

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PALINOTAXONOMIA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE
GLOXINIINAE COM ÊNFASE NO COMPLEXO *Mandirola* –
*Goyazia***

Cintia Neves de Souza

Bióloga

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**PALINOTAXONOMIA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE
GLOXINIINAE COM ÊNFASE NO COMPLEXO *Mandirola* –
*Goyazia***

Cintia Neves de Souza

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino

Coorientadora: Profa. Dra. Andréa Onofre de Araujo

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas)

2017

S729p Souza, Cintia Neves de
Palinotaxonomia em espécies brasileiras de Gloxiniinae com
ênfase no complexo *Mandirola-Goyazia* / Cintia Neves de Souza. --
Jaboticabal, 2017
xi, 104 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Eduardo Custódio Gasparino
Coorientadora: Andréa Onofre de Araujo
Banca examinadora: Maria Amélia Vitorino da Cruz-Barros, Vania
Gonçalves Lourenço Esteves
Bibliografia

1. Gêneros endêmicos. 2. Gesnerieae. 3. Grãos de pólen. 4.
Híbrido natural. 5. Morfologia polínica. 6. Populações naturais. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:581.33

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

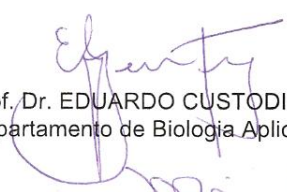
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PALINOTAXONOMIA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE GLOXINIINAE COM ÊNFASE NO COMPLEXO *Mandirola* - *Goyazia*

AUTORA: CINTIA NEVES DE SOUZA

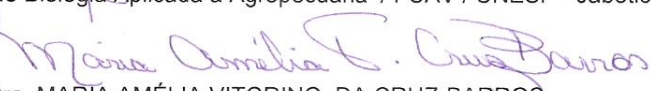
ORIENTADOR: EDUARDO CUSTODIO GASPARINO

COORIENTADORA: ANDREA ONOFRE DE ARAUJO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. EDUARDO CUSTODIO GASPARINO
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal



Pesquisadora Dra. MARIA AMÉLIA VITORINO DA CRUZ-BARROS
Núcleo de Palinologia Água Funda / Instituto de Botânica / São Paulo/SP



Profa. Dra. VANIA GONÇALVES LOURENÇO ESTEVES
Departamento de Botânica / Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ

Jaboticabal, 04 de maio de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CINTIA NEVES DE SOUZA, nascida em 01 de Janeiro de 1992, em São Paulo – SP, é Bacharela em Ciências Biológicas formada em 2015 pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal – FCAV/UNESP. Sua experiência em Palinologia, iniciou-se em 2011 ao fazer estágio no Laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia do Departamento de Biologia aplicada à Agropecuária da mesma instituição. Desenvolveu sua primeira Iniciação Científica intitulada “Palinologia em espécies de *Fridericia* Mart. nativas em fragmentos florestais remanescentes na região noroeste do Estado de São Paulo” (Processo FAPESP 2012/09942-6). Em 2013, teve sua Iniciação Científica ampliada à nível de família botânica, intitulada “Palinologia em espécies de Bignoniaceae Mart. nativas em fragmentos florestais remanescentes na região noroeste do Estado de São Paulo” (Processo FAPESP 2012/09942-6). Em 2014, seus resultados foram compilados no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Em 2015, a autora ganhou o “Prêmio Ciências Biológicas” referente ao melhor Trabalho de Iniciação Científica da X Turma de Bacharéis em Ciências Biológicas. E desde então, desenvolve pesquisas ligadas à área de Palinologia.

"A montanha deve ser escalada num equilíbrio entre a disposição e o cansaço. Aí, quando a gente não estiver mais pensando no que vai encontrar, cada passo será não um meio para alcançar um fim, mas um acontecimento em si mesmo. Esta folha tem bordas recordadas. Esta pedra parece que está solta. Deste lugar não se pode ver bem a neve, embora estejamos próximos dela. São coisas que vamos percebendo, de um modo ou de outro. Viver somente para alcançar um objetivo futuro é mesquinho. A vida floresce nas encostas da montanha, não nos cumes. Aqui é que nascem os seres vivos. Mas é claro que sem o cume, as encostas não existiriam. É o cume que define as encostas. Portanto, nós prosseguimos... Ainda temos muito que andar... Nada de pressa... Um passo depois do outro."

- Robert M. Pirsig

Aos meus pais, Aparecida e Ademilson, e a minha irmã Deise, por estarem presentes em cada etapa da minha vida e me ensinarem valores tão importantes, como o amor e dedicação. Ao Rodrigo Garcia Brunini, por compartilhar cada momento vivido e ser exatamente o que me completa.

“Do mais, é nada”.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e minha irmã, por acreditarem em mim, dando-me a oportunidade de seguir meus sonhos, sempre cercada de apoio e amor. Todo meu esforço, dedicação e amor pelo meu trabalho, é a herança que trago de vocês.

Ao meu grande companheiro Rodrigo Garcia Brunini, por me acompanhar em cada etapa da minha vida pessoal e acadêmica, este trabalho tem muito de você, do seu apoio, compreensão e de todas as nossas conversas sobre “o que é fazer ciência?” e nela entregar paixão, dedicação e muito suor.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino, por me acompanhar desde meu primeiro ano de graduação, uma parceria acadêmica de quase 6 anos, onde sempre esteve presente, me ensinando, auxiliando e apostando todas suas esperanças e energia em mim. As grandes oportunidades e conquistas acadêmicas que obtive nesses longos anos, devo à você.

Agradeço a minha coorientadora Profa. Dra. Andréa Onofre de Araujo, por todo o apoio, disponibilizando os materiais polínicos necessários para a execução deste trabalho. Pela amizade e por abrir as portas de sua casa em dias de extensivas coletas no Herbário UFABC, me acolhendo com tanto carinho junto a sua família.

A Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal-UNESP, pela minha formação acadêmica. Ao Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, e à todos os professores e funcionários.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela bolsa de Mestrado concedida (Processo 2015/02707-0).

Agradeço também aos Herbários UFABC e SP do Instituto de Botânica de São Paulo, por ceder os materiais polínicos, assim como, ao Sítio Primavera, em Mogi das Cruzes – SP, coordenado com muita dedicação e paixão pelo Mauro Peixoto.

Às minhas companheiras de Laboratório, Fernanda Dutra, Talita Belonsi, Ana Carolina Lopes e Lorrayne Albernaz, pelas trocas de experiências em laboratório, congressos e também na vida pessoal.

Por fim, agradeço por acreditar que sempre é possível: “... sonhos são reais. Mas eles são feitos de pontos de vista, de imagens, de memórias e trocadilhos, e de esperanças perdidas.” (Neil Gaiman).

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
Introdução	1
Objetivos	3
Objetivo Geral	3
Objetivos específicos	3
Revisão de Literatura	4
Considerações sobre a taxonomia em Gesneriaceae	4
Palinotaxonomia em Gesneriaceae	6
Referências	9
CAPÍTULO 2 - MORFOLOGIA POLÍNICA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DA SUBTRIBO GLOXINIINAE (GESNERIACEAE)	16
Resumo.....	16
Introdução	17
Material e Métodos.....	18
Resultados	21
Descrição geral	21
Unidade polínica, tamanho, âmbito e forma	22
Abertura, ornamentação e estrutura da Exina	25
Análise gráfica de Intervalo de confiança da média a 95%.....	28
Análise de Componentes principais (ACP)	31
Discussão	33
Agradecimentos	36
Referências	36

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DA MORFOLOGIA POLÍNICA E SUAS IMPLICAÇÕES TAXONÔMICAS EM POPULAÇÕES NATURAIS DE *MANDIROLA* DECNE. E *GOYAZIA* TAUB. (GLOXINIINAE - GESNERIACEAE) ENDÊMICAS DO CERRADO

.....	40
Resumo.....	40
Introdução	41
Material e Métodos.....	43
Resultados	47
Descrição geral da morfologia polínica dos gêneros	47
Descrição detalhada das populações naturais de <i>Mandirola</i> e <i>Goyazia</i> nas regiões brasileiras de ocorrência.....	47
Considerações sobre os detalhes polínicos das populações de <i>Mandirola</i> e <i>Goyazia</i>	51
Discussão	70
Agradecimentos	72
Referências.....	72

CAPÍTULO 4 - ANÁLISE POLÍNICA DO HÍBRIDO NATURAL *MANDIROLA* DECNE. X *GOYAZIA* TAUB. (GESNERIACEAE) E OS POSSÍVEIS PARENTAIS DA CHAPADA DOS GUIMARÃES, MATO GROSSO (BRASIL)

Resumo.....	77
Introdução	78
Material e Métodos.....	79
Resultados	81
Discussão	91
Conclusões	93
Agradecimentos	93
Referências.....	93

PALINOTAXONOMIA EM ESPÉCIES BRASILEIRAS DE GLOXINIINAE COM ÊNFASE NO COMPLEXO *Mandirola* – *Goyazia*

RESUMO – A subtribo Gloxiniinae é composta por 21 gêneros e cerca de 160 espécies. No Brasil, Gloxiniinae possui 16 espécies, distribuídas em oito gêneros, sendo três endêmicos, geralmente encontrados em afloramentos rochosos de cerrados, campos rupestres ou florestas de galeria. Foram estudados os grãos de pólen de dez espécies brasileiras de Gloxiniinae (Gesneriaceae) pertencentes aos gêneros: *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza (1 sp.), *Gloxinia* L'Hér. (3 spp.), *Goyazia* Taub. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.) e *Seemannia* Regel (1 sp.) com o objetivo de contribuir para a caracterização taxonômica do grupo e uma melhor delimitação dos gêneros e/ou espécies, com enfoque para as populações do complexo *Mandirola-Goyazia*, pois os dois gêneros e as espécies incluídas nesse complexo não aparecem bem delimitados em estudos taxonômicos e trabalhos de filogenia, e essa dificuldade pode ser explicada por apresentarem distribuição simpátrica, morfologia floral e fenologia muito semelhantes. 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 através de estatísticas descritiva e multivariada. Para as espécies brasileiras de Gloxiniinae analisadas, foram observadas variações entre os grãos de pólen principalmente quanto ao âmbito, forma, comprimento, largura e extremidades dos colpos, presença ou não de margem, tipo de endoabertura e tipo de ornamentação da exina. Com relação as 36 populações naturais de *Mandirola* e *Goyazia* estudadas, os caracteres qualitativos diagnósticos como número e tipo de aberturas, tipo de endoabertura, margem, ornamentação e ultraestrutura da exina foram características entre as populações, porém apresentaram diferenças intra e interpopulacional principalmente quanto ao âmbito, forma, comprimento, largura e extremidades dos colpos. Também foi analisada a morfologia polínica do híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* e seus possíveis parentais (Chapada dos Guimarães, Mato Grosso), onde foram observadas características diagnósticas semelhantes, no entanto apresentam variações quanto ao âmbito, forma, extremidades dos colpos e ornamentação da exina. Existem caracteres polínicos que permitem separar as espécies de Gloxiniinae; as populações de *Mandirola* e *Goyazia* são estenopolínicas e o híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* apresenta caracteres polínicos que permitem diferencia-lo dos seus possíveis parentais.

Palavras-chave: Gêneros endêmicos, Gesnerieae, grãos de pólen, híbrido natural, morfologia polínica, populações naturais

PALINOTAXONOMY IN BRAZILIAN SPECIES OF GLOXINIINAE WITH EMPHASIS IN THE COMPLEX *Mandirola* – *Goyazia*

ABSTRACT - Gloxiniinae have 21 genera and about 160 species. In Brazil, Gloxiniinae has 16 species, distributed in eight genera, three of which are endemic, generally found in rock outcrops of cerrado, rupestrian fields or gallery forests. We studied the pollen grains of ten Brazilian Gloxiniinae (Gesneriaceae) belonging to the genera: *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza (1 sp.), *Gloxinia* L'Hér. (3 spp.), *Goyazia* Taub. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.) and *Seemannia* Regel (1 sp.) with the aim of contributing to the taxonomic characterization of the group and a better delimitation of the genera and/or species, focusing on the *Mandirola*-*Goyazia* complex populations. The species of this complex are not well delimited in taxonomic studies and phylogeny works, and this difficulty can be explained by the sympatric distribution, and the floral morphology and phenology very similar. 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. We observed for the Brazilian Gloxiniinae species variations on the amb, shape, length and width colpi, colpi end, margo, endoaperture and ornamentation. For the 36 natural populations of *Mandirola* and *Goyazia*, qualitative data such as number and type of apertures, endoaperture, margo, ornamentation and exine ultrastructure are very similar, but we identify differences in amb, shape, length and width of colpi and the colpi ends. We also analyzed the pollen morphology of the natural hybrid *Mandirola* X *Goyazia* and its possible parents (Chapada dos Guimarães, Mato Grosso), and we observed similar pollen characteristics, with variations for amb, shape, colpi ends and exine ornamentation. There are pollen morphology characters that allow to separate the Gloxiniinae species; the populations of *Mandirola* and *Goyazia* are stenopalynous, and the natural hybrid has differences in the exine ornamentation not observed in its possible parental.

Keywords: endemic genera, Gesneriaceae, pollen grains, natural hybrid, pollen morphology, natural populations

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae. P = pequenos, M = médios, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial, SO = suboblatos, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, SP = subprolatos, P = prolatos, * = forma predominante. 23

Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen das espécies brasileiras pertencentes a Subtribo Gloxiniinae. $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, * $N \leq 25$ 23

Tabela 3. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae. Colpo = número de colpos, IAP = Índice de área polar, LA = lalongada, LO = lolongada. 26

Tabela 4. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e camadas da exina dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae, $n \leq 10$. Compr. = comprimento, Larg. = largura. 26

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas. 31

CAPÍTULO 3

Tabela 1. Lista de localidades das populações de *Goyazia* Taub. analisadas no estudo da morfologia polínica. 44

Tabela 2. Lista de localidades das populações de *Mandirola* Decne. analisadas no estudo da morfologia polínica. 44

Tabela 3. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, IAP = Índice de área polar, Comp. = comprimento, Larg. = largura, * $N \leq 25$ 53

Tabela 4. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decn. Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, IAP = Índice de área polar, Comp. = comprimento, Larg. = largura, * $N \leq 25$ 54

Tabela 5. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, P/E = relação diâmetro polar /

diâmetro equatorial, em vista equatorial. De acordo com a classificação de Barth & Melhem (1988) quanto à forma, as classes dos grãos de pólen podem ser peroblato (< 0,50); oblato (0,50-0,75); suboblato (0,75-0,88) oblato-esferoidal (0,88-1,00); prolato-esferoidal (1,00-1,14); subprolato (1,14-1,33); prolato (1,33-2,00); perprolato (>2,00), * $N \leq 25$ 55

Tabela 6. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decn. Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, x = média, sx = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial. De acordo com a classificação de Barth & Melhem (1988) quanto à forma, as classes dos grãos de pólen podem ser peroblato (< 0,50); oblato (0,50-0,75); suboblato (0,75-0,88) oblato-esferoidal (0,88-1,00); prolato-esferoidal (1,00-1,14); subprolato (1,14-1,33); prolato (1,33-2,00); perprolato (>2,00). 56

Tabela 7. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, P = pequenos, M = médios, Cir = circulares, Subcir = subcirculares, Cir Lob = circulares lobados, Trian = triangulares, Subtrian = subtriangulares, SO = suboblato, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, SP = subprolato, P = prolato, (x) = presente, (-) = ausente, (+++) = predominante, (++) = presente, (+) = raramente presente. 57

Tabela 8. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decn. Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, P = pequenos, M = médios, Circ = circulares, Subcirc = subcirculares, Circ Lob = circulares lobados, Triang = triangulares, Subtriang = subtriangulares, SO = suboblato, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, SP = subprolato, P = prolato, (x) = presente, (-) = ausente, (+++) = predominante, (++) = presente, (+) = raramente presente. 58

Tabela 9. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as populações de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. estudadas.....68

CAPÍTULO 4

Tabela I. Lista de localidades do híbrido natural *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais analisados no presente estudo. 80

Tabela II. Dados quantitativos dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais. x = média, sx = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, * $N \leq 25$ 84

