morfologia dos grãos de pólen de *Sinningia* Nees. A- Árvore baseada no comprimento do colpo. B- Árvore baseada na presença ou ausência de constrição central no colpo. C- Árvore baseada na presença ou ausência de membrana apertural no colpo. D- Árvore baseada na extremidade do colpo. E- F- Árvores baseadas na ornamentação da exina. G- Árvore baseada na largura da exina. *S.*= *Sinningia*; *H.* = *Handroanthus*.

Fonte: Árvores elaboradas pelo autor utilizando o software Mesquite 2.7.5.

4. DISCUSSÃO

4.1. Palinologia

Há uma escassez de trabalhos que envolvam a morfologia polínica de *Sinningia*, sendo que os trabalhos encontrados até o momento são, em grande maioria, oriundos de outros países, não abrangem as espécies brasileiras ou são antigos, apresentando resultados incertos.

Sinningia allagophyla (Mart.) Wiehler foi descrita palinologicamente por Campos (1962) sob o nome de *Rechsteineria spicata* (Vell.) Hoehne, por Filice, Sanchis e Villar (1981) sob o nome *Corytholoma allagophyllum* (Mart.) Fritsch., por Melhem et al (2003) e Gasparino (2008). Existe grande divergência de resultados, principalmente quanto ao tipo de abertura e ornamentação. Filice, Sanchis e Villar (1981) descreveram os grãos de pólen como 3-colporoidados e com exina perfurada. Campos (1962), Melhem et al. (2003) e Gasparino (2008) encontraram grãos de pólen 3-colporados, o que está de acordo com as demais espécies do gênero estudadas no presente trabalho. Ainda, Campos (1962) descreveu a ornamentação como pilada e Melhem et al. (2003) como reticulada, resultados que contrastam com os resultados encontrado por Gasparino (2008), que classificou a ornamentação como microrreticulada, o que está de acordo com as ornamentações aqui encontradas para outras espécies do gênero.

Williams (1978) estudou 30 espécies da subfamília Gesnerioideae, entre elas algumas pertencentes a antiga tribo (hoje subtribo) Gloxinieae e encontrou grãos de pólen com morfologia uniforme, que variavam apenas quanto ao tamanho do lúmen e ornamentação na borda do mesocolpo. O autor descreveu os grãos de pólen de *Sinningia canescens* (Mart.) Wiehler, como 3-colpados/3-colporados, prolato-esferoidais a prolatos, com ornamentação reticulada. No presente trabalho observou-se grãos de pólen 3-colporados, com as mesmas formas e ornamentação microrreticulada para outras espécies do gênero.

Filice, Sanchis e Villar (1981) descreveram os grãos de pólen de espécies argentinas de Gesneriaceae, incluindo *Sinningia douglasii* (Lindl.) Chautems, *Sinningia sellovi* (Mart.) Wiehler e *Sinningia warmingii* (Hiern) Chautems, ainda sob o nome de *Corytholoma douglasii* var. *verticillatum* (Hook.) Toursark., *Corytholoma sellovi* (Mart.) Fritsch. e *Corytholoma warmingii* (Hier.) Tours. Os autores encontraram grãos de pólen subprolotos, 3-colporoidados, com margem nos colpos (*S. douglasii*) e ornamentação escabrada (*S. douglassii*) e microrreticulada. Para as espécies de *Sinningia* estudadas no presente trabalho, também foram identificados grãos de pólen subprolotos, com margem nos colpos e ornamentação microrreticulada.

Melhem e Mauro (1973) estudaram algumas espécies de *Sinningia*, ainda sob o nome de *Gesneria* e *Nemathanthus* Schrad., ainda sob o nome de *Hypocyrta*. Para *Sinningia elatior* (Kunth) Chautems e *Sinningia macropoda* (Sprague) H. E. Moore, os autores descreveram grãos de pólen 3-colpados, subprolotos (*S. elatior*) e prolato-esferoidais (*S. macropoda*) e exina reticulada (*S. elatior*) e pilada (*S. macropoda*). No presente estudo, os grãos de pólen de espécies apresentaram as mesmas formas vistas pelos autores, porém há discordância quanto ao tipo de abertura e ornamentação, aqui descritas como colporada e microrreticulada, respectivamente.

Gasparino (2008) descreveu 35 espécies de *Sinningia* e encontrou homogeneidade em algumas características morfo-polínicas, como unidade polínica (mônades), polaridade (isopolares), tamanho (médios), forma e número de aberturas (3-colporados, golpes com margem), endoabertura (longadas) e ornamentação da exina (microrreticulada), resultados semelhantes aos aqui descritos, variando apenas quanto ao tamanho dos grãos de pólen, que, além de médios, mostraram-se pequenos e pequenos à médios.