Tabela III. Caracterização morfológica dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais. P = pequenos, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial, SO = suboblato, OE = oblato-esferoidais, SP = subprolato, P = prolato, IAP = Índice de área polar, LO = lolongada, MIC = microrreticulada, MIC/RET* = microrreticulada no apocolpo e reticulada no mesocolpo 84

Tabela IV. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e camadas da exina dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub e os possíveis parentais $n \leq 10$. Compr.= comprimento; Larg. = Largura. 84

Tabela V. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para o híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais estudados. 89

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1. Fotografias das espécies brasileiras de Gloxiniinae. A. *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V. C.Souza (Araujo et al. 500). B. *Gloxinia perennis* Fritsch. (Araujo et al. 468). C. *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan (Araujo et al. 501). D. *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler (Araujo et al. 1065-24). E. *Goyazia rupicola* Taub. (Araujo et al. 545). F. *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems (Araujo et al. 1139). G-H. *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne (Araujo et al. 1111; Araujo et al. 1128). I. *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan (Araujo et al. 1104). J. *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. (Araujo et al. 750). Fotos de A.O.Araujo.19

Figura 2. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza. C-D *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems. E-F *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. G-H *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. I-J *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler. K-L *Goyazia rupicola* Taub. M-N *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems. O-P *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. Q-R *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan. S-T *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S – Vista polar, com destaque para o âmbito; B, D, F, H, J, L, N, P, R, T – Vista equatorial, com destaque para a forma. Escalas = 10 µm.24

Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B' *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza. C-D' *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems. E-F' *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. G-H' *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. I-J' *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler. K-L *Goyazia rupicola* Taub. M-N *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems. O-P *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. Q-R *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan. S-T *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S – Vista equatorial com destaque para as aberturas (Escala = 10 µm); B-B', D-D', F-F', H-H', J-J', L-L', N-N', P-P', R-R' e T-T' – Análise de LO em foco alto e foco baixo (Escala = 5 µm).27

Figura 4. Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. A. Vista equatorial (MEV). B. Detalhe da ornamentação (MEV). C-E *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. C. Vista polar (MEV). D. Detalhe da ornamentação (MEV). E. Detalhe da estrutura da parede (MET). F-H *Goyazia rupicola* Taub. F. Vista polar (MEV). G. Vista equatorial (MEV). H. Detalhe da ornamentação (MEV). I *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. I. Vista equatorial (MEV). J-L *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. J. Vista polar (MEV). K. Detalhe da ornamentação. L. Detalhe da estrutura da parede (MET). (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas: E = 500 nm; L = 750 nm; B, D, H e K = 2 µm; C, F, G, I e J = 5 µm; A = 10 µm.28

Figura 5. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B.

Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ch. calc = *Chautemsia calcicola*, Gl. alte = *Gloxinia alterniflora*, Gl. erin = *Gloxinia erinoides*, Gl. pere = *Gloxinia perennis*, Go. petr = *Goyazia petraea*, Go. rupi = *Goyazia rupicola*, Ma. hirs = *Mandirola hirsuta*, Ma. mult = *Mandirola multiflora*, Ma. rupe = *Mandirola rupestris*, Se. sylv = *Seemannia sylvatica*. 30

Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de Gloxiniinae em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Ch. calc = *Chautemsia calcicola*, Gl. alte = *Gloxinia alterniflora*, Gl. erin = *Gloxinia erinoides*, Gl. pere = *Gloxinia perennis*, Go. petr = *Goyazia petraea*, Go. rupi = *Goyazia rupicola*, Ma. hirs = *Mandirola hirsuta*, Ma. mult = *Mandirola multiflora*, Ma. rupe = *Mandirola rupestris*, Se. sylv = *Seemannia sylvatica*. 32

CAPÍTULO 3

Figura 1. Distribuição geográfica das populações naturais de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub coletadas. A distribuição geográfica do bioma Cerrado é apresentada. 45

Figura 2. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. A-D *Goyazia* 1061 (MT). A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. E-F *Goyazia* 1062 (MT). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G-I *Goyazia* 1067 (MT). G. Vista polar. H. Vista equatorial. I. Vista equatorial, aberturas. J-L *Goyazia* 1074 (MT). J. Vista polar. K. Vista polar, margem. L. Vista equatorial. M-N *Goyazia* 1079 (MT). M. Vista polar. N. Vista equatorial. O-Q *Goyazia* 1082 (GO). O. Vista polar. P. Vista equatorial. Q. Vista equatorial, aberturas. R-V *Goyazia* 1105 (MA). R. Vista polar. S. Vista equatorial. T. Vista equatorial, aberturas. U-V. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 µm = C-D e U-V; 10 µm = demais fotomicrografias. 59

Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. A-E *Goyazia* 1107 (TO). A. Vista polar. B. Vista polar, parassincopismo. C. Vista equatorial. D-E. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. F-G *Goyazia* 1112 (TO). F. Vista polar. G. Vista equatorial. H-J *Goyazia* 1131 (GO). H. Vista polar. I. Vista polar, sincopismo. J. Vista equatorial, ornamentação. K-M *Goyazia* 1138 (MG). K. Vista polar. L. Vista equatorial. M. Vista equatorial, aberturas. N-S *Goyazia* 1186 (GO). N. Vista polar. O. Vista equatorial. P. Vista equatorial, abertura. R-S. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 µm = D-E e R-S; 10 µm = demais fotomicrografias. 60

Figura 4. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1063 (MT). A. Vista polar, sincopismo. B. Vista equatorial. C-D *Mandirola* 1064 (MT). C. Vista polar. D. Vista equatorial. E-F *Mandirola* 1066 (MT). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G-H *Mandirola* 1068 (MT). G. Vista polar, margem. H. Vista equatorial. I-L *Mandirola* 1073 (MT). I. Vista polar. J. Vista equatorial. K-L. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. M-P *Mandirola* 1094 (SP). M. Vista polar. N. Vista equatorial. O-P. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Q-T *Mandirola* 1098 (BA). Q. Vista polar. R. Vista equatorial, margem. S-T. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. U-X *Mandirola* 1104 (MA). U. Vista polar. V. Vista equatorial. W-X. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 µm = K-L, O-P, S-T e W-X; 10 µm = demais fotomicrografias. 61

Figura 5. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1106 (TO). A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D *Mandirola* 1108 (TO). C. Vista polar. D. Vista equatorial, endoabertura. E-I *Mandirola* 1111 (TO). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G. Vista equatorial, endoabertura. H-I. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. J-K *Mandirola* 1115 (GO). J. Vista polar. K. Vista equatorial. L-O *Mandirola* 1117. L. Vista polar. M. Vista equatorial, abertura. N-O. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. P-Q *Mandirola* 1119 (GO). P. Vista polar. Q. Vista equatorial. R-T *Mandirola* 1120 (GO). R. Vista polar. S. Vista polar, exina. T. Vista equatorial. U-V *Mandirola* 1125 (GO). U. Vista polar. V. Vista equatorial. Escalas: 5 μm = H-I, N-O e S; 10 μm = demais fotomicrografias. 62

Figura 6. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1128 (GO). A. Vista polar. B. Vista equatorial, abertura. C-D *Mandirola* 1129 (GO). C. Vista polar. D. Vista equatorial, abertura. E-G *Mandirola* 1130 (GO). E. Vista polar. F. Vista Vista polar, sincolpismo. G. Vista equatorial. H-K *Mandirola* 1132 (DF). H. Vista polar. I. Vista equatorial, abertura. J-K. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. L-M *Mandirola* 1133 (GO). L. Vista polar. M. Vista equatorial. N-Q *Mandirola* 1139 (MG). N. Vista polar, contorno. O. Vista equatorial. P-Q. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. R-T *Mandirola* 1185 (GO). R. Vista polar. S. Vista polar, parassincolpismo. T. Vista equatorial, abertura. U-V *Mandirola* 1187 (GO). U. Vista polar. V. Vista equatorial. Escalas: 5 μm = J-K e P-Q; 10 μm = demais fotomicrografias. 63

Figura 7. Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. e *Mandirola* Decne. A-C *Goyazia* 1112. A. Vista geral do grão de pólen. B. Destaque para região da abertura. C. Detalhes da estrutura da parede (MET). D-E *Goyazia* 1138. D. Vista equatorial. E. Ornamentação (MEV). F-G *Mandirola* 1068. F. Vista equatorial. G. Ornamentação (MEV). H-I *Mandirola* 1094. H. Vista equatorial. I. Ornamentação (MEV). J *Mandirola* 1098. J. Vista polar, extremidades dos colpos e ornamentação (MEV). K *Mandirola* 1108. K. Vista polar, extremidades dos colpos e ornamentação (MEV). L-M *Mandirola* 1117. L. Vista equatorial. M. Ornamentação (MEV). N-O *Mandirola* 1119. N. Destaque para região da abertura. O. Detalhes da estrutura da parede (MET). P *Mandirola* 1132. P. Vista equatorial, abertura e ornamentação (MEV). (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas: 2 μm = B, C, N e O; 5 μm = demais eletromicrografias. 64

Figura 8. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen das populações de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins. 66

Figura 9. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das populações de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins. 69

CAPÍTULO 4

Figura 1. Fotografias do híbrido natural *Mandirola* x *Goyazia* e seus possíveis parentais. A. Híbrido natural *Mandirola* x *Goyazia* em cultivo. B. *Goyazia petraea* da Chapada dos Guimarães (MT). C. *Mandirola hirsuta* da Chapada dos Guimarães (MT). Fotos: A.O. Araujo 79

Figura 2. Distribuição geográfica do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. A distribuição geográfica do bioma Cerrado é apresentada. 81

Figura 3. Fotomicrografias (MO) e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. A. Vista polar, contorno (MO). B. Vista polar, margem (MO). C. Vista equatorial, contorno (MO). D. Vista equatorial, aberturas (MO). E. Detalhe da exina (MO). F-G. Análise de L.O, foco alto e foco baixo, em vista polar (MO). H-I. Análise de L.O, foco alto e foco baixo, em vista equatorial (MO). J. Vista equatorial, ornamentação (MEV). K. Detalhes da ornamentação (MEV). L. Vista geral do grão de pólen. M. Destaque para região da abertura. N. Detalhes da estrutura da parede (MET). Escalas: 2 μm = L, M e N; 5 μm = E, F-G, H-I, J, K, 10 μm = A, B, C e D..... 85

Figura 4. Fotomicrografias dos grãos de pólen dos possíveis parentais *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. A-D *Goyazia* 1061. A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. E-K *Goyazia* 1062. E. Vista polar. F. Vista polar, margem. G. Vista equatorial. H. Vista equatorial, aberturas. I. Detalhe da exina. J-K. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. L-P *Mandirola* 1063. L. Vista polar. M. Vista equatorial. N. Vista equatorial, aberturas. O-P. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Q-T *Mandirola* 1064. Q. Vista polar. R. Vista equatorial. S-T. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. U-Y *Mandirola* 1068. U. Vista polar. V. Vista equatorial. W. Vista equatorial, aberturas. X-Y. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 μm = C-D, J-K, O-P, S-T e X-Y; 10 μm = demais fotomicrografias. 86

Figura 5. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*, Man X Goy = Híbrido 1170 88

Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais do híbrido natural *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*. 90

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

Introdução

Gesneriaceae Rich & Juss. ex DC. pertence a ordem Lamiales, juntamente com mais 22 famílias, entre elas, Bignoniaceae, Lamiaceae e Scrophulariaceae (APG IV, 2016), sendo uma das famílias mais antigas dessa ordem (BREMER et al., 2002). Possui aproximadamente 150 gêneros e 3500 espécies, com ampla distribuição nas regiões tropicais e com poucos representantes nas regiões temperadas, sendo que os centros principais de diversidade localizam-se a noroeste da América do Sul (Colômbia ao Equador) e também no sudeste do Brasil (CHAUTEMS, 1991; WEBER, 2004a; SOUZA; LORENZI, 2012; WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

A família é representada por ervas muitas vezes perenes, subarbustos ou arbustos, terrestres ou epifíticos; com raízes fibrosas ou sistema subterrâneo tuberoso ou rizomatoso espessado; flores vistosas, com corola tubulosa, branca ou colorida, às vezes gibosa na base ou no ápice; estames 4, epipétalos, anteras unidas, raramente livres; fruto baga ou cápsula seca ou carnososa (WIEHLER, 1983; BARROSO et al., 1957; CHAUTEMS; WEBER, 1999; CHAUTEMS; MATSUOKA, 2003; WEBER, 2004a; ARAUJO, 2007).

As flores de Gesneriaceae apresentam grande diversidade de síndromes de polinização, sendo seus principais polinizadores as abelhas, mariposas, borboletas, moscas, morcegos e as aves. Sementes provenientes de frutos carnosos são dispersas por aves ou formigas, enquanto que as de frutos secos são dispersas pelo vento e água. Além disso, a família possui importância econômica por apresentar um grande número de espécies ornamentais, como por exemplo, *Episcia* Mart., *Columnea* L., *Sinningia* Nees. (gloxínia, rainha-do-abismo), *Streptocarpus* Lindl., *Saintpaulia* H. Wendl. (violeta africana) e *Aeschynanthus* Jack. (JUDD et al., 2009; WIEHLER, 1983).

No Brasil, a família é representada por 220 espécies (148 endêmicas) distribuídas em 28 gêneros. As espécies podem ser encontradas na Amazônia, na Caatinga, no Cerrado, na Mata Atlântica e nos Pampas (ARAUJO et al., 2017). Na Mata Atlântica, são encontradas 138 espécies de Gesneriaceae, estando entre as principais famílias de epífitas, representadas principalmente pelos gêneros

Nematanthus Schrad. e *Codonanthe* (Mart.) Hanst. Já no Cerrado, são encontradas 37 espécies, sendo 14 em campo rupestre, dentre elas as espécies de *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel (ARAUJO et al., 2017).

A subtribo Gloxiniinae é composta por 21 gêneros e cerca de 160 espécies. No Brasil, Gloxiniinae possui 16 espécies, distribuídas em oito gêneros, sendo três endêmicos (*Chautemsia* A.O. Araujo & V.C. Souza, *Goyazia* Taub. e *Mandirola* Decne.) geralmente encontrados em afloramentos rochosos de cerrados, campos rupestres ou florestas de galeria. Apresentam-se como ervas ou subarbustos, com rizoma escamoso e fruto com cápsula seca ou carnosa (WEBER, 2004a; ARAUJO, 2007; WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

Roalson, Boggan e Skog (2005) apontaram que alguns gêneros de Gloxiniinae, na época ainda tratados na antiga tribo Gloxinieae, necessitavam de novas revisões que incluíssem análises filogenéticas infragenéricas, confirmando Skog (2006), que relatou a falta de estudos em vários gêneros de Gesneriaceae e ressaltou que isso pode ser evidenciado através das dezenas de milhares de espécimes não identificados em herbários e jardins botânicos.

Smith (1996) e Judd et al. (2009) consideram que o tamanho dos grãos de pólen sustenta a monofilia da subfamília Gesnerioideae, na qual encontra-se Gloxiniinae. Kvist e Skog (1992) afirmam que a morfologia polínica tem aparentemente, pouco valor taxonômico para a subtribo Gloxiniinae. No entanto, segundo Melhem e Mauro (1973) e Melhem et al. (2003) o estudo dos caracteres morfológicos dos grãos de pólen em Gesneriaceae permite uma diferenciação de gêneros, e até de espécies, confirmando que a morfologia polínica é importante para a taxonomia da família.

Considerando-se trabalhos científicos que evidenciam problemas relacionados com a delimitação de gêneros e/ou espécies de Gloxiniinae, o presente estudo tem como justificativa a caracterização morfopolínica das espécies brasileiras dessa subtribo, com ênfase no complexo *Mandirola-Goyazia*, para o melhor conhecimento e delimitação da morfologia polínica destas espécies, buscando auxiliar trabalhos taxonômicos para estes gêneros.

Objetivos

Objetivo Geral

Caracterizar a morfologia polínica de espécies brasileiras de Gloxiniinae com ênfase no complexo *Mandirola-Goyazia*, analisando a existência de diferenças qualitativas e quantitativas entre os grãos de pólen na tentativa de fornecer subsídios para uma melhor delimitação dos táxons, uma vez que estas espécies encontram-se com problemas de posicionamento taxonômico.