No presente trabalho, foram descritos grãos de pólen com constrição na região mediana do golpe (*Sinningia bragrae*, *S. bullata*, *S. canastrensis*, *S. carangolensis* e *S. gerdiana*) e presença de uma membrana apertural persistente na forma de H (em *S. aghensis*, *S. bragrae*, *S. guttata*, *S. hatschbachii*, *S. helioana*, *S. helleri*, *S. hirsuta*, *S. iarae*, *S. lateritia*, *S. leucotricha*, *S. lineata*, *S. muscicola*, *S. polyantha*, *S. pusilla* e *S. vacariensis*), também observadas em grande parte das espécies estudadas por Gasparino (2008). Da mesma maneira, foram descritos grãos de pólen variando nas formas oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolotos e prolotos, corroborando os resultados descritos por Gasparino (2008).

Ainda, Gasparino (2008), sob microscopia eletrônica de transmissão, constatou que a exina dos grãos de pólen apresenta teto descontínuo, espesso e ligeiramente ondulado, com columelas longas e incompletas, resultados semelhantes aos encontrados aqui.

Quanto aos dados quantitativos, Gasparino (2008) demonstrou que, levando em consideração os diâmetros polar e equatorial, algumas espécies separam-se das demais por apresentarem os menores ou maiores valores, como *Sinningia defoliata* (Malme) Chautems que se separou das demais por apresentar os maiores valores de diâmetro equatorial e *Sinningia rupicola* (Mart.) Wiehler que apresentou os menores valores de diâmetro polar. Essa separação também foi observada no presente trabalho, no qual a espécie *Sinningia pusilla* separou-se das demais por apresentar os menores valores de diâmetro polar e *Sinningia hirsuta* e *Sinningia bullata* por apresentarem os menores e maiores valores de diâmetro equatorial,

respectivamente, o que reforma a importância de aferir os dados quantitativos, mesmo quando existe pouca variação de tamanho dos grãos de pólen entre as espécies analisadas.

Gasparino (2008) analisou apenas uma espécie também aqui estudada (*Sinningia leopoldii*). Ele descreveu grãos de pólen médios, subprolotos, 3-colporados, com colpos longos e largos com margem e sem constrição mediana, endoabertura lolongada, microrreticulados, com sexina mais espessa que nexina. No presente trabalho, os grãos de pólen encontrados para a espécie são similares, diferenciando-se apenas quanto à forma (prolotos) e largura do colpo (estreitos).

Fourny et al. (2010) analisou 21 espécies de Gesneriaceae, das quais seis são do gênero *Sinningia* e três foram também descritas no presente estudo (*Sinningia bulbosa*, *S. guttata* e *S. lateritia*). As autoras descreveram os grãos de pólen das três espécies como médios, subprolotos, 3-colpados (*S. bulbosa*) ou 3-colporados, colpos curtos (*S. guttata*) ou longos, com extremidades afiladas, endoabertura lalongada (*S. guttata*) e lolongada, ornamentação microrreticulada com perfurações (*S. bulbosa*), reticulada (*S. guttata*) e perfurada (*S. lateritia*) e sexina mais espessa que nexina. Os resultados aqui encontrados apresentam divergências significativas aos de Fourny et al. (2010), principalmente em relação ao tipo de abertura e ornamentação, que foram descritos como colporado e microrreticulada para as três espécies em questão. Houve também discordância quanto à forma dos grãos de pólen de *S. bulbosa* e *S. guttata* (aqui descrita como prolata), ao comprimento do colpo de *S. lateritia* (aqui descrito como curto) e na endoabertura de *S. guttata* (aqui descrita como lolongada). Além disso, as autoras observaram constrição mediana no colpo para algumas espécies da família, o que também foi observado no presente trabalho.

Outros gêneros de Gesneriaceae também são caracterizados por possuírem grãos de pólen 3-colporados, presença de margem no colpo, endoaberturas lolongadas e ornamentação microrreticulada, como *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne., *Seemania* Regel e *Nemathanthus* Schrad. (GASPARINO, 2008; SOUZA, 2017; SOUZA et al., 2018). Constrição mediana no colpo e presença de membrana apertural também foram observadas em grãos de pólen de espécies de *Codonanthe* (Mart.) Hanst. (FOURNY et al., 2010; LANDI, 2017).

4.2. Relação planta/polinizador/grão de pólen

A grande variedade de atributos florais em Angiospermas é atribuída principalmente a adaptação aos seus polinizadores, já que os serviços ecossistêmicos prestados por eles são, entre outras coisas, fundamentais para a manutenção da diversidade e composição florística (HARDER; JOHSON, 2009; POTTS et al., 2010).