Objetivos específicos

- Investigar novos caracteres polínicos que possam caracterizar os gêneros estudados;
- Investigar se os caracteres polínicos variam entre as populações dentro do complexo *Mandirola-Goyazia*;
- Fornecer, através dos dados palinológicos, subsídios para o estudo da taxonomia de Gesneriaceae buscando uma melhor delimitação das espécies;
- Analisar a existência de diferenças qualitativas e quantitativas entre os grãos de pólen estudados;
- Ampliar o conhecimento existente e contribuir com dados morfológicos precisos para futuros trabalhos com espécies e gêneros filogeneticamente relacionados de Gesneriaceae.

Revisão de Literatura

Considerações sobre a taxonomia em Gesneriaceae

Alguns trabalhos moleculares sobre a família como os de Smith (1996, 2000), Smith et al. (1997), Citerne, Möller e Cronk (2000), Zimmer et al. (2002), Mayer et al. (2003), Perret et al. (2003), Roalson et al. (2005), Roalson, Boggan e Skog (2005) e Clark et al. (2006, 2012) buscaram compreender as relações entre os táxons de Gesneriaceae, apontando algumas considerações quanto ao monofiletismo de grupos dentro da família e reconsideraram o posicionamento de espécies, gêneros e tribos.

O trabalho mais recente sobre a classificação da família, e o primeiro que sumariza os trabalhos moleculares em Gesneriaceae, propôs um rearranjo nos grupos, considerando três subfamílias: Sinangoideae, Gesnerioideae e Didymocarpoideae (WEBER; CLARK; MOLLER, 2013). Todas as espécies neotropicais estão incluídas em Gesnerioideae (cerca de 1000 espécies) (PERRET et al., 2013), a qual é dividida em cinco tribos e suas subtribos: Titanotricheae e Coronanthereae (com Coronantherinae, Mitrariinae e Negriinae) sem representantes no Brasil; Napeantheae, Beslerieae (com Besleriinae e Anethanthinae) e Gesnerieae (Gesneriinae, Gloxiniinae, Columneinae, Sphaerorrhizinae e Ligerrinae) (WEBER; CLARK; MOLLER, 2013).

Gesneriaceae apresenta inúmeros problemas quanto à delimitação de seus táxons, principalmente em alguns gêneros, sendo relatado pelos autores Morre e Lee (1968) que é mais fácil distinguir as espécies em Gesneriaceae do que colocá-las corretamente em um gênero. Segundo Wiehler (1983) e Kvist e Skog (1996), a possível explicação para as dificuldades encontradas nas relações da família, deve-se a grande variação morfológica, com destaque para variações encontradas na forma e cor das flores, levando a uma confusão na circunscrição genérica. Exemplificando o exposto, os autores Zimmer et al. (2002) mencionam algumas espécies que já foram consideradas membros de vários gêneros, como por exemplo, *Drymonia serrulata* (Jacq.) Mart. tratada anteriormente como membro de *Alloplectus* Mart., *Besleria* L. e *Columnea* L.

Trabalhos com análises filogenéticas como o de Zimmer et al. (2002) e Roalson, Boggan e Skog (2005) mostraram que vários gêneros da antiga tribo Gloxinieae (atualmente considerada tribo Gesnerieae – sensu WEBER, CLARKE; MOLLER, 2013) não eram monofiléticos, sugerindo assim a necessidade de modificações na taxonomia do grupo (ARAUJO; SOUZA; CHAUTEMS, 2012). Estes gêneros foram revisados e reorganizados por Roalson, Boggan e Skog (2005), além de terem sido feitas descrições de novos gêneros e espécies, propostos por Boggan, Roalson e Skog (2008), Araujo, Souza e Perret (2010) e Araujo, Souza e Chautems (2010).

O trabalho de Roalson, Boggan e Skog (2005) prôpos a reorganização da tradicional tribo Gloxinieae e dos gêneros *Sinningia* Nees, *Paliavana* Vell. ex Vand. e *Vanhouttea* Lem., os quais deveriam ser reconhecidos na tribo Sinningieae, como indicado por Fritsch (1893, 1894). Além disso, esses autores sugeriram que duas espécies tradicionalmente incluídas em *Gloxinia* L'Her. (*G. sarmentiana* Gardner ex Hook. e *G. burchellii* (S.M.Phillips) Wiehler) fossem excluídas de Gloxinieae e constituíssem a tribo monogenérica Sphaerorrhizeae.

Roalson et al. (2005) e Roalson, Boggan e Skog (2005) relatam que os relacionamentos, como por exemplo, *Gloxinia*, *Mandirola* e *Goyazia*, precisam ser mais explorados através da adição de táxons e novos conjuntos de dados que possam ajudar a resolver a problemática de delimitação da tribo.

Segundo Araujo, Souza e Chautems (2012), o gênero *Gloxinia* foi drasticamente reformulado, passando de 15 espécies (Wiehler 1976, 1983) para apenas quatro: *G. perennis* (L.) Fritsch, *G. erinoides* (DC.) Roalson & Boggan, *G. xanthophylla* (Poeppig) Roalson & Boggan e *G. alterniflora* A.O.Araujo & Chautems, descrita recentemente (ARAUJO; SOUZA; CHAUTEMS, 2010). Com exceção de *G. perennis* (espécie-tipo), as demais espécies foram acomodadas por Roalson, Boggan e Skog (2005) em sete outros gêneros, entre eles, gêneros pertencentes a subtribo Gloxiniinae: *Mandirola* Decne., *Monopyle* Moritz ex Benth., *Seemannia* Regel e *Goyazia villosa* (Gardner) R.Howard tratada como *incertae sedis*.

Os autores Araujo e Perret (2010), em análises preliminares de dados ITS, ncpGS, trnLF, arpB-rbcL, rps16, rpl16 e matK utilizando amostras de *Mandirola* e *Goyazia*, observaram uma politomia entre estes gêneros, fato que também foi visto na

análise feita por Araujo, Souza e Perret (2010), onde resultados muito similares foram encontrados em relação ao clado *Mandirola/Goyazia*, indicando que as espécies anteriormente reconhecidas em *Goyazia* Taub. deveriam ser incluídas em *Mandirola*, para tornar este gênero monofilético.

Palinotaxonomia em Gesneriaceae

A palinologia é a ciência que estuda as características morfológicas externas dos grãos de pólen e esporos, sua dispersão e suas aplicações (ERDTMAN, 1952). Através da morfologia externa dos grãos de pólen, características como unidade polínica, número e tipo de abertura e ornamentação da exina apresentam grande variabilidade, tornando-se uma ferramenta de valor taxonômico que auxilia na identificação das espécies (MELHEM et al., 2003).

Erdtman (1952), em seu trabalho pioneiro envolvendo descrições polínicas de várias famílias botânicas, foi o primeiro autor a descrever a morfologia dos grãos de pólen de Gesneriaceae. Neste trabalho, o autor analisou os gêneros *Bellonia* L., *Boea* Comm. ex Lam., *Columnea* L., *Coronanthera* Vieill. ex. C.B. Clarke e *Streptocarpus* Lindl., e relatou variações no número e tipo de abertura e também a dificuldade em definir a ornamentação dos grãos de pólen de Gesneriaceae.

Woods (1964) estudou 180 espécies em mais de 50 gêneros, buscando caracterizar as subfamílias Cyrtandroideae e Gesnerioideae, baseando-se no tamanho dos grãos de pólen e na escultura da exina. Através deste estudo, foi possível observar diferenças na ornamentação reticulada para os grãos de pólen, em Cyrtandroideae, onde foi verificado exina homobrocada, enquanto que em Gesnerioideae, os retículos são heterobrocados, além disso, os grãos de pólen tendem a ser maiores em Gesnerioideae do que em Cyrtandroideae, sendo assim, a análise dos grãos de pólen foi responsável por distinguir as duas subfamílias estudadas (WOODS, 1964).

Kvist e Skog (1992) fizeram uma revisão sobre o gênero *Kohleria* Regel, tratado na tradicional tribo Gloxinieae, na busca de trabalhos que envolvessem morfologia polínica em Gesneriaceae, porém relataram que existiam poucos estudos sobre o pólen da família até então, e o único que incluiu espécies de *Kohleria* foi Williams

(1978). Os autores Kvist e Skog (1992) realizaram eletromicrografias de grãos de pólen de 12 espécies de *Kohleria*, e observaram que nem o tamanho, forma e superfície dos pólenes mostraram muita variação entre as espécies do gênero e comparando estas com outros gêneros estudados por Williams (1978), o autor conclui que os grãos de pólen são muito similares entre si e por esta razão caracteres polínicos aparentemente têm pouco valor taxonômico na tradicional tribo Gloxinieae.

Entretanto, o trabalho com grande abrangência em termos de diversidade de caracteres utilizados, que teve como finalidade propor uma classificação mais estável entre os grupos de Gesneriaceae, foi do autor Smith (1996). Neste trabalho foram investigadas as relações cladísticas entre tribos de Gesneriaceae através de dados morfológicos (44 caracteres em 34 gêneros). Dentre os caracteres empregados no trabalho, a forma e tamanho dos grãos de pólen foram descritos e analisados através da matriz morfológica de dados, estando entre os caracteres decisivos para garantir a monofilia da subfamília Gesnerioideae, sugerindo que o grupo seja caracterizado pela presença de grãos de pólen com tamanho grande e presença de endosperma na semente (SMITH, 1996).

Assim como, em Woods (1964) e Smith (1996), o mesmo foi citado por Judd et al. (2009) com relação ao tamanhos dos grãos de pólen, no qual os autores também destacam que Gesnerioideae possui sua monofilia baseada na presença de grãos de pólen grandes. Melhem e Mauro (1973), ao estudar os gêneros *Gesneria* L., *Hypocyrta* Mart. e *Nematanthus* Schrad., deixam explícito a importância dos grãos de pólen para a taxonomia da família Gesneriaceae, através da diferenciação de gêneros e espécies por meio de seus caracteres morfológicos.

Alguns trabalhos sobre a morfologia polínica de Gesneriaceae foram publicados até agora. São exemplos: Erdtman (1952), Campos (1962), Melhem e Mauro (1973), Salgado-Labouriau (1973), Nowicke (1974), Howard (1975), Skog (1976), Williams (1978), Filice, Sanchis e Villar (1981), Fritze e Williams (1988), Roubik e Moreno (1991), Luegmayr (1993a, 1993b), Yan Zhi-Jian, Li Zhen-Yu e Wang Fu-Hsiung (1995, 1997), Xifreda (1996), Schlag-Edler e Kiehn (2001), Melhem et al. (2003), Palee, Sampson e Anusarnsunthorn (2003), Weber (2004b), Fourny et al. (2010), Gasparino et al. (2011), Gasparino, Cruz-Barros e Chautems (2013) e Gasparino, Souza e Cruz-Barros (2014).

No entanto, para espécies pertencentes a subtribo Gloxiniinae, são escassos os trabalhos com morfologia polínica, podendo ser citados apenas os seguintes trabalhos: Howard (1975), Williams (1978), Filice, Sanchis e Villar (1981), Xifreda (1996) e Gasparino (2008).

Williams (1978) analisou os grãos de pólen de *Gloxinia perennis* juntamente com outras espécies dos gêneros *Bellonia* L., *Kohleria*, *Moussonia* Regel e *Sinningia* (tratado pelo autor dentro da tribo) para caracterizar Gloxinieae. Esse autor buscou examinar o pólen de diversas espécies da subfamília na tentativa de determinar se os caracteres dos grãos de pólen podem ser usados para sustentar ou refutar o sistema de classificação que Wiehler estava propondo (Wiehler, 1983). Ele concluiu que seu trabalho fornece evidências de que Gesnerioideae neotropicais contêm vários tipos polínicos, e que essa diversidade permite a delimitação de gêneros na subfamília. Porém, dentro da tradicional tribo Gloxinieae, as características polínicas parecem ser de uso taxonômico em nível específico, pois o tamanho da amostra utilizado não foi suficiente para determinar se existem diferenças definidas no nível genérico da tribo (WILLIAMS, 1978).

Filice, Sanchis e Villar (1981) estudaram os grãos de pólen de dez espécies da Argentina com o propósito de complementar os dados obtidos através da sistemática baseada em Toursarkissian (1969), bem como, contribuir para o melhor conhecimento da morfologia polínica da família. Porém, ao analisarem as espécies argentinas de *Asteranthera* Hansl., *Corytholoma* Decne. *Koellikeria* Regel e *Mittraria* Cav. concluíram que as características morfológicas são muito similares tanto no âmbito genérico como específico, mas é possível diferenciá-los aumentando a quantidade de caracteres polínicos analisados, aqueles mais minuciosos, como detalhes de microrretículo, margem e membrana do colpo (FILICE; SANCHIS; VILLAR, 1981).

Xifreda (1996) elaborou uma revisão sobre duas espécies de *Gloxinia*: *G. gymnostoma* (Griseb.) Toursark. e *G. nematanthodes* (Kuntze) Wiehler. A autora comenta que *G. gymnostoma* em estudos anteriores foi citada com delimitação incorreta, sendo tratada até então no gênero *Seemannia* Regel. Nesse sentido, Xifreda (1996) propõe através da análise de distribuição geográfica, diferenças morfológicas e também de caracteres de grãos de pólen que *G. gymnostoma* seja

tipificada. Porém, atualmente sabe-se que ambas as espécies tratadas por ela em *Gloxinia*, estão incluídas no gênero *Seemannia* (Roalson; Boggan; Skog, 2005).

Gasparino (2008) realizou um estudo detalhado sobre os grãos de pólen de 76 espécies representantes das antigas tribos Beslerieae, Episcieae, Gloxinieae (atualmente Gesnerieae), Napeantheae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae, buscando novas características polínicas que pudessem auxiliar na delimitação de tribos, gêneros ou espécies dentro de Gesneriaceae. O autor confirmou o caráter euripolínico da família, no qual as características da morfologia externa dos grãos de pólen podem ser utilizados na distinção de grupos de espécies, sendo úteis subsídios para estudos taxonômicos (GASPARINO, 2008).

A Revisão de Literatura aqui descrita, faz menção aos trabalhos que discorrem sobre a problemática relacionada a família Gesneriaceae e seus táxons subordinados, dando destaque para gêneros da subtribo Gloxiniinae, grupo de estudo proposto neste trabalho. Em seguida, também são apresentados trabalhos que através do estudo da morfologia polínica buscaram descrever os grãos de pólen de Gesneriaceae e até em alguns casos, resolver problemas de cunho taxonômico. Desta forma, torna-se imprescindível mais estudos que busquem resolver problemas de delimitação na família e o estudo da morfologia externa dos grãos de pólen é uma ferramenta útil para estudo de gêneros e/ou espécies pertencentes a subtribo Gloxiniinae.

Referências

APG IV. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105-121, 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x/pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2016.

ARAUJO, A. O. **Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L'Hér. sensu lato (Gesneriaceae)**. 2007. 175 f. Tese [Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica)] – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ARAUJO, A. O.; SOUZA, V. C.; PERRET, M. *Chautemsia calcicola*: A new genus and species of Gloxinieae (Gesneriaceae) from Minas Gerais, Brazil. **Taxon**, v. 59, p. 203-208, 2010.

ARAUJO, A. O.; SOUZA, V. C.; CHAUTEMS, A. Estudos taxonômicos em *Gloxinia s.l.* (Gesneriaceae) - I: uma nova espécie do Mato Grosso do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, v. 61(Supl.), p. S67-S72, 2010.

ARAUJO, A. O.; PERRET, M. Systematic revision of the Brazilian endemic genera *Mandirola* Decne. and *Goyazia* Taub. (Gesneriaceae). **Resumos...** Sarasota: World Gesneriad Research Conference, USA, 2010.

ARAUJO, A. O.; SOUZA, V. C.; CHAUTEMS, A. Estudos taxonômicos em Gloxinieae (Gesneriaceae) – notas nomenclaturais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 891-900, 2012.

ARAUJO, A. O.; CHAUTEMS, A.; FERREIRA, G. E.; ROSSINI, J. **Gesneriaceae** In: Forzza, R. C. (Ed.). Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB119> >. Acesso em: 11 Jan. 2017.