A maioria das espécies de Gesneriaceae sugerem uma síndrome com os polinizadores porque apresentam um conjunto de cores e formas florais muito variáveis (CLARK; CLAVIJO; MUCHALA, 2015). Um exemplo é mostrado no trabalho de SanMartin-Gajardo e Freitas (1999) que mostraram a interação de beija-flores da família Trochilidae com *Besleria longimucronata* Hoehne, com características ornitófilas, como flores vistosas e tubulares, na posição horizontal a pendente e com néctar diluído.

Esse tipo de interação entre a morfologia e fisiologia das flores com os polinizadores possibilitou o desenvolvimento de trabalhos que correlacionaram também a morfologia dos grãos de pólen com as síndromes de polinização. Ferguson e Skvarla (1982), Hemsley e Ferguson (1985), Ferguson e Pearce (1986), Ferguson (1990), Osborn, Taylor e Schneider (1991), Grayum (1992), Hesse (1999), Tanaka, Uchara e Murata (2004) e Banks e Rudall (2016) correlacionaram a ornamentação da exina com os mecanismos de polinização. Da mesma maneira, Grayum (1986) correlacionou as síndromes de polinização com o tamanho dos grãos de pólen, demonstrando que os grãos de pólen de tamanhos mais pronunciados de Arecaceae Juss. são preferíveis por algumas espécies de besouros. Uma outra associação interessante foi mostrada por Van der Ham, Hetterscheid e Van Heuven (1998) que sugeriram que os grãos de pólen poliplicados de Araceae possivelmente estavam relacionados tanto com a química das partes femininas da espádice como com a polinização por pequenos besouros.

As espécies de *Sinningia* estudadas no presente trabalho foram classificadas como ornitófilas (*S. bulbosa*, *S. carangolensis*, *S. hatschbachii*, *S. iarae*, *S. lateritia*, *S. leopoldii*, *S. leucotricha*, *S. lineata* e *S. piresiana*) e melitófilas (*S. aghensis*, *S. barbata*, *S. canastrensis*, *S. conspicua*, *S. guttata*, *S. hirsuta*, *S. kautskyi*, *S. lindleyi*, *S. pusilla* e *S. villosa*) de acordo com Perret et al. (2003) e SanMartin-Gajardo e Sazima (2004). À vista disso, comparando as síndromes de polinização descritas na literatura com os caracteres polínicos aqui encontrados para as espécies estudadas pode-se concluir que não há uma ligação evidente entre os polinizadores e as características morfológicas dos grãos de pólen, já que não há uma diferenciação de tamanho, forma ou ornamentação do pólen entre os grupos de espécies com síndromes diferentes. Essa falta de relação entre os polinizadores e a morfologia dos grãos de pólen reforça a importância do uso de caracteres polínicos para auxiliar na taxonomia do grupo, já que essas características são altamente conservadas e podem ser usadas na caracterização do gênero sem qualquer relação com a ecologia da polinização.

Quando comparado a relação de espécies obtidas por meio da reconstrução ancestral dos caracteres polínicos com as descrições da morfologia floral das espécies de *Sinningia*

encontradas na literatura (CHAUTEMS 1991, 2004; CHAUTEMS et al., 2010; ROSSINI, 2010; CHAUTEMS; PEIXOTO; ROSSINI, 2015; FERREIRA; CHAUTEMS; WAECHTER, 2015), verificou-se que também não há uma ligação evidente entre as características morfológicas das flores (como posição das flores em relação ao cálice, corola com ausência ou presença de giba, forma da corola e cor da corola).

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, pode-se considerar que, de maneira geral, o gênero *Sinningia* é estenopolínico, pois as espécies apresentam apenas diferenças sutis que não são suficientes para separá-las individualmente, tais como comprimento, forma das extremidades e ausência ou presença de constrição nos colpos, ausência ou presença de membrana apertural e espessura da exina.

Apesar da análise qualitativa dos grãos de pólen ser a principal ferramenta para a caracterização do gênero, alguns dados quantitativos foram capazes de discriminar algumas espécies ou conjunto de espécies, como por exemplo as medidas de comprimento e largura do colpo e da endoabertura, reforçando a importância dessas informações. Já as medidas dos diâmetros dos grãos de pólen foram pouco significativas, pois são semelhantes nas espécies estudadas e com os intervalos de confiança se sobrepondo.

A ausência de uma correlação entre o polinizador (ou síndrome de polinização) e a morfologia dos grãos de pólen de *Sinningia*, sugere a importância da inclusão de caracteres polínicos para a definição taxonômica do grupo.

REFERÊNCIAS

- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. The Linnean Society of London, **Botanical Journal of the Linnean Society**, 2016.
- ARAUJO, A. O. **Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L'Hér. sensu lato (Gesneriaceae)**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2007.
- BANKS, H.; RUDALL, P. J. Pollen structure and function in caesalpinoid legumes. **American Journal of Botany**, v. 103, p. 1-14, 2016.
- BARROSO, G. M.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L.; COSTA, C. G., GUIMARÃES, E. F.; LIMA, H. C. **Sistemática de angiospermas do Brasil**, v. 3, Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, Viçosa, 1986.
- BARTH, O. M.; MELHEM, T. S.; **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1988.
- BENTHAM, G. Gesneriaceae. In: G. Bentham & W. J. Hooker (ed.). **Genera Plantarum**. v. 2, p. 990-1025, 1876.
- BURTT, B. L. Studies in the Gesneriaceae of the Old World XXIV: Tentative keys to the tribes and genera. **Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh**, v. 24, p. 205-220, 1962.
- BURTT, B.L. Classification above genus, as exemplified by Gesneriaceae, with parallels from other groups. **Plant Systematic and Evolution**, v. 1, p. 97-109, 1977.
- CAMARGO, E; RODRIGUES, L. C.; ARAUJO, A. C. Pollination biology and reproduction of *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanstein (Gesneriaceae) in the Serra da Bodoquena National Park, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 125-130, 2011.
- CAMPOS, S. M. Pollen grains of plants of the Cerrado IV. **Revista Brasileira da Biologia**, v. 22, p. 307-315, 1962.
- CHAUTEMS, A. A família Gesneriaceae na região cacauera da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 14, p. 51-59, 1991.
- CHAUTEMS, A. Taxonomy revision of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) II. **Candollea**, v. 46, p. 411- 425, 1991.

CHAUTEMS, A.; WEBER, A. 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, p. 305-322, 1999.

CHAUTEMS, A.; MATSUOKA, C. Y. K. 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, p. 75-103, 2003.

CHAUTEMS, A. Gesneriaceae. In: M.G.L. Wanderley, G.J. Shepherd, T.S. Melhem & A.M. Giulietti (coords.). **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. Fapesp: Rima, São Paulo, v. 4, 2004.

CHAUTEMS, A.; LOPES, T. C. C.; PEIXOTO, M.; ROSSINI, J. Taxonomy revision of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) IV: six new species from Brazil and a long overlooked taxon. **Candollea**, v. 65, n. 2, p. 241-266, 2010.

CHAUTEMS, A.; PEIXOTO, M.; ROSSINI, J. A new species of *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) from Espírito Santo and Rio de Janeiro states, Brazil. **Candollea**, v. 70, n. 2, p. 231-235, 2015.

CLARK, J. L.; HERENDEEN, P. S.; SKOG, L. E.; ZIMMER, E. A. Phylogenetic relationships and generic boundaries in the Episcieae (Gesneriaceae) inferred from nuclear, chloroplast and morphological data. **Taxon**, v. 55, p. 313-336, 2006.

CLARK, J. L.; FUNKE, M. M.; DUFFY, A. M.; SMITH, J. F. Phylogeny of a Neotropical clade in the Gesneriaceae more tales of convergent evolution. **International Journal of Plant Sciences**, v. 173, p. 894-916, 2012.

CLARK, J. L.; CLAVIJO, L.; MUCHALA, N. Convergence of anti-bee pollination mechanisms in the Neotropical plant genus *Drymonia* (Gesneriaceae). **Evolutionary Ecology**, v. 29, p. 355-377, 2015.

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms**. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 1952.

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

FAEGRI, G.; IVERSEN, J. **Textbook of modern pollen analysis**. 2^aed., Scandinavian University Books, Copenhagen, Denmark: Einar Munksgaard, 1950.

FERGUSON, I. K.; SKVARLA, J. J. Pollen morphology in relation to pollinators in Papilionoideae (Leguminosae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 84, p. 183-193, 1982.

FERGUSON, I. K.; PEARCE, K. J. Observations on the pollen morphology of the genus *Bauhinia* L. (Leguminosae: Caesalpinaceae) in the neotropics. In: Blackmore S., Ferguson I. K. (eds.) Pollen and Spores. Form and Function. **Linnean Society Symposium Series**, v. 12, p. 283-296, 1986.

FERGUSON, I. K. The significance of some pollen morphological characters of the tribe Amorpheae and the genus *Mucuna* (tribe Phaseoleae) in the biology and systematics of subfamily Papilionoideae (Leguminosae). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 64, p. 129-136, 1990.

FERREIRA, G. E.; CHAUTEMS, A.; WAECHTER, J. L. Taxonomy os *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 3, p. 310-326, 2015.

FILICE, M. A. C.; SANCHIS, A. M.; VILLAR, L. M. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. **Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”**, v. 2, p. 77-89, 1981.

FLORA DO BRASIL 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 08 ago. 2018.