BARROSO, G. M. Flora do Itatiaia: Gesneriaceae. **Rodriguesia**, v. 32, p. 131-135, 1957.

BOGGAN, J. K.; ROALSON, E. H.; SKOG, L. E. A review of the Neotropical genera *Amalophyllon*, *Niphaea* and *Phinaea* (Gesneriaceae – Gloxinieae). **Selbyana**, v. 29, p.157–176, 2008.

BREMER, B.; BREMER, K.; HEIDARI, N.; ERIXON, P.; OLMSTEAD, R. G.; ANDERBERG, A. A.; KÄLLERSJÖ, M.; BARKHORDARIAN, E. Phylogenetics of asterids based on 3 coding and 3 non-coding chloroplast DNA markers and the utility of non-coding DNA at higher taxonomic levels. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 24, n. 2, p. 274-301, 2002.

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 do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 14, p. 51-59, 1991.

CHAUTEMS, A.; WEBER, A. **Shoot and inflorescence architecture in the neotropical genus *Sinningia* (Gesneriaceae)**. In: Kurmann, M.; Hemsley, A. (eds.). The evolution of plant architecture. Royal Botanic Gardens, Kew, p. 305-322, 1999.

CHAUTEMS, A.; MATSUOKA, C. Y. K. Gesneriaceae. In Wanderley, M.G.L. et al. (Eds.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. v. 3, p. 75-103, 2003.

CITERNE, H. L.; MÖLLER, M.; CRONK, Q. C. B. Diversity of cycloidea-like genes in Gesneriaceae in relation to floral symmetry. **Annals of Botany**, v. 86, p. 167-176, 2000.

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.

ERDTMAN, G. **Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms**. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 1952. p. 189-190.

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.

FOURNY, A. C. S.; MENDONÇA, C. B. F.; LOPES, T. C. C.; GONÇALVES-ESTEVEZ, 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.

FRITSCH, K. **Gesneriaceae**. In: Engler, A.; Prantl, K. (Ed.). Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig: Wilhelm Engelmann, v. 4, n. 3b, p.133-144, 1893.

FRITSCH, K. **Gesneriaceae**. In: Engler, A.; Prantl, K. (Ed.). Die natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig: Wilhelm Engelmann, v. 4, n. 3b, p.145-185, 1894.

FRITZE, K. J.; WILLIAMS, N. H. The taxonomic 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**. 2008. 208f. Tese (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica, São Paulo, 2008.

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

GASPARINO, E. C.; SOUZA, C. N.; CRUZ-BARROS, M. A. V. Flora Polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil) Famílias: 141-Boraginaceae e 149-Gesneriaceae. **Hoehnea**, v. 41, p. 423-430, 2014.

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

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético**. 3a ed. Artmed, Porto Alegre, 2009. p. 481.

KVIST, L. P.; SKOG, L. E. Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). **Smithsonian Contributions to Botany**, v. 79, p. 1-83, 1992.

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

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

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

MAYER, V.; MÖLLER, M.; PERRET, M.; WEBER, A. Phylogenetic position and generic differentiation of Epithemateae (Gesneriaceae) inferred from plastid DNA sequence data. **American Journal of Botany**, v. 90, p. 321-329, 2003.

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

MELHEM, T. S.; CRUZ-BARROS, M. A. V.; CORRÊA, A. M. S.; MAKINO-WATANABE, H.; SILVESTRE-CAPELATO, M. S. F.; GOLÇALVES-ESTEVEZ, 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.

MOORE, H. E.; LEE, R. E. The broadening basis of classification in the Gesneriaceae. **Baileya**, v. 15, p. 97-108, 1968.

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

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.; 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.

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

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

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

ROUBIK, D. W.; MORENO, 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. p. 94-95.

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

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

SKOG, L. E. Recent Developments in Research in Gesneriaceae. **Gesneriads**, v. 56, n. 1, p. 35-41, 2006.

SMITH, J. F. Tribal relationships within Gesneriaceae: a cladistic analysis of morphological data. **Systematic Botany**, v. 21, p. 497-513, 1996.

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.; WOLFRAM, J. C.; BROWN, K. D.; CARROLL, 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, n. 1, p. 50-66, 1997.

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

TOURSARKISSIAN, M. Las Gesneriáceas argentinas. **Darwiniana**, v. 15, n.1-2, p. 25-64, 1969.

WEBER, A. Gesneriaceae. In: Kubitzki, K.; Kadereit, J. W. [eds.] **The Families and Genera of Vascular Plants**, Springer Verlag, Berlin, cap. 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, p. 68-94, 2013.

WIEHLER, H. A report on the classification of *Achimenes*, *Eucodonia*, *Gloxinia*, *Goyazia* and *Anetanthus* (Gesneriaceae). **Selbyana**, v. 1, p. 374-404, 1976.

WIEHLER, H. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. **Selbyana**, v. 6, p. 1-219, 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, Edinburgh. **Resumos...** Edinburgh: 1964. p. 97.

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

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

YAN ZHI-JIAN, Y.; LI ZHEN-YU, L.; WANG 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.

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.

CAPÍTULO 2 - Morfologia polínica em espécies brasileiras da subtribo Gloxiniinae (Gesneriaceae)¹

Resumo

Foram estudados os grãos de pólen de dez espécies brasileiras de Gloxiniinae (Gesneriaceae) pertencentes aos gêneros *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza (1 sp.), *Gloxinia* L'Hér. (3 spp.), *Goyazia* Taub. (2 spp.), *Mandirola* Decne. (3 spp.) e *Seemannia* Regel (1 sp.) com a finalidade de descrever a morfologia polínica destes gêneros, contribuindo para a caracterização taxônômica do grupo e uma melhor delimitação dos gêneros e/ou espécies. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, fotografados e descritos qualitativamente. Os dados quantitativos foram analisados através de estatísticas descritiva e multivariada. Foram observados grãos de pólen não-acetolisados em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, a fim de fornecer mais detalhes da ornamentação e estrutura da exina, respectivamente. As espécies estudadas apresentam diferenças quanto ao âmbito, forma, comprimento, largura e extremidades dos colpos, presença ou não de margem, tipo de endoabertura e ornamentação da exina dos seus grãos de pólen. O âmbito dos grãos de pólen variou em circular, subcircular e subtriangular, a forma em suboblato, oblato-esferoidal e subprolato (com variações dentro da amostra para âmbito e forma), colpos longos a muito longos, estreitos, largos a muito largos, extremidades arredondadas ou afiladas, com ou sem margem, endoabertura lalongada ou lalongada e a ornamentação da exina permitiu a separação das espécies em microrreticulado ou reticulado, homo ou heterobrocado. A análise de componentes principais (ACP) a partir das variáveis métricas dos grãos de pólen, também foi responsável na discriminação dos gêneros. Desta forma, o uso de dados qualitativos e quantitativos auxiliam na delimitação dos gêneros de Gloxiniinae.

Palavras-chave: Gesnerieae, espécies brasileiras, palinotaxonomia, grãos de pólen, análise multivariada

¹ Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Acta Botanica Brasilica

Introdução

Gesneriaceae Rich & Juss. ex DC. possui cerca de 150 gêneros e 3500 espécies, com ampla distribuição nas regiões tropicais e poucos representantes nas regiões temperadas, sendo que os centros principais de diversidade localizam-se a noroeste da América do Sul (Colômbia ao Equador) e também no sudeste do Brasil (Chautems 1991; Weber 2004; Souza & Lorenzi 2012; Weber et al. 2013). Todas as espécies neotropicais estão incluídas na subfamília Gesnerioideae, da qual faz parte a tribo Gesnerieae e suas respectivas subtribos: Gesneriinae, Gloxiniinae, Columneinae, Sphaerorrhizinae e Ligerrinae (Weber et al. 2013).

A subtribo Gloxiniinae contém 21 gêneros e 160 espécies, compreende os gêneros anteriormente tratados na tradicional tribo Gloxinieae (sensu Wiehler 1983; Roalson et al. 2005a; b). No Brasil, Gloxiniinae possui 16 espécies, distribuídas em oito gêneros, sendo três endêmicos e geralmente encontrados em afloramentos rochosos de cerrados, campos rupestres ou florestas de galeria. Apresentam-se como ervas ou subarbustos, com rizoma escamoso e fruto com cápsula seca ou carnosa (Weber 2004; Weber et al. 2013; Araujo 2007).

Trabalhos moleculares como os de Smith (1996; 2000), Smith et al. (1997), Citerne et al. (2000), Zimmer et al. (2002), Mayer et al. (2003), Perret et al. (2003), Roalson et al. (2005a; b) e Clark et al. (2006; 2012), apontaram algumas considerações quanto ao monofiletismo de grupos dentro de Gesneriaceae e reconsideraram o posicionamento de espécies, gêneros e tribos.

Zimmer et al. (2002) e Roalson et al. (2005b) em seus trabalhos com análises filogenéticas mostraram que gêneros dessa subtribo não eram monofiléticos, especialmente *Gloxinia* L'Her, que segundo Roalson et al. (2005a) seria o gênero que mais sofreria alterações, sugerindo assim a necessidade de modificações na taxonomia do grupo (Araujo et al. 2012). Assim os gêneros *Gloxinia*, *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemania* Regel foram revisados e reorganizados por Roalson et al. (2005b). Em continuidade, os trabalhos de Boggan et al. (2008) e Araujo et al. (2010a; b) adicionaram novas descrições de gêneros e espécies, contribuindo para a melhor estruturação taxonômica da subtribo.

Os autores Howard (1975), Williams (1978), Filice et al. (1981), Xifreda (1996) e Gasparino (2008) analisaram a morfologia polínica de algumas espécies

pertencentes a subtribo Gloxiniinae. No trabalho de Gasparino et al. (2010), os autores citam diversos estudos para Gesneriaceae que buscaram descrever a morfologia polínica para a caracterização de tribos, gêneros e até espécies para a família, ressaltando a importância da morfologia polínica para a circunscrição de táxons. Portanto, aliados aos trabalhos filogenéticos e moleculares, a morfologia polínica pode atuar como uma importante ferramenta através de caracteres diagnósticos dos grãos de pólen da família, a fim de auxiliar a delimitação taxonômica dos gêneros, como relatado por Fritze & Williams (1988).

O presente trabalho buscou caracterizar os grãos de pólen em espécies brasileiras de Gloxiniinae (Gesneriaceae), para algumas espécies, este trabalho é inédito, tendo como objetivo fornecer subsídios para o estudo da palinotaxonomia da subtribo, na tentativa de propor uma melhor delimitação dos gêneros e/ou espécies, contribuindo assim para a caracterização taxonômica do grupo.

Material e Métodos

Foram estudadas dez espécies brasileiras de Gloxiniinae (Gesneriaceae), pertencentes aos gêneros: *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza (*Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza), *Gloxinia* L'Hér. (*Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems; *G. erinoides* (DC.) Roalson & Boggan; *G. perennis* Fritsch), *Goyazia* Taub. (*Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler; *G. rupicola* Taub.), *Mandirola* Decne. (*Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems; *M. multiflora* (Gardner) Decne.; *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan) e *Seemannia* Regel (*Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst.) (Fig. 1). Para a análise da morfologia polínica foram utilizadas pelo menos duas flores em botões de cada espécime, próximas à antese, para obtenção de uma amostra significativa de material polínico. Para cada espécie determinou-se um espécime que foi considerado como padrão, indicado por asterisco na descrição do material utilizado. Sempre que possível, outros espécimes de cada espécie, foram estudados e considerados como material de comparação. O material herborizado e/ou em álcool 70 % foi obtido de exsicatas dos Herbários ESA, G, UEC, SP e HUFABC.

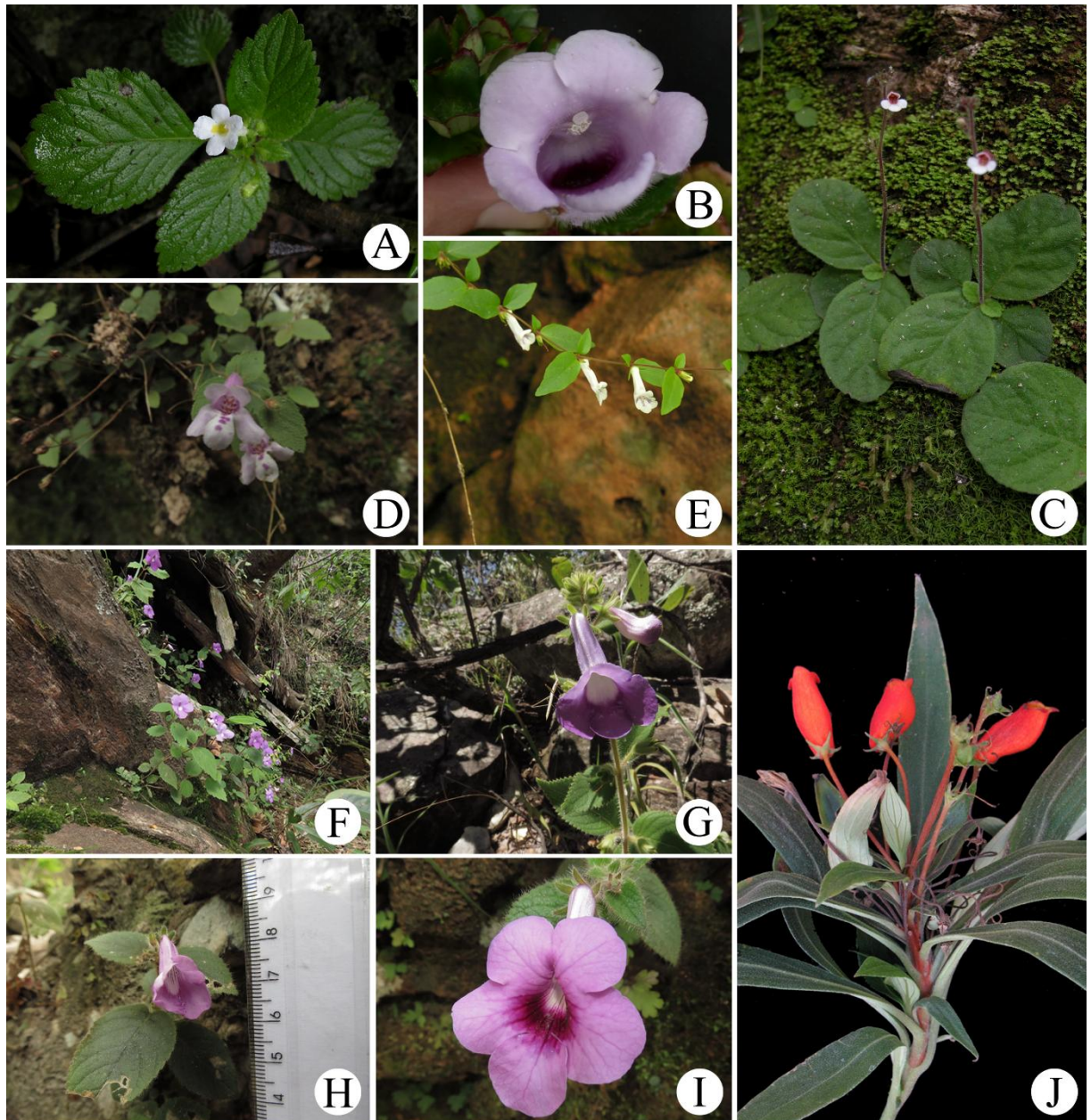


Figura 1. Fotografias das espécies brasileiras de Gloxiniinae. A. *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V. C.Souza (Araujo et al. 500). B. *Gloxinia perennis* Fritsch. (Araujo et al. 468). C. *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan (Araujo et al. 501). D. *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler (Araujo et al. 1065-24). E. *Goyazia rupicola* Taub. (Araujo et al. 545). F. *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems (Araujo et al. 1139). G-H. *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne (Araujo et al. 1111; Araujo et al. 1128). I. *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan (Araujo et al. 1104). J. *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. (Araujo et al. 750). Fotos de A.O.Araujo.

Material utilizado no presente estudo: *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V. C.Souza: Brasil. Minas Gerais: Iguatama, 13.I.2005, A.O. Araujo et al. 500 (G 00436607); São Paulo: Mogi das Cruzes, 4.II.2015, A.O. Araujo 1171 (HUFABC)*. *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems: Brasil. Mato Grosso do Sul: Bonito, 14.III.2003, G.G.