FOURNY, A. C. S.; MENDONÇA, C. B. F.; LOPES, T. C. C.; GONÇALVES-ESTEVES, V. Palinologia de espécies de Gesneriaceae Rich & Juss. ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p. 812-824, 2010.

FRANCO, A. L. M.; BUZATTO, S. Biologia floral de *Nematanthus fritschii* (Gesneriaceae). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, p. 661-666, 1992.

FRITSCH, K. Gesneriaceae. In: A. Engler & K. Prantl. (eds.). **Die Natürlichen Pflanzenfamilien**, v. 4, 3b, p. 133-144, 1893.

FRITSCH, K. Gesneriaceae. In: A. Engler & K. Prantl. (eds.). **Die Natürlichen Pflanzenfamilien**, v. 4, 3b, p. 145-185, 1894.

FRITZE, K. J.; WILLIAMS, N. H. The taxonomy significance of pollen morphology in the *Columnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 75, p. 168-191, 1988.

GASPARINO, E. C. **Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo, 2008.

GASPARINO, E. C.; CRUZ-BARROS, M. A. V.; CHAUTEMS, A. Pollen morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). **Grana**, v. 52, n. 4, p. 258-274, 2013.

GASPARINO, E. C.; CRUZ-BARROS, M. A. V.; CHAUTEMS, A.; GALLETI, S. R. Palinotaxonomia de *Besleria* L. e *Napeanthus* Gardn. (Beslerieae/Napeantheae – Gesneriaceae) com ênfase nas espécies ocorrentes no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, p. 321-333, 2011.

GASPARINO, E. C.; SOUZA, C. N.; CRUZ-BARROS, M. A. V. Flora polínica do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil). Famílias: 141- Boraginaceae e 149- Gesneriaceae. **Hoehnea**, v. 42, n. 3, p. 423-430, 2014.

GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; DE ANDRADE, M. J. G.; DE QUEIROZ, L. P.; DA SILVA, J. M. C. **Plantas Raras do Brasil**, Belo Horizonte – MG: Conservação Internacional, p. 187-190, 2009.

GRAYUM, M. H. Correlations between pollination biology and pollen morphology in the Araceae, with some implications for angiosperm evolution. In: Blackmore S., Ferguson I. K. (eds.) Pollen and Spores. Form and Function. **Linnean Society Symposium Series**, v. 12, p. 313-327, 1986.

GRAYUM, M. H. **Comparative external pollen ultrastructure of the Araceae and putatively related taxa**. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, v. 43, p. 1-167, 1992.

HARDER, L. D.; JOHSON, S. D. Darwin's beautiful contrivances: evolutionary and functional evidence for floral adaptation. **The New Phytologist**, v.183, n. 3, p. 30-45, 2009.

HOWARD, R. A. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). **Journal of Arnold Arboretum**, v. 56, p. 364-368, 1975.

HEMSLEY, A. J.; FERGUSON, I. K. Pollen morphology of the genus *Erythrina* (Leguminosae: Papilionoideae) in relation to floral structure and pollinators. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 72, p. 570-590, 1985.

HESSE, M. Pollen wall stratification and pollination. In: A. Dafni, M. Hesse & E. Pacini (eds.). **Pollen and Pollination – Special Edition of Plants Systematics and Evolution**, Springer Wien New York, v. 222, n. 1-4., p. 57, 1999.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético**. 3ªed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

KVIST, L. P.; SKOG, L. E. Revision of *Pearcea* (Gesneriaceae). **Smithsonian Contributions to Botany**, v. 84, p. 1-47, 1996.

LANDI, L. A. D. C. **Palinotaxonomia em espécies brasileiras do complexo *Codonanthe-Codonanthopsis* (Gesneriaceae) e gêneros relacionados**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal, 2017.

LUEGMAYR, E. Pollen characters of Old World Gesneriaceae (Cyrtandroideae). **Grana**, v. 32, p. 221-232, 1993b.

LUEGMAYR, E. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. **Blumea**, v. 38, p. 25-38, 1993a.

MADDISON, W. P.; MADDISON, D. R. **Mesquite: A modular system for evolutionary analysis, version 2.7.5**. Disponível em: <http://mesquitemproject.org/mesquite/mesquite.html>, 2011. Acesso em: 16 ago. 2018.

MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data**. MjM Software Desing, Oregon, 2011.

MELHEM, T. S.; CRUZ-BARROS, M. A. V.; CORRÊA, A. M. S.; MAKINO-WATANABE, H.; SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F.; GONÇALVES-ESTEVEES, V. L. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo**, v. 16, p. 1-104, 2003.

MELHEM, T. S.; MATOS, M. E. R. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth – Labiatae. **Hoehnea**, v. 2, p. 1-10, 1972.