Hatschbach et al. 74705 isótipo (G 00365539)*. *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan: Brasil. Goiás: Caiapônia, 16.I.2005, A.O. Araujo et al. 501 (ESA 090011); Luziânia, 20.I.2005, A.O. Araujo et al. 507 (ESA 090017)*. *Gloxinia perennis* Fritsch: Brasil. São Paulo: Nova Odessa, 19.III.2004, A.O. Araujo et al. 468 (ESA 104588)*; Rio de Janeiro: Paraíba do Sul, 3.V.1939, M. Kuhlmann s/n (SP 40486). *Goyazia petraea* (S.M. Phillips) Wiehler: Brasil. Mato Grosso: Chapada dos Guimarães, 12.I.2004, A.O. Araujo et al. 460 (ESA 85851)*; Mato Grosso: Cuiabá, 11.I.2004, A.O. Araujo et al. 457 (ESA 85848). *Goyazia rupicola* Taub.: Brasil. Goiás: Serra Dourada, 18.I.1966, H.S. Irwin et al. 11751 (UEC 5412)*; Tocantins: Darcinópolis, 31.I.2005, A.O. Araujo et al. 545 (ESA 90055). *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O. Araujo & Chautems: Brasil. São Paulo: Pedregulho, 10.II.2013, A.O. Araujo et al. 1094 (HUFABC)*. *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne.: Brasil. Goiás: Paraúna, 25.I.1991, F. Barros 2173 (SP 247091)*. *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan: Brasil. Maranhão: Carolina, 24.II.2013, A.O. Araujo et al. 1104 (HUFABC)*. *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst.: Brasil. Mato Grosso do Sul: Bela Vista, 11.VIII.2001, V.C. Souza et al. 26817 (ESA 075067); São Paulo: Descalvado, 9.XI.1954, M. Kuhlmann s/n (SP 59059)*.

Para a análise em microscopia óptica, os grãos de pólen foram acetolisados segundo a técnica clássica de acetólise (Erdtman 1960), seguindo modificações propostas por Melhem et al. (2003). Os diâmetros em vista polar e equatorial foram medidos ($n \leq 25$), no período de uma semana (Melhem & Matos 1972; Salgado-Labouriau 1973). Para os demais caracteres tais como, as aberturas e camadas de exina, foram realizadas 10 medidas. As lâminas obtidas foram incorporadas na Palinoteca do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV), como material testemunho.

Dos dados quantitativos obtidos foram calculados 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). As médias entre cada espécie estudada foram comparadas através da análise do intervalo de confiança, dispondo os dados em gráficos, gerados a partir do pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows (Vieira 2011). O teste de Tukey foi realizado e seus resultados foram

representados por linhas horizontais na parte superior dos gráficos dos intervalos de confiança, unindo os valores que não se apresentaram significativamente diferentes.

Para verificar se os dados quantitativos dos grãos de pólen permitiam o agrupamento de espécies, uma análise de componentes principais (ACP) foi realizada utilizando o programa Fitopac (Shepherd 1996) e PC-ORD versão 5 (McCune & Mefford 2011). Para essa análise, foram utilizadas as seguintes variáveis métricas: comprimento do colpo (CCOM), largura do colpo (CLAR), diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE), diâmetro equatorial em vista polar (DEVP), diâmetro polar em vista equatorial (DPVE), comprimento de endoabertura (ECOM), largura de endoabertura (ELAR), índice de área polar (IAP), exina (EXIN), nexina (NEXI), sexina (SEXI), teto (TETO) e forma (FORMA).

As fotomicrografias em microscopia óptica foram realizadas com o fotomicroscópio Bel Photonics, e quanto as eletromicrografias, para a análise em microscopia eletrônica de varredura, a partir de grãos de pólen não acetolisados preparados de acordo com Melhem et al. (2003), utilizou-se os microscópios eletrônicos de varredura modelo JEOL JSM 5410 (Laboratório de Microscopia Eletrônica, FCAV-Jaboticabal) e o modelo PHILIPS XL Serie XL 20, S/W, ver. 5.21. (Instituto de Botânica, São Paulo), enquanto que para análise da ultraestrutura da exina seguiu-se a metodologia proposta por Sabatini et al. (1963) e Haddad et al. (1998), utilizando-se os microscópios eletrônicos de transmissão modelo JEOL JEM 1010 (Laboratório de Microscopia Eletrônica, FCAV-Jaboticabal) e PHILIPS EM 208 (Instituto Biológico de São Paulo).

As descrições polínicas e terminologia adotadas foram baseadas nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt et al. (2007), respectivamente, enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguiram Faegri & Iversen (1966) e o índice de largura do colpo por Gasparino et al. (2013).

Resultados

Descrição geral

Os grãos de pólen das espécies brasileiras da subtribo Gloxiniinae estudados são mônades, pequenos a médios, isopolares, com âmbitos circulares, subcirculares e subtriangulares, suboblatos, oblato-esferoidais e subprolatos, 3-colporados, colpos

longos a muito longos, estreitos, largos ou muito largos, com extremidades afiladas ou arredondadas, com ou sem margem, endoaberturas lalongadas ou lalongadas, algumas vezes de difícil visualização. Exina microrreticulada homobrocada ou reticulada, homo ou hetebrocada, sexina mais espessa que nexina (Figs. 2-4 e Tab. 1-5).

Unidade polínica, tamanho, âmbito e forma

Todas as espécies apresentam grãos de pólen em mônades. São pequenos a médios (Tab. 1), tendo em vista o diâmetro polar em vista equatorial, os tamanhos variaram de 17,02 μm em *Mandirola hirsuta* a 25,00 μm em *Chautemsia calcicola* (Tab. 2). Em relação ao diâmetro equatorial em vista equatorial, os tamanhos foram de 18,50 μm em *Mandirola rupestris* a 27,83 μm em *Chautemsia calcicola* (Tab. 2).

O âmbito dos grãos de pólen foram definidos em circulares para *Gloxinia erinoides* (Fig. 2E), *Goyazia petraea* (Fig. 2I), *G. rupicola* (Fig. 2K), *Mandirola hirsuta* (Fig. 2M) e *Seemannia sylvatica* (Fig. 2S), subcirculares para *Gloxinia perennis* (Fig. 2G) e *Mandirola rupestris* (Fig. 2Q) e subtriangulares para *Chautemsia calcicola* (Fig. 2A), *Gloxinia alterniflora* (Fig. 2C) e *Mandirola multiflora* (Fig. 2O). No entanto, foram verificadas variações em mais de um tipo de âmbito para algumas espécies, como em *Goyazia petraea* (subcircular), *Mandirola hirsuta* (subcircular), *M. multiflora* (circular) e *M. rupestris* (circular).

A forma dos grãos de pólen analisados de acordo com a relação P/E variaram de suboblato em *Gloxinia alterniflora* (Fig. 2D) e *G. erinoides* (Fig. 2F), oblato-esferoidais em *Chautemsia calcicola* (Fig. 2B), *Gloxinia perennis* (Fig. 2H), *Goyazia petraea* (Fig. 2J), *G. rupicola* (Fig. 2L), *Mandirola hirsuta* (Fig. 2N), *M. multiflora* (Fig. 2P) e *Seemannia sylvatica* (Fig. 2T) a subprolato em *Mandirola rupestris* (Fig. 2R). Porém, foram observadas variações dentro das amostras de cada espécie estudada, sendo que em algumas espécies a quantidade observada para um tipo de forma foi mais predominante que o tipo determinado pela média P/E (*Gloxinia alterniflora*, *G. erinoides* e *Mandirola rupestris*) (Tab. 1).

Tabela 1. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae. P = pequenos, M = médios, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial, SO = suboblatos, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, P = prolatos, SP = subprolatos, * = forma predominante.

Espécies	Tamanho	Âmbito	P/E	Forma (variações na amostra)
<i>Chautemsia calcicola</i>	P-M	Subtriangular	0,90	OE* (SO, SP, PE)
<i>Gloxinia alterniflora</i>	P	Subtriangular	0,87	SO (OE*, SP)
<i>Gloxinia erinoides</i>	P	Circular	0,84	SO (OE*)
<i>Gloxinia perennis</i>	P	Subcircular	0,99	OE* (SO, PE, SP)
<i>Goyazia petraea</i>	P	Circular	0,88	OE* (SO, PE, SP)
<i>Goyazia rupicola</i>	P	Circular	0,88	OE* (SO, PE)
<i>Mandirola hirsuta</i>	P	Circular	0,89	OE* (SO, PE)
<i>Mandirola multiflora</i>	P	Subtriangular	0,90	OE* (SO, PE)
<i>Mandirola rupestris</i>	P	Subcircular	1,28	SP (P*, PE)
<i>Seemannia sylvatica</i>	P-M	Circular	0,89	OE* (SO)

Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen das espécies brasileiras pertencentes a Subtribo Gloxiniinae. x = média, sx = desvio padrão da média, s desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, * N ≤ 25.

Espécies	(X _{min} – X _{max})	X ± Sx	s	IC	CV%
Diâmetro Equatorial em vista Polar					
<i>Chautemsia calcicola</i>	(20,00-32,50)	27,50 ± 0,62	3,10	(26,12-28,68)	11,32
<i>Gloxinia alterniflora</i>	(17,95-23,08)	20,51 ± 0,15	0,74	(20,21-20,82)	3,61
<i>Gloxinia erinoides*</i>	(17,95-20,51)	20,19 ± 0,32	0,91	(19,44-20,95)	4,49
<i>Gloxinia perennis</i>	(17,95-23,08)	20,92 ± 0,29	1,29	(20,30-21,54)	6,15
<i>Goyazia petraea</i>	(17,95-20,51)	19,69 ± 0,24	1,22	(19,19-20,19)	6,20
<i>Goyazia rupicola</i>	(17,95-20,51)	19,38 ± 0,26	1,30	(18,85-19,92)	6,70
<i>Mandirola hirsuta</i>	(17,95-20,51)	18,77 ± 0,24	1,22	(18,27-19,27)	6,50
<i>Mandirola multiflora</i>	(17,95-20,51)	19,49 ± 0,26	1,28	(18,96-20,01)	6,58
<i>Mandirola rupestris*</i>	(17,50-20,00)	19,17 ± 0,83	1,44	(15,58-22,75)	7,53
<i>Seemannia sylvatica</i>	(23,08-25,64)	24,31 ± 0,26	1,31	(23,77-24,85)	5,38
Diâmetro Polar em vista Equatorial					
<i>Chautemsia calcicola</i>	(20,00-27,50)	25,00 ± 0,38	1,85	(24,20-25,80)	7,39
<i>Gloxinia alterniflora</i>	(15,38-20,51)	18,36 ± 0,24	1,21	(17,86-18,86)	6,60
<i>Gloxinia erinoides</i>	(15,38-23,08)	17,56 ± 0,43	1,91	(16,67-18,46)	10,88
<i>Gloxinia perennis</i>	(17,95-25,64)	20,35 ± 0,60	2,38	(19,08-21,62)	11,70
<i>Goyazia petraea</i>	(15,38-20,51)	17,23 ± 0,28	1,39	(16,66-17,80)	8,06
<i>Goyazia rupicola</i>	(15,38-17,95)	17,74 ± 0,14	0,71	(17,45-18,04)	4,00
<i>Mandirola hirsuta</i>	(15,38-17,95)	17,02 ± 0,25	1,26	(16,51-17,54)	7,38
<i>Mandirola multiflora</i>	(15,38-20,51)	17,74 ± 0,25	1,26	(17,22-18,26)	7,13
<i>Mandirola rupestris</i>	(20,00-25,00)	23,70 ± 0,36	1,79	(22,96-24,44)	7,53
<i>Seemannia sylvatica</i>	(20,51-23,08)	22,27 ± 0,28	1,22	(21,68-22,86)	5,50
Diâmetro Equatorial em vista Equatorial					
<i>Chautemsia calcicola</i>	(20,00-32,50)	27,83 ± 0,67	3,22	(26,43-29,22)	11,59
<i>Gloxinia alterniflora</i>	(17,95-23,08)	21,13 ± 0,27	1,34	(20,58-21,68)	6,34
<i>Gloxinia erinoides</i>	(17,95-25,64)	20,90 ± 0,34	1,51	(20,19-21,60)	7,20
<i>Gloxinia perennis</i>	(17,95-25,64)	20,51 ± 0,52	2,09	(19,40-21,63)	10,21
<i>Goyazia petraea</i>	(17,95-20,51)	19,49 ± 0,26	1,28	(18,96-20,01)	6,58
<i>Goyazia rupicola</i>	(17,95-20,51)	20,10 ± 0,19	0,96	(19,71-20,50)	4,77
<i>Mandirola hirsuta</i>	(17,95-20,51)	19,18 ± 0,26	1,31	(18,64-19,72)	6,82
<i>Mandirola multiflora</i>	(17,95-20,51)	19,69 ± 0,24	1,22	(19,19-20,19)	6,20
<i>Mandirola rupestris</i>	(15,00-22,50)	18,50 ± 0,35	1,77	(17,77-19,23)	9,56
<i>Seemannia sylvatica</i>	(23,08-25,64)	25,10 ± 0,25	1,07	(24,58-25,62)	4,28

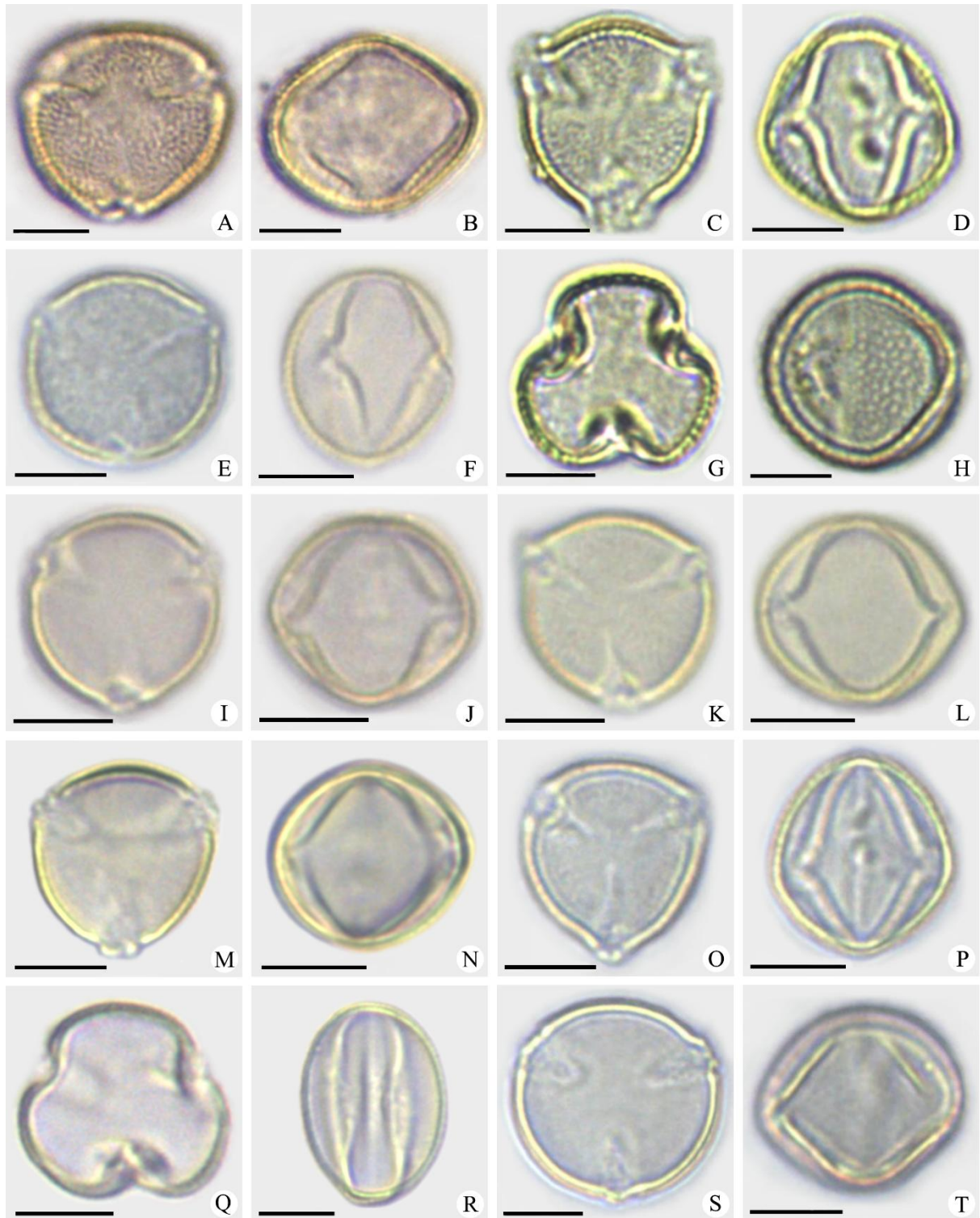


Figura 2. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza. C-D *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems. E-F *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. G-H *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. I-J *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler. K-L *Goyazia rupicola* Taub. M-N *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems. O-P *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. Q-R *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan. S-T *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S – Vista polar, com destaque para o âmbito; B, D, F, H, J, L, N, P, R, T – Vista equatorial, com destaque para a forma. Escalas = 10 µm.

Abertura, ornamentação e estrutura da Exina

Quanto à abertura, todas as espécies estudadas são 3-colporadas, apresentam colpos longos (*Gloxinia alterniflora*, Tab. 3) a muito longos, estes são estreitos (em *Chautemsia calcicola*, Fig. 3A e *Mandirola rupestris*, Fig. 3Q), largos (em *Goyazia rupicola*, Fig. 3K e *Mandirola hirsuta*, Fig. 3M) ou muito largos (demais espécies, Tab. 3), com margem ou não (*Chautemsia calcicola*, Fig. 2A), as extremidades dos colpos são arredondadas nas espécies de *Gloxinia* (Fig. 2C, E, G), *Mandirola hirsuta*, *M. rupestris* (Fig. 2M, Q) e *Seemannia sylvatica* (Fig. 2S) e afiladas em *Chautemsia calcicola* (Fig. 2A), *Goyazia petraea*, *G. rupicola* (Fig. 2I, K) e *Mandirola multiflora* (Fig. 2O). Em relação as endoaberturas, nota-se em *Chautemsia calcicola*, o tipo lalongada (compr. = 1,8 μm e larg. = 5,40 μm), enquanto que as demais espécies apresentam endoaberturas lolongadas (Fig. 3, Tab. 3).

O padrão de ornamentação da exina das espécies foi analisado através da microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, revelando variações desde microrreticulada homobrocada, presente nos gêneros *Chautemsia* (Fig. 3B-B'), *Goyazia* (Fig. 3J-J', L-L', Fig. 4F-H), *Mandirola* (Fig. 3N-N', P-P', R-R', Fig. 4I) e *Seemannia* (Fig. 3T-T', Fig. 4J-K) a reticulada, presente apenas no gênero *Gloxinia* (Fig. 3D-D', F-F', H-H', Fig. 4A-D). As medidas de exina foram de 1,27-2,36 μm em exina total, 0,99-1,99 μm em sexina e 0,29-0,37 μm em nexina (Tab. 4). Quanto aos retículos, *Gloxinia erinoides* possui retículos homobrocados (Fig. 3F-F', Fig. 4A-B), enquanto que em *G. alterniflora* e *G. perennis*, estes são heterobrocados (Fig. 3D-D', H-H', Fig. 4C-D).

A análise da estrutura da exina dos grãos de pólen de *Gloxinia perennis* e *Seemannia sylvatica* (Fig. 4), sob microscopia eletrônica de transmissão (MET) mostra que o teto é contínuo em *G. perennis* (Fig. 4E) e levemente ondulado, em *S. sylvatica* (Fig. 4L) compacto, descontínuo, tão espesso quanto a nexina. A camada infratectal possui columelas longas de diferentes diâmetros, próximas umas das outras, às vezes incompletas e geralmente mais espessas na região próxima a nexina 1. A nexina nitidamente subdividida em nexina 1 e nexina 2 em *S. sylvatica*; nexina 1 espessa, ondulada na parte voltada para a sexina em *S. sylvatica* e enquanto *G. perennis*, a nexina 1 se mostra mais linear. A nexina 2 é delgada e lamelada e a intina espessa para as duas espécies.

Tabela 3. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae. Colpo = número de colpos, IAP = Índice de área polar, LA = lalongada, LO = lolongada.

Espécies	Colpo	IAP	Índice de largura do colpo	Endoabertura	Exina
<i>Chautemsia calcicola</i>	3	0,15	9,97	LA	Microrreticulada
<i>Gloxinia alterniflora</i>	3	0,31	4,11	LO	Reticulada
<i>Gloxinia erinoides</i>	3	0,12	4,07	LO	Reticulada
<i>Gloxinia perennis</i>	3	0,24	3,99	LO	Reticulada
<i>Goyazia petraea</i>	3	0,13	4,00	LO	Microrreticulada
<i>Goyazia rupicola</i>	3	0,13	6,52	LO	Microrreticulada
<i>Mandirola hirsuta</i>	3	0,15	5,48	LO	Microrreticulada
<i>Mandirola multiflora</i>	3	0,12	4,51	LO	Microrreticulada
<i>Mandirola rupestris</i>	3	0,21	8,44	LO	Microrreticulada
<i>Seemannia sylvatica</i>	3	0,21	4,66	LO	Microrreticulada

Tabela 4. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e camadas da exina dos grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxiniinae, $n \leq 10$. Compr. = comprimento, Larg. = largura.

Espécies	Colpo		Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Compr.	Larg.				
<i>Chautemsia calcicola</i>	19,59	2,79	1,81	5,40	2,36	1,99	0,37	0,37
<i>Gloxinia alterniflora</i>	13,90	3,50	5,32	3,70	1,82	1,53	0,29	0,22
<i>Gloxinia erinoides</i>	13,90	3,50	5,32	3,70	1,27	0,99	0,29	0,22
<i>Gloxinia perennis</i>	13,90	3,50	5,32	3,70	1,77	1,49	0,29	0,22
<i>Goyazia petraea</i>	12,79	3,32	4,43	2,78	1,38	1,10	0,29	0,22
<i>Goyazia rupicola</i>	12,79	2,10	4,61	2,22	1,38	1,10	0,29	0,22
<i>Mandirola hirsuta</i>	12,52	3,50	5,15	3,70	1,39	1,10	0,29	0,22
<i>Mandirola multiflora</i>	13,90	2,97	4,79	2,96	1,38	1,10	0,29	0,22
<i>Mandirola rupestris</i>	16,68	2,19	3,52	2,13	1,82	1,52	0,30	0,24
<i>Seemannia sylvatica</i>	15,02	3,67	5,67	3,70	1,77	1,49	0,29	0,22

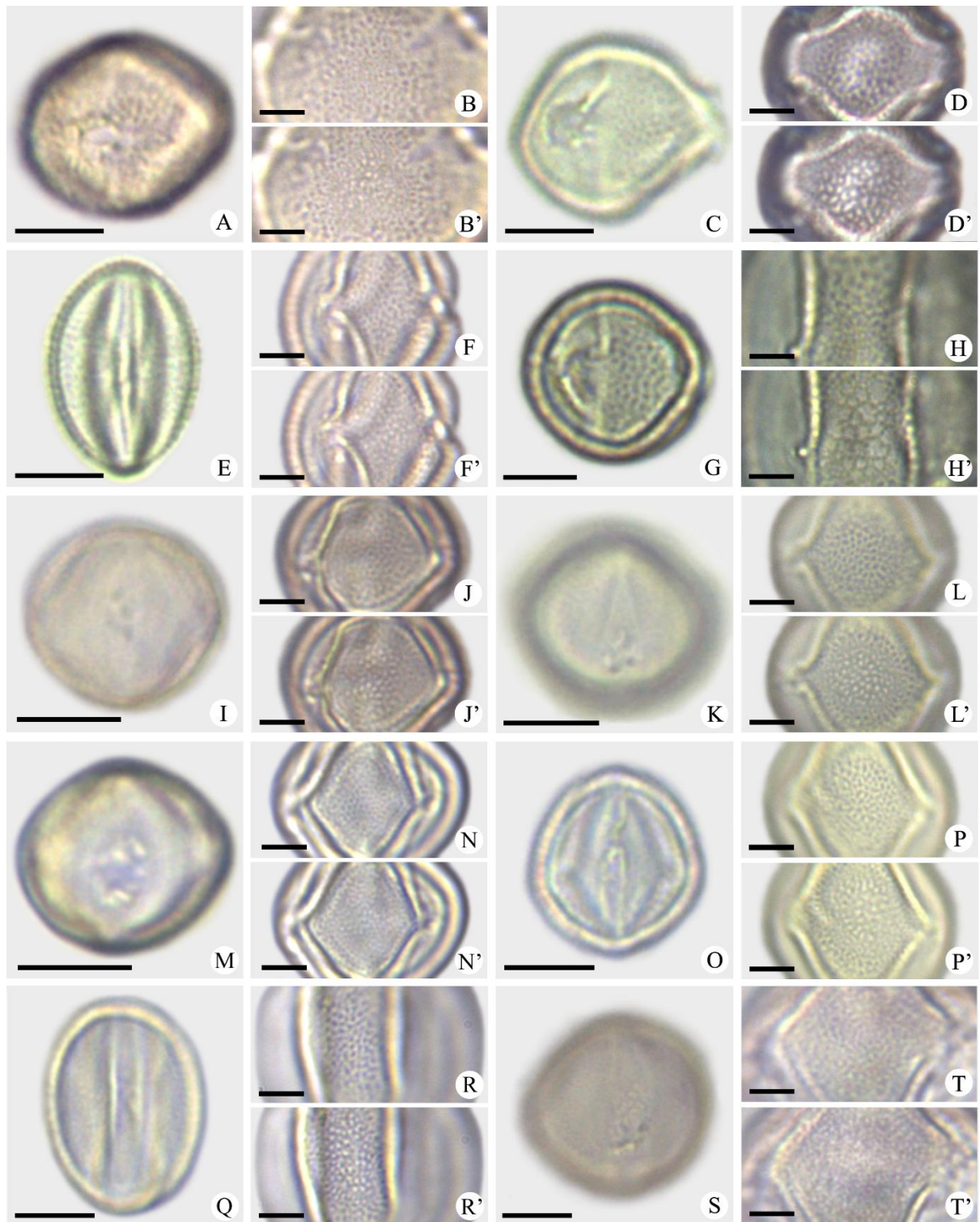


Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B' *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza. C-D' *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems. E-F' *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. G-H' *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. I-J' *Goyazia petraea* (S.M.Phillips) Wiehler. K-L' *Goyazia rupicola* Taub. M-N' *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems. O-P' *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. Q-R' *Mandirola rupestris* (Gardner) Roalson & Boggan. S-T' *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. A, C, E, G, I, K, M, O, Q e S – Vista equatorial com destaque para as aberturas (Escala = 10 μ m); B-B', D-D', F-F', H-H', J-J', L-L', N-N', P-P', R-R' e T-T' – Análise de LO em foco alto e foco baixo (Escala = 5 μ m).

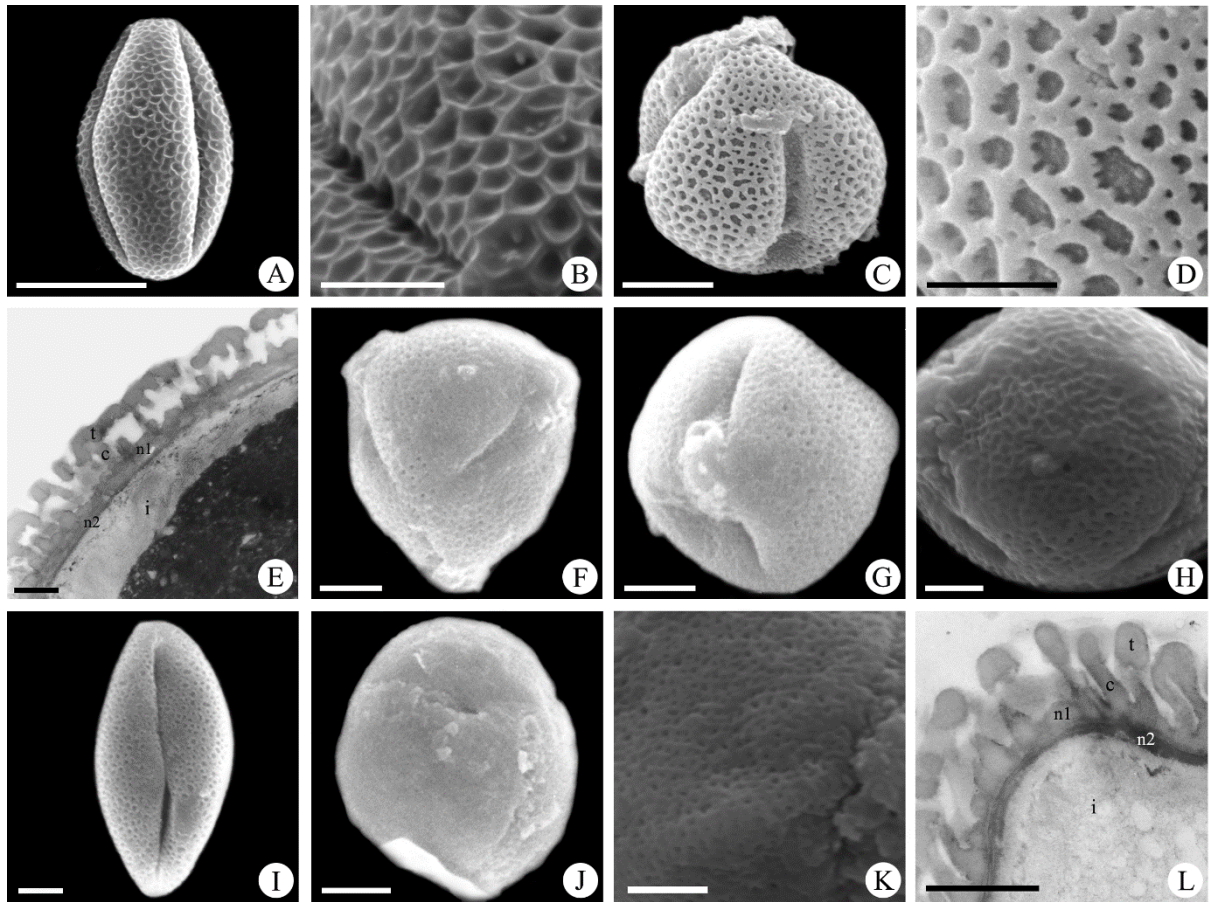


Figura 4. Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen de *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A-B *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan. A. Vista equatorial (MEV). B. Detalhe da ornamentação (MEV). C-E *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. C. Vista polar (MEV). D. Detalhe da ornamentação (MEV). E. Detalhe da estrutura da parede (MET). F-H *Goyazia rupicola* Taub. F. Vista polar (MEV). G. Vista equatorial (MEV). H. Detalhe da ornamentação (MEV). I *Mandirola multiflora* (Gardner) Decne. I. Vista equatorial (MEV). J-L *Seemannia sylvatica* (Kunth) Hanst. J. Vista polar (MEV). K. Detalhe da ornamentação. L. Detalhe da estrutura da parede (MET). (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas: E = 500 nm; L = 750 nm; B, D, H e K = 2 μ m; C, F, G, I, e J = 5 μ m; A = 10 μ m.

Análise gráfica de Intervalo de confiança da média a 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 (Fig. 5A, B), observou-se que em ordem crescente de médias, *Mandirola hirsuta*, *Goyazia petraea*, *Gloxinia erinoides*, *Goyazia rupicola*, *Mandirola multiflora* e *Gloxinia alterniflora* apresentaram os menores valores de diâmetros polares em vista equatorial (DPVE), formando um grande grupo contínuo caracterizado pelo menor tamanho dos grãos de pólen (Fig. 5A), enquanto que *Gloxinia perennis* e *Seemannia sylvatica* possuem valores

intermediários, constituindo-se grupos distintos pelos valores medianos. Já os maiores valores de DPVE foram observados em *Mandirola rupestris* e *Chautemsia calcicola* (Fig. 5A).