MELHEM, T. S.; MAURO, C. Pollen morphology studies in Gesneriaceae. **Hoehnea**, v. 3, p. 13-27, 1973.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção – 2008**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

NOWICKE, J. W. Two new species of *Besleria* (Gesneriaceae) from Panama. **Brittonia**, v. 26, p. 37-41, 1974.

OSBORN, J. M.; TAYLOR, T. N.; SCHNEIDER, E. L. Pollen morphology and ultrastructure of the Cabombaceae: correlation with pollination biology. **American Journal of Botany**, v. 78, p. 1367–1378, 1991.

PALEE, P.; SAMPSON, F. B.; ANUSARNSUNTHORN, V. Pollen morphology of some Thai Gesneriaceae. **The Natural History Bulletin of Siam Society**, v. 51, p. 225-240, 2003.

PERRET, M.; CHAUTEMS, A.; ARAUJO, A. O.; SALAMIN, N. Temporal and spatial origin of the Gesneriaceae in the New World inferred from plastid DNA sequences. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 171, p. 61-79, 2013.

PERRET, M.; CHAUTEMS, A.; SPICHIGER, R. Dispersal-vicariance analyses in the tribe Sinningieae (Gesneriaceae): a clue to understanding biogeographical history of the Brazilian Atlantic forest. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 93, p. 340-358, 2006.

PERRET, M.; CHAUTEMS, A.; SPICHIGER, R.; KITE, G.; SAVOLAINEN, V. Systematic and evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae) evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear *ncpGS*. **American Journal of Botany**, v. 90, p. 445-460, 2003.

POTTS, S.; BIESMEIJER, J.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. Global Pollinator Declines: Trends, Impacts and Drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, p. 345-353, 2010.

PUNT, W.; HOEN, P. P.; BLACKMORE, S.; NILSSON, S.; LE THOMAS, A. Glossary of pollen and spore terminology. **Review of Paleobotany and Palynology**, v. 143, p. 1-81, 2007.

REYNOLDS, E. S. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, v.17, p.208-212, 1963.

ROALSON, E. H.; BOGGAN, J. K.; SKOG, L. E. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of the new tribe in the Gesnerioideae, Sphaerorrhizeae. **Selbyana**, v. 25, p. 225-238, 2005b.

ROALSON, E. H.; BOGGAN, J. K.; SKOG, L. E.; ZIMMER, E. A. Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast and morphological cladistic datasets. **Taxon**, v. 54, p. 389-410, 2005a.

ROALSON, E. H.; ROBERTS, W. R. Distinct processes drive diversification in different clades of Gesneriaceae. **Systematic Biology**, v. 65, n. 4, p. 662-684, 2016.

ROSSINI, J. **Levantamento Florístico das Gesneriaceae do Município de Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.

ROUBIK, D. W.; MORENO, P. J. E. Pollen and spores of Barro Colorado Island. Monograph in Systematic Botany, **Missouri Botanical Garden**, v. 36, p. 1-268, 1991.

SALGADO-LABOURIAU, M. L. **Contribuição à Palinologia dos Cerrados**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1973.

SANMARTIN-GAJARDO, I.; FREITAS, L. Hummingbird pollination in *Besleria longimucronata* Hoehne (Gesneriaceae) in southeastern Brazil. **Biociências**, v. 7, p.13-24, 1999.

SANMARTIN-GAJARDO, I.; SAZIMA, M. Non-Euglossine bees also function as pollinators of *Sinningia* species (Gesneriaceae) in Southeastern Brazil. **Plant Biology**, v. 6, p. 506-512, 2004.

SANMARTIN-GAJARDO, I.; SAZIMA, M. 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**, v. 28, n. 3, p. 441-450, 2005a.

SANMARTIN-GAJARDO, I.; SAZIMA, M. Chiropterophily in Sinningieae (Gesneriaceae): *Sinningia brasiliensis* and *Paliavana prasinata* are bat-pollinated, but *P. sericiflora* is not. Not yet? **Annals of Botany**, v. 95, p. 1097-1103, 2005b.

SCHLAG-EDLER, B.; KIEHN, M. Palynology of South Pacific Cyrtandra (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. **Grana**, v. 40, p. 192-196, 2001.

SERRANO-SERRANO, M. L.; ROLLAND, J.; CLARK, J. L.; SALAMIN, N.; PERRET, M. Hummingbird pollination and the diversification of angiosperms: an old and successful association in Gesneriaceae. **Proceedings of The Royal Society**, v. 284, 2017.

SHEPERD, G. J. **Fitopac 1: Manual do Usuário**. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

SKOG, L. E. A study of the tribe Gesneriaceae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). **Smithsonian Contributions to Botany**, v. 29, p. 1-182, 1976.

SMITH, J. F.; WOLFRAM, J., C.; BROWN, K. D.; CARROL, C. L.; DENTON, D. S. Tribal relationships in the Gesneriaceae: Evidence from DNA sequences of the Chloroplast gene *ndhF*. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 84, p. 50-66, 1997.