Quanto ao diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) (Fig. 5B), os grãos de pólen de *Mandirola rupestris*, *M. hirsuta*, *Goyazia petraea*, *Mandirola multiflora*, *Goyazia rupicola*, *Gloxinia perennis*, *G. erinoides* e *G. alterniflora* formam um grande grupo contínuo definido pelos menores valores de diâmetros. Por outro lado, *Seemannia sylvatica* foi a única a apresentar valores intermediários entre as espécies analisadas e por fim, *Chautemsia calcicola* foi a espécie que apresentou os maiores grãos de pólen, com base no DEVE (Fig. 5B).

Pode-se inferir algumas considerações relevantes através da análise do intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey sobre as espécies estudadas, sendo elas: espécies de *Gloxinia* variaram quanto aos tamanhos de grãos de pólen em DPVE (Fig. 5A), no qual *G. perennis* possui grãos de pólen maiores (grupo intermediário do gráfico) que *G. erinoides* e *G. alterniflora*, mas ainda são classificados dentro do intervalo para grãos de pólen definidos como pequenos (Tab. 2), e quando observados em DEVE (Fig. 5B), estas espécies não se separam. Outra consideração, *Mandirola rupestris* está agrupada juntamente com *Chautemsia calcicola* (maiores valores em DPVE – Fig. 5A), e separando-se de *M. hirsuta* e *M. multiflora*, tal fato pode ser explicado pelo tamanho pronunciado em DPVE de *M. rupestris*, característico de grãos de pólen que tendem a serem prolatos (Tab. 2), e se equiparam aos valores de DPVE de *C. calcicola*. No entanto, em DEVE (Fig. 5B) os valores de *M. rupestris* se equiparam aos valores de grãos de pólen de tamanho pequeno das outras espécies, separando-se de *C. calcicola*.

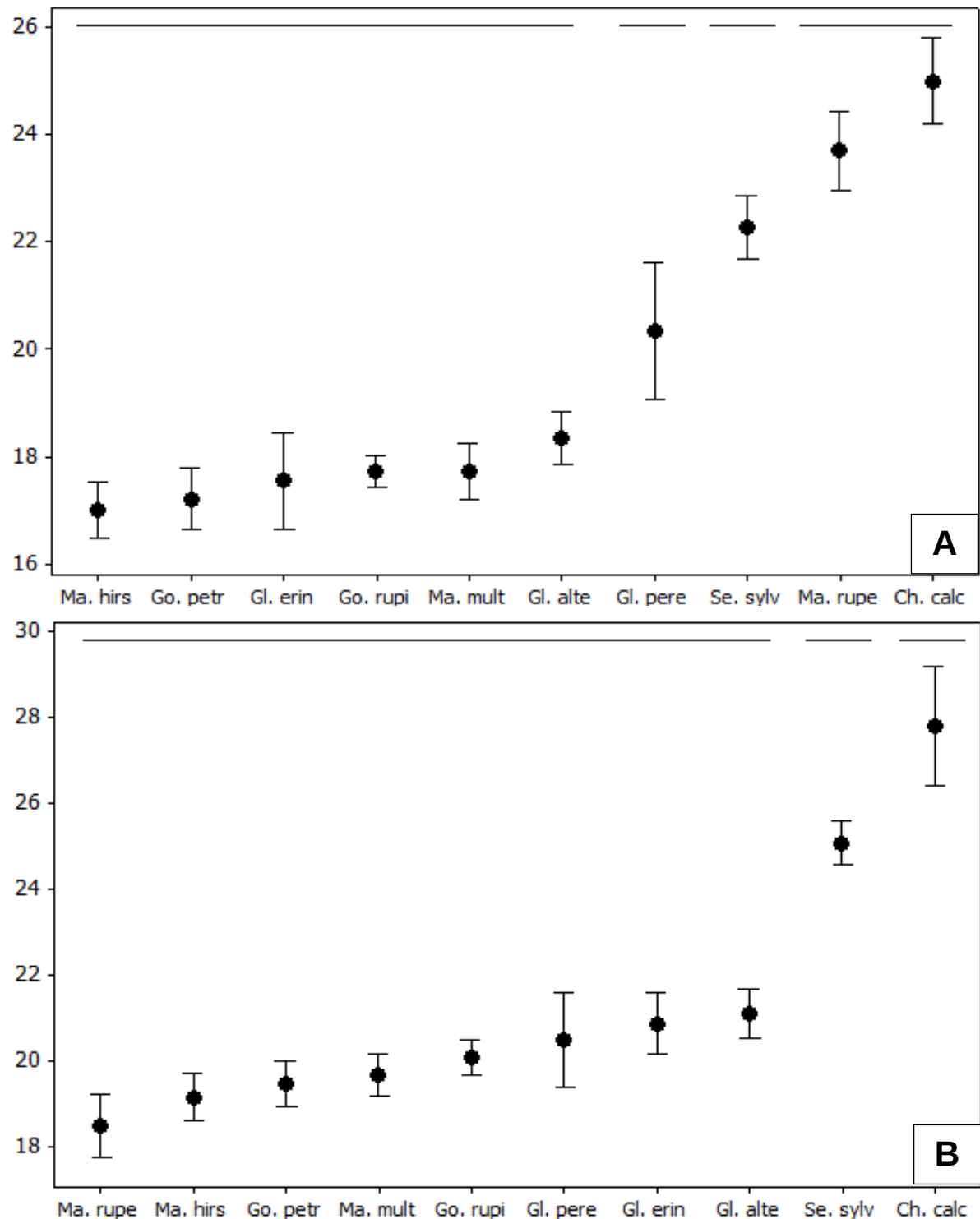


Figura 5. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen de *Chautemsia* A.O.Araujo & V.C.Souza, *Gloxinia* L'Hér., *Goyazia* Taub., *Mandirola* Decne. e *Seemannia* Regel. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Ch. calc = *Chautemsia calcicola*, Gl. alte = *Gloxinia alterniflora*, Gl. erin = *Gloxinia erinoides*, Gl. pere = *Gloxinia perennis*, Go. petr = *Goyazia petraea*, Go. rupi = *Goyazia rupicola*, Ma. hirs = *Mandirola hirsuta*, Ma. mult = *Mandirola multiflora*, Ma. rupe = *Mandirola rupestris*, Se. sylv = *Seemannia sylvatica*.

Análise de componentes principais (ACP)

A análise de componentes principais representa uma análise exploratória dos dados e seus dois primeiros eixos (Fig. 6) resumiu 85,46% da variabilidade total dos dados quantitativos, sendo as variáveis métricas mais representativas, comprimento e largura da endoabertura, respectivamente no eixo 1 (ECOM, ELAR) e largura da endoabertura (ELAR) e largura do colpo (CLAR) para o eixo 2 (Tab. 5).

O primeiro eixo da ACP explicou sozinho 59,36% da variabilidade das medidas analisadas, estando *Chautemsia calcicola* ordenada no lado negativo do eixo, distantemente das demais espécies devido aos maiores valores de largura da endoabertura e espessura da sexina, sendo a única espécie que possui endoabertura lalongada e sexina mais espessa. Ainda no lado negativo do eixo, é possível notar a disposição das espécies *Mandirola rupestris* e *Seemannia sylvatica* e estas foram separadas das demais, principalmente pelas medidas de abertura e IAP (Fig. 6, Tab. 5).

O eixo 2 da ACP, contribuiu com 26,10% da variabilidade dos dados amostrados para os grãos de pólen das espécies, e foi responsável por posicionar *Goyazia petraea*, *G. rupicola* e *Mandirola multiflora* do lado negativo do eixo por apresentarem os menores valores das variáveis métricas (Fig. 6). Considerando o lado positivo do eixo 2, as espécies de *Gloxinia* (*G. alterniflora*, *G. erinoides* e *G. perennis*) e *Mandirola hirsuta* foram agrupadas de acordo com as variáveis de largura da abertura e comprimento da endoabertura (Fig. 6, Tab. 5).

Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DEVP	(Diâmetro equatorial em vista polar)	-0.2668	0.1636
DPVE	(Diâmetro polar em vista equatorial)	-0.3038	-0.0984
DEVE	(Diâmetro equatorial em vista equatorial)	-0.2578	0.2080
CCOM	(Comprimento do colpo)	-0.3205	-0.0816
CLAR	(Largura do colpo)	0.0642	0.5625
ECOM	(Comprimento da endoabertura)	0.5972	0.3917
ELAR	(Largura da endoabertura)	-0.3434	0.6430
EXIN	(Exina)	-0.2915	0.0186
SEXI	(Sexina)	-0.3027	0.0245
NEXI	(Nexina)	-0.0506	-0.0074
TETO	(Teto)	-0.0926	-0.0110
FORMA	(Forma dos grãos de pólen)	-0.0260	-0.1630
IAP	(Índice de área polar)	-0.0154	0.0514

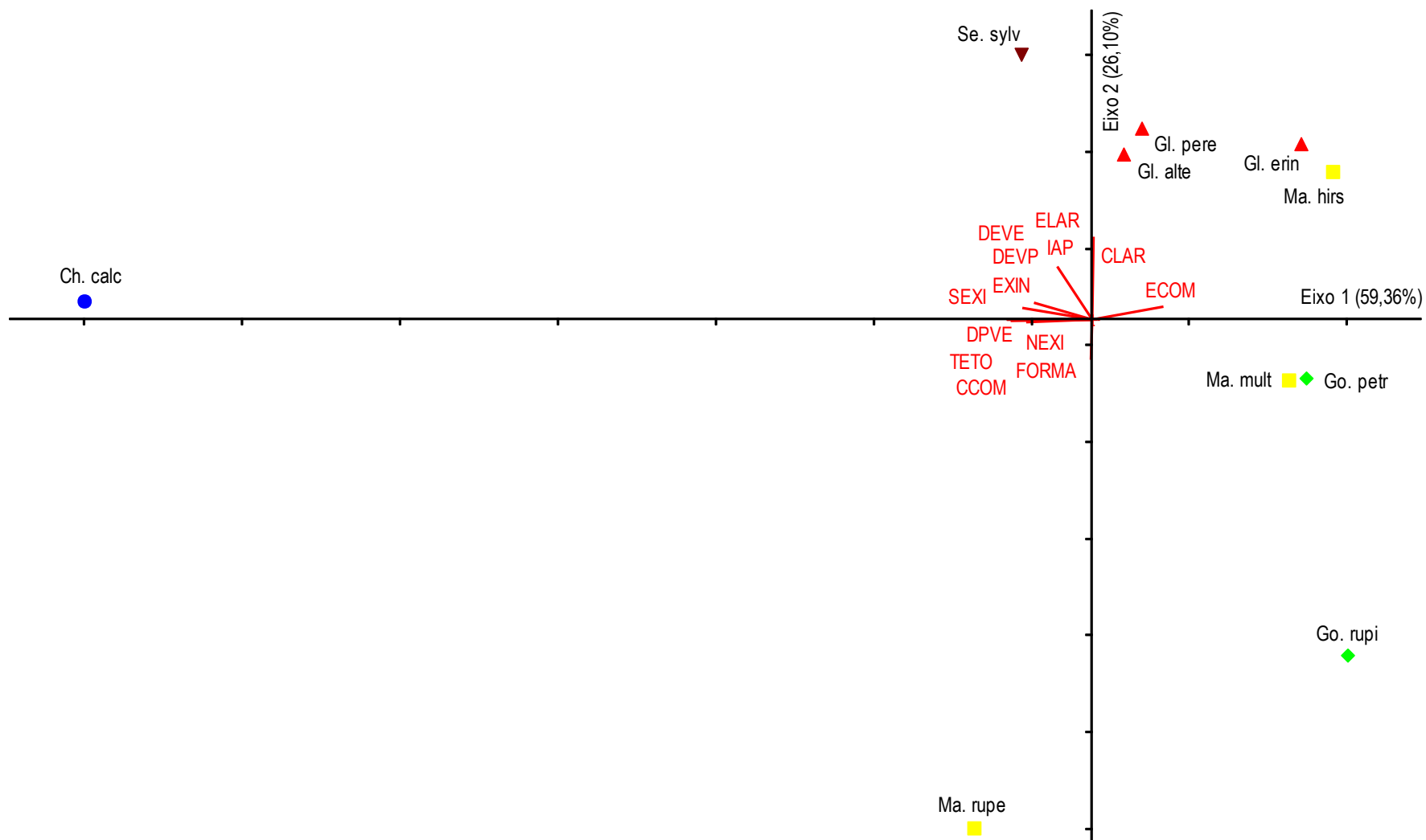


Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de Gloxiniinae em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Ch. calc = *Chautemsia calcicola*, Gl. alte = *Gloxinia alterniflora*, Gl. erin = *Gloxinia erinoides*, Gl. pere = *Gloxinia perennis*, Go. petr = *Goyazia petraea*, Go. rupi = *Goyazia rupicola*, Ma. hins = *Mandirola hirsuta*, Ma. mult = *Mandirola multiflora*, Ma. rupe = *Mandirola rupestris*, Se. sylv = *Seemannia sylvatica*.

Discussão

Os grãos de pólen das espécies brasileiras da Subtribo Gloxininae foram estudadas anteriormente apenas nos trabalhos Howard (1975), Williams (1978), Filice et al. (1981), Xifreda (1996) e Gasparino (2008). Não foram encontrados estudos palinológicos para as espécies *Chautemsia calcicola* A.O.Araujo & V.C.Souza e *Gloxinia alterniflora* A.O.Araujo & Chautems, pois tratam-se de novas espécies e novo gênero *Chautemsia* descritos e classificados recentemente na tradicional tribo Gloxinieae por Araujo et al. (2010 a; b), portanto o presente estudo é inédito para estas espécies.

Roalson et al. (2005b) restabeleceram o gênero *Mandirola* Decne. considerando-o mais proximamente relacionado com *Goyazia* Taub. Posteriormente, com base em dados morfológicos e moleculares, Araujo (2007) sinonimizou *Goyazia* com o gênero *Mandirola*, pois este último, na circunscrição aceita por Roalson et al. (2005b) é polifilético. No trabalho de Araujo et al. (2010a), resultados muito similares foram encontrados em relação aos gêneros *Mandirola* e *Goyazia*, indicando que as espécies anteriormente reconhecidas em *Goyazia* Taub. deveriam ser incluídas em *Mandirola*, para tornar este gênero monofilético.

Howard (1975) analisou a morfologia polínica *Goyazia villosa* (Gardner) R.A. Howard, descrevendo os grãos de pólen da espécie como prolato-esferoidais a prolatos, tricolpados, colpos longos, com membrana granulada e exina reticulada. Porém, Gasparino (2008) estudou as espécies de *Mandirola multiflora* (tratada pelo autor como *M. hirsuta*), *M. petraea* e *M. rupicola* (as duas últimas espécies são atualmente tratadas como *Goyazia petraea* e *G. rupicola*, respectivamente) definindo os grãos de pólen em prolato-esferoidais a subprolatos, tricolporados e microrreticulados. Os dados aqui apresentados corroboram o trabalho de Gasparino (2008) quanto à presença de endoabertura e ornamentação microrreticulada, e diverge quanto à forma dos grãos de pólen. E não corrobora com Howard (1975) quanto à forma, ausência de endoabertura e ornamentação reticulada.

As espécies de *Mandirola* e *Goyazia* analisadas no presente trabalho apresentam variações quanto ao âmbito, à forma, largura e às extremidades dos colpos. Porém, foram observadas variações dentro da amostra para as espécies estudadas quanto ao âmbito e à forma, tais diferenças tornam difícil a separação a

nível de espécie. Através dos dados quantitativos é nítida a estreita relação entre os gêneros, tanto pelo tamanho, observado na análise do intervalo de confiança a 95% (Fig. 5, com destaque para Fig. 5B), como pela análise de componentes principais (ACP) (Fig. 6), o que palinologicamente demonstra a proximidade entre as espécies dos respectivos gêneros.

Segundo Wiehler (1976), o gênero *Gloxinia* era composto por 15 espécies. Entretanto, Roalson et al. (2005b) com base em análises filogenéticas, relataram que algumas espécies presentes em *Gloxinia* deveriam passar por reformulações. Desta forma, atualmente o gênero *Gloxinia* inclui apenas quatro espécies, *G. alterniflora* A.O. Araujo & Chautems, *G. erinoides*, *G. perennis* e *G. xanthophylla* (Poeppig) E.H. Roalson & J.K. Boggan.