SMITH, J. F. Phylogenetic resolution within the tribe Episcieae (Gesneriaceae): congruence of ITS and *ndhF* sequences from parsimony and maximum likelihood analyses. **American Journal of Botany**, v. 87, p. 883-897, 2000.

SMITH, J. F.; CARROL, C. L. A cladistics analysis of the tribe Episcieae (Gesneriaceae) based on *ndhF* sequences: Origin of morphological characters. **Systematic Botany**, v. 22, n. 4, p. 713-724, 2004.

SOUZA, C. N. **Palinotaxonomia em espécies brasileiras de Gloxiniinae com ênfase no complexo *Mandirola-Goyazia***. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Jaboticabal, 2017.

SOUZA, C. N.; ARAUJO, A. O.; CHAUTEMS, A.; DA CRUZ-BARROS, M. A. V.; GASPARINO, E. C. Pollen morphology in Brazilian species of Gloxiniinae (Gesneriaceae): variation in apertures and pattern of ornamentation. **Plant Systematics and Evolution**, v. 1, 2018.

SOUZA, C. N.; REZENDE, A.; GASPARINO, E. C. Pollen morphology of Bignoniaceae from Brazilian forest fragments and its systematic significance. **Palynology**, 2018. No prelo.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III**. 3ªed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 768p., 2012.

SPECIESLINK: Sistema de Informação Distribuído para Coleções Biológicas. Disponível em <<http://splink.cria.org.br>> Acesso em: 10 jun. 2018.

TANAKA, N.; UEHARA, K.; MURATA, J. Correlation between pollen morphology and pollination mechanisms in the Hydrocharitaceae. **Journal Plant Research**, v. 117, p. 265–276, 2004.

VAN DER HAM, R. W. J. M.; HETTERSCHEID, W. L. A.; VAN HEUVEN, B. J. Pollen morphology of *Amorphophallus* and *Pseudodracontium*. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 103, p. 45-142, 1998.

VIEIRA, S. **Introdução a Bioestatística**. 4ªed., São Paulo: Campus Elsevier, 2008.

WEBER, A. Gesneriaceae. The families and genera of vascular plants. *In*: K. Kubitzki & J. W. Kadereit (eds.). **Springer Verlag**, v. 7, p.63-158, 2004a.

WEBER, A. Research on Gesneriaceae in Austria – Part IV: recent and present work. **Gloxinian**, v. 54, p. 44-53, 2004b.

WEBER, A.; CLARK, J. L.; MOLLER, M. A new formal classification of Gesneriaceae. **Selbyana**, v. 31, n. 2, p. 68-94, 2013.

WIEHLER, H. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. **Selbyana** – The journal of the Marie Selby Botanical Gardens, v. 6, n. 1-4, p. 1-129, 1983.

WILLIAMS, N. H. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. **Selbyana**, v. 2, p. 310-322, 1978.

WOODS, P. **Pollen morphology in Gesneriaceae**. *In*: 10th International Botanical Congress, 1964.

XIFREDA, C. C. Citas nuevas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). **Darwiniana**, v. 34, p. 383-388, 1996.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 3^aed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.

ZHI-JIAN, Y.; ZHEN-YU, L.; FU-HSIUNG, W. Pollen morphology of tribe Trichosporeae (Gesneriaceae) in China and its systematic significance. **Harvard Papers of Botany**, v. 10, p. 113-120, 1997.

ZHI-JIAN, Y.; ZHEN-YU, L.; FU-HSIUNG, W. Pollen morphology of tribe Klugieae (Gesneriaceae) in China. **Cathaya**, v. 7, p. 99-104, 1995.

ZIMMER, E. A.; ROALSON, E. H.; SKOG, L. E.; BOGGAN, J. K.; IDNURM, A. Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL*-F and *trnE*-T spacer region sequences. **American Journal of Botany**, v. 89, p. 296-311, 2002.

APÊNDICE A – LISTA DO MATERIAL ANALISADO

Material coletado nos herbários (ESA, INPA, MBM, MBML, SP, UEC):

Sinningia aghensis Chautems: BRASIL. Espírito Santo: Santa Teresa, 28/10/2000, A. P. Fontana 46 (MBML 13745); Espírito Santo: Santa Teresa, 03/11/2001, A. P. Fontana 218 (MBML 16503). *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G. Nichol: BRASIL. Bahia: Camacan, 15/10/2014, G. E. Ferreira 311 (INPA 265833). *Sinningia bragae* Chautems, M. Peixoto & Rossini: BRASIL. Espírito Santo: Alegre, 03/10/2008, D. R. Couto s/número (MBML 38125). *Sinningia bulbosa* (Ker Gawl.) Wiehler: BRASIL. Rio de Janeiro: Niterói, 08/06/2014, M. L. Brotto 1684 (MBM 390700). Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 23/05/1989, S. T. Meirelles 21603 (UEC 50860). *Sinningia canastrensis* Chautems: BRASIL. Minas Gerais: São Roque de Minas, 10/12/1996, J. N. Nakajima 2481 (UEC 107055). *Sinningia carangolensis* Chautems: BRASIL. Minas Gerais: Caldas, 25/11/2009, I. Cordeiro & S. A. Nicolau 3219 (SP 444951); Minas Gerais: Carangola, 13/01/1991, L. S. Leoni s/número (ESA 049962). *Sinningia conspicua* (Seem.) G. Nicholson: BRASIL. Paraná: Figueira, 15/02/2009, C. Kozera 3443 (MBM 353825); Paraná: Jacarezinho, 30/03/1974, R. Kummrow 531 (MBM 32771). *Sinningia gerdiana* Chautems: BRASIL. São Paulo: Barra do Turvo, 22/02/2009, O. S. Ribas, J. M. Silva & E. F. Costa 8083 (MBM 382364); Paraná: Cerro Azul, 26/11/1998, G. Hatschbachii, A. Chautems & A. C. Cervi s/número (MBM 233980). *Sinningia hatschbachii* Chautems: BRASIL. Paraná: Morretes, 10/01/2003, E. Barbosa 727 (MBM 276542). São Paulo: Ipiranga, 18/06/2011, J. M. Silva & E. Barbosa 7802 (MBM 369753). *Sinningia helioana* Chautems & Rossini: BRASIL. Espírito Santo: Santa Teresa, 03/08/2000, V. Demuner 1334 (MBML 13375). *Sinningia lateritia* (Lindl.) Chautems: BRASIL. Espírito Santo: Pedra Azul, 07/04/1984, G. Hatschbachii 47696 (MBM 90019). *Sinningia leopoldii* (Scheidw. ex Planch.): BRASIL. Santa Catarina: Porto Belo, 17/04/1980, O. Yano 2452 (SP 163063). *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems: BRASIL. Santa Catarina: Lacerdópolis, s/ data, G. Hatschbachii & J. M. Silva 61088 (MBM 169420). *Sinningia piresiana* (Hoehne) Chautems: BRASIL. São Paulo: Descalvado, 14/10/1957, A. S. Pires s/número (SP 75991). *Sinningia villosa* Lindl.: BRASIL. Espírito Santo: Santa Teresa, 19/12/2006, J. Rossini 575 (MBML 28197).

Material coletado no Sítio Primavera (Mogi das Cruzes – SP):

Sinningia aghensis Chautems (BRASIL. Espírito Santo: Morro do Aghá, dez/1989, A. Chautems), *Sinningia barbata* (Nees & Mart.) G. Nicholson (BRASIL. Espírito Santo: Santa

Maria Jequitibá, dez/2010, L. Kollman), *Sinningia bullata* Chautems & M. Peixoto (BRASIL. Santa Catarina: Florianópolis, mar/2006, M. Peixoto), *Sinningia canastrensis* Chautems (material de cultivo procedente dos Estados Unidos), *Sinningia guttata* Lindl. (material de cultivo procedente dos Estados Unidos), *Sinningia helleri* Nees (BRASIL. Rio de Janeiro: Miguel Pereira, mai/2013, M. S. Wrangler), *Sinningia hirsuta* (Lindl.) G. Nicholson (material de cultivo procedente dos Estados Unidos), *Sinningia iarae* Chautems (BRASIL. São Paulo: São Sebastião, dez/1989, A. Chautems), *Sinningia kautskyi* Chautems (BRASIL. Espírito Santo: Domingos Martins, jun/1987, R. Kautskyi), *Sinningia leucotricha* (Hoehne) H. E. Moore (material de cultivo procedente dos Estados Unidos), *Sinningia lindleyi* Schauer (material de cultivo procedente dos Estados Unidos), *Sinningia lineata* (Hjelmq.) Chautems (BRASIL. Santa Catarina: Erbal Velho, fev/1990, A. Chautems), *Sinningia muscicola* Chautems, T. Lopes & M. Peixoto (BRASIL. Rio de Janeiro: Magarativa, jan/2002, A. Chautems), *Sinningia polyantha* (DC.) Wiehler (BRASIL. Santa Catarina: Garopaba, dez/1998, M. Peixoto), *Sinningia pusilla* (Mart.) Baill. (material de cultivo procedente dos Estados Unidos) e *Sinningia vacariensis* G. E. Ferreira, Waechter & Chautems (BRASIL. Rio Grande do Sul: Vacaria, mai/2004, M. Peixoto).