Em seu trabalho, Williams (1978) analisou a morfologia polínica de espécies da tradicional tribo Gloxinieae, entre elas, *Gloxinia perennis* (L.) Fritsch. O autor descreveu os grãos de pólen da tribo como sendo 3-colpados a 3-colporados e quanto à forma prolato-esferoidal a prolato. Filice et al. (1981) estudaram os grãos de pólen de dez espécies de Gesneriaceae da Argentina, e descreveram a morfologia polínica de *Gloxinia erinoides* (DC.) Roalson & Boggan tratada pelas autoras dentro do gênero *Koellikeria*. Os grãos de pólen foram descritos nesse trabalho como pequenos, subprolotos, tricolporoidados, com colpos longos e com margem e exina microrreticulada. Já Gasparino (2008), em seu estudo com nove espécies brasileiras pertencentes a tribo Gloxinieae e tribo Sphaerorrhizeae, descreveu os grãos de pólen de *Gloxinia erinoides* e *Gloxinia perennis*, como pequenos, oblato-esferoidais, 3-colporados, colpos longos, extremidades arredondadas e ornamentação reticulada. No presente estudo, os dados descritos divergem de Williams (1978) quanto à forma e de Filice et al. (1981), quanto à forma e ornamentação microrreticulada. No entanto, os dados são similares com o estudo de Gasparino (2008).

Comparando-se as espécies de *Gloxinia* estudadas neste trabalho, pode-se inferir distinções entre elas, principalmente quanto ao âmbito, à forma, ao comprimento do colpo e aos detalhes da ornamentação. Porém, considerando-se todas as espécies estudadas de Gloxiniinae, é possível separar qualitativamente as Gloxínias dos gêneros *Chautemsia*, *Goyazia*, *Mandirola* e *Seemannia*, apenas pela ornamentação reticulada, já que estes gêneros apresentam ornamentação

microrreticulada. Logo, a ornamentação é um caráter polínico importante para a distinção em nível de gênero.

Xifreda (1996) estudou os grãos de pólen de duas espécies de *Seemannia* Regel, *Seemannia gymnostoma* (Griseb.) Toursark. e *S. nematanthodes* (Kuntze) Schum., ambas tratadas pela autora em *Gloxinia*. Baseada em análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a autora descreveu os grãos de pólen com ornamentação reticulado-perfurada com lumens angulares em *S. gymnostoma* ou circulares em *S. nematanthodes*. Gasparino (2008) também analisou a morfologia polínica de duas espécies de *Seemannia* Regel, *Seemannia purpurascens* Rusby e *S. sylvatica* (Kunth) Hanst. Em *S. sylvatica*, os grãos de pólen foram descritos como pequenos, circulares, prolato-esferoidais, 3-colporados, com extremidades arredondadas e ornamentação microrreticulada. O trabalho aqui proposto concorda em sua grande maioria com os dados polínicos de Gasparino (2008), porém diferem quanto à forma, sendo que grãos de pólen analisados neste estudo são oblato-esferoidais. E divergem de Xifreda (1996) quanto à ornamentação, pois aqui é descrita como microrreticulada.

Apesar da morfologia polínica variar pouco nas espécies de Gloxiniinae analisadas, como já relatado por Williams (1978) para tribo Gesnerieae em geral, foram observadas variações entre os grãos de pólen principalmente quanto ao âmbito, à forma, ao comprimento, à largura e às extremidades dos colpos, à presença ou não de margem e tipo de endoabertura. A ornamentação da exina possibilitou a separação de *Chautemsia*, *Goyazia*, *Mandirola* e *Seemannia* em microrreticulados, e *Gloxinia* em reticulado homobrocado (*G. erinoides*) ou heterobrocado (*G. alterniflora* e *G. perennis*). A análise de componentes principais (ACP) a partir das variáveis métricas dos grãos de pólen estudados, foi responsável por separar *Chautemsia calcicola* das demais espécies, pelas medidas de largura da endoabertura e espessura da sexina, já que esta é a única espécie que apresenta endoabertura lalongada e sexina mais espessa. Contudo, para as três espécies de *Mandirola* estudadas e duas de *Goyazia*, nota-se a estreita relação entre elas tanto pelos dados qualitativos como quantitativos, dificultando a separação das mesmas entre os seus respectivos gêneros, desta forma, torna-se necessário mais estudos com análise minuciosa para os gêneros indicados.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos curadores dos herbários SP (Instituto de Botânica, São Paulo, Brasil), HUABC (Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, Brasil) e ao Mauro Peixoto pelos materiais polínicos concedidos para o presente estudo e ao Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto pelas contribuições e discussão dos resultados. Por fim, os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2011/20269-9 e 2015/02707-0) pelo Auxílio à Pesquisa e pela Bolsa de Mestrado concedidos.

Referências

- Araujo AO. 2007. Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L' Hér. *sensu lato* (Gesneriaceae). PhD Thesis, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brazil.
- Araujo AO, Souza VC, Perret M. 2010a. *Chautemsia calcicola*: A new genus and species of Gloxinieae (Gesneriaceae) from Minas Gerais, Brazil. *Taxon* 59: 203-208.
- Araujo AO, Souza VC, Chautems A. 2010b. Estudos taxonomicos em *Gloxinia* s.l. (Gesneriaceae) - I: uma nova espécie do Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia* 61(Supl.): S67-S72.
- Araujo AO, Souza VC, Chautems A. 2012. Estudos taxonômicos em Gloxinieae (Gesneriaceae) – notas nomenclaturais. *Acta Botanica Brasilica* 26: 891-900.
- Barth OM, Melhem TS. 1988. Glossário ilustrado de Palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brazil.
- Boggan JK, Roalson EH, Skog LE. 2008. A review of the Neotropical genera *Amalophyllon*, *Niphaea* and *Phinaea* (Gesneriaceae – Gloxinieae). *Selbyana* 29: 157–176.
- Chautems A. 1991. A família Gesneriaceae na região cacaueira do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 14: 51-59.
- Citerne HL, Möller M, Cronk QCB. 2000. Diversity of cycloidea-like genes in Gesneriaceae in relation to floral symmetry. *Annals of Botany* 86: 167-176.

- Clark JL, Herendeen PS, Skog LE, Zimmer EA. 2006. Phylogenetic relationships and generic boundaries in the Episcieae (Gesneriaceae) inferred from nuclear, chloroplast, and morphological data. *Taxon* 55: 313-336.
- Clark JL, Funke MM, Duffy AM, Smith JF. 2012. Phylogeny of a Neotropical clade in the Gesneriaceae: more tales of convergent evolution. *International Journal of Plant Sciences* 173: 894–916.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Faegri G, Iversen J. 1966. Textbook of modern pollen analysis. 2th ed. Scandinavian University Books, Copenhagen, Denmark.
- Filice MAC, Sanchis AM, Villar LM. 1981. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 2: 77-89.
- Fritze KJ, Williams NH. 1988. The taxonomic significance of pollen morphology in the *Columnea* alliance (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 168-191.
- Gasparino EC. 2008. Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no Estado de São Paulo. PhD Thesis, Instituto de Botânica, São Paulo, Brazil.
- Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems, A. 2010. Palinotaxonomia de Gesneriaceae, com ênfase nas espécies brasileiras. In: Absy ML, Matos FDA, Amaral IL. (eds.) *Diversidade Vegetal Brasileira: Conhecimento, Conservação e Uso*, Manaus, Sociedade Botânica do Brasil. p. 466-471.
- Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems A. 2013. Pollen Morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). *Grana* 52: 258-274.
- Haddad A, Sesso A, Attias M, Farina M, Meirelles MN, Siveira M, Benchimol M, Soares MJ, Barth OM, Machado RD, Souto-Padrón T, Souza W. 1998. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. Sociedade Brasileira de Microscopia: Rio de Janeiro, Brazil.
- Howard RA. 1975. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Journal of Arnold Arboretum* 56: 364-368.

- Mayer V, Möller M, Perret M, Weber A. 2003. Phylogenetic position and generic differentiation of Epithemateae (Gesneriaceae) inferred from plastid DNA sequence data. *American Journal of Botany* 90: 321-329.
- McCune B, Mefford MJ. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melhem TS, Matos MER. 1972. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. *Labiatae*. *Hoehnea* 2: 1-10.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Golçalves-Esteves VL. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo* 16: 1-104.
- Perret M, Chautems A, Spichiger R, Kite G, Savolainen V. 2003. Systematic and evolution of tribe Sinningieae (Gesneriaceae): evidence from phylogenetic analyses of six plastid DNA regions and nuclear *ncpGS*. *American Journal of Botany* 90: 445-460.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Paleobotany and Palynology* 143:1-81.
- Roalson EH, Boggan JK, Skog LE, Zimmer EA. 2005a. Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). I. Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast, and morphological cladistic datasets. *Taxon* 54: 389-410.
- Roalson EH, Boggan JK, Skog LE. 2005b. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of new tribe in the Gesnerioideae Sphaerorrhizeae. *Selbyana* 25: 225-238.
- Sabatini DD, Bensch K, Barnett RJ. 1963. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *Journal of Cellular Biology* 17: 19-58.
- Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, Brazil.
- Shepherd GJ. 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Brazil.
- Smith JF. 1996. Tribal relationships within Gesneriaceae: a cladistic analysis of morphological data. *Systematic Botany* 21: 497-513.

- Smith JF. 2000. Phylogenetic resolution within the tribe Episcieae (Gesneriaceae): congruence of ITS and *ndhF* sequences from parsimony and maximum-likelihood analyses. *American Journal of Botany* 87: 883-897.
- Smith JF, Wolfram JC, Brown KD, Carrol CL, Denton DS. 1997. Tribal relationships in the Gesneriaceae: evidence from DNA sequences of the chloroplast gene *ndhF*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 84: 50-66.
- Souza VC, Lorenzi H. 2012. *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. 3ª ed. Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, Brazil.
- Vieira, S. 2011. *Introdução à Bioestatística*. 4ª ed. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro, Brazil.
- Weber A. 2004. Gesneriaceae. *In*: K. Kubitzki and J. W. Kadereit [eds.] *The Families and Genera of Vascular Plants*, Springer Verlag, Berlin 7: 63-158.
- Weber A, Clark JL, Moller M. 2013. A new formal classification of Gesneriaceae. *Selbyana* 31: 68-94.
- Wiehler, H. 1976. A report on the classification of *Achimenes*, *Eucodonia*, *Gloxinia*, *Goyazia* and *Anetanthus* (Gesneriaceae). *Selbyana* 1: 374-404.
- Wiehler H. 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 6: 1-219.
- Williams NH. 1978. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 2: 310-322.
- Xifreda CC. 1996. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana* 34: 383-388.
- Zimmer EA, Roalson EH, Skog LE, Boggan JK, Idnurm A. 2002. Phylogenetic relationships in the Gesnerioideae (Gesneriaceae) based on nrDNA ITS and cpDNA *trnL-F* and *trnE-T* spacer region sequences. *American Journal of Botany* 89: 296-311.

CAPÍTULO 3 – Análise da morfologia polínica e suas implicações taxonômicas em populações naturais de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. (Gloxiniinae - Gesneriaceae) endêmicas do Cerrado¹

Resumo A morfologia polínica de 24 populações naturais de *Mandirola* Decne. e 12 de *Goyazia* Taub. endêmicas do Cerrado foi analisada no presente estudo, a fim de contribuir para o melhor conhecimento e delimitação morfológica deste complexo. Foram analisados em média três indivíduos de cada população, os grãos de pólen foram acetolisados, medidos ($n \leq 25$), fotografados e descritos qualitativamente em microscopia óptica. Os dados quantitativos foram analisados através de estatísticas descritiva e multivariada. Para elucidar detalhes da ornamentação e da estrutura da exina, grãos de pólen não acetolisados foram preparados em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão. Os grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* e *Goyazia* estudadas apresentaram diferenças intra e interpopulacional principalmente quanto ao âmbito, à forma, ao comprimento, à largura e às extremidades dos colpos. A ACP não foi capaz de ordenar a separação dos gêneros, e estes se mostraram próximos entre si, não apresentando nenhuma relação com a distribuição geográfica das regiões do Cerrado. Os caracteres qualitativos diagnósticos como número e tipo de aberturas, tipo de endoabertura, margem, ornamentação e ultraestrutura da exina, foram características entre as populações. Nós podemos inferir com este estudo, que os gêneros *Mandirola* e *Goyazia* são estenopolínicos e não apresentam diferenças morfológicas diagnósticas dos seus grãos de pólen.

¹ Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Plos One

Introdução

A família Gesneriaceae tem como centros principais de diversidade, o noroeste da América do Sul (Colômbia ao Equador) e também o sudeste do Brasil [1, 2, 3]. As espécies de Gesneriaceae são encontradas em sua grande maioria em florestas úmidas de montanha, crescem como epífitas ou em afloramentos rochosos [4], porém determinadas espécies da família ocorrem no domínio fitogeográfico do Cerrado, sendo algumas exclusivas de ambientes úmidos e sombreados, dentre elas, espécies de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. [5].

Segundo Perret et al. [4], os gêneros *Mandirola* e *Goyazia* foram datados em torno de 10 Ma, sendo um período que coincide com a provável origem do Cerrado. Simon et al. [6] relatam que o Cerrado é cercado por uma diversidade de biomas, que incluem a Amazônia e a Mata Atlântica, florestas úmidas tropicais e subtropicais (Caatinga e Chaco), pastagens subtropicais e Pantanais. A proximidade destes diversos tipos de vegetação contribuíram para o recrutamento de linhagens para o Cerrado sugerindo assim a razão para a imensa riqueza desse domínio fitogeográfico. As linhagens vegetais do Cerrado estão fortemente associados com adaptações ao fogo, porém contam com áreas próximas de floresta úmida, livres do fogo [6], o que possibilita a ocorrência dos gêneros *Mandirola* e *Goyazia* por exemplo, já que estas ocorrem preferencialmente em ambientes sombreados e úmidos.

Os gêneros *Mandirola* e *Goyazia* (Gesneriaceae, Gesnerieae, Gloxiniinae) são endêmicos do Brasil, cuja ocorrência se dá nos Estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal, abrangendo praticamente todo o domínio fitogeográfico do Cerrado. As espécies desse gênero são geralmente encontrados em afloramentos rochosos de cerrados, campos rupestres ou florestas de galeria. Apresentam-se como ervas, com rizoma escamoso (permitindo a sobrevivência durante períodos de seca) e fruto cápsula seca [2, 3, 7].

Mandirola foi descrito por Decaisne em 1848 [8] e incluía uma única espécie, *Mandirola multiflora*. Desde então, o gênero passou por uma inúmeras revisões taxonômicas [9, 10, 11, 12, 13, 7, 14, 5]. Roalson et al. [13] restabeleceram este gênero para acomodar três espécies (*Mandirola ichthyostoma*, *M. multiflora* e *M. rupestris*). Araujo [7] concluiu que, morfologicamente, esse complexo deve ser tratado

como uma única espécie, porém o complexo não forma um grupo monofilético [15]. Araujo [5] reconheceu três espécies em *Mandirola*, sendo *M. hirsuta* encontrada nos Estados de Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais, *M. multiflora* encontrada no sul do Tocantins, Goiás e Distrito Federal e *M. rupestris* no Tocantins, Pará, Bahia e Maranhão. Tanto o trabalho de Roalson et al. [12] como de Araujo [7] reconheceram que a circunscrição dessas espécies é difícil e seria necessário mais estudos detalhados, portanto a circunscrição desses táxons continua incerta.

O gênero *Goyazia* foi descrito por Taubert em 1896 [16], sendo composto apenas por *Goyazia rupicola*. Wiehler [11] incluiu *Achimenes petraea* S.A. Phillips em *Goyazia*. Howard [17] transferiu *Tapina villosa* Gardner para *Goyazia* e Wiehler [11] a reconheceu em Gloxiniae. Entretanto, Roalson et al. [13] reformulou drasticamente o gênero *Gloxinia*, excluindo 15 espécies e acomodando-as em outros gêneros, porém os autores tratam *Goyazia villosa* (incluída em *Gloxinia* por Wiehler [11] como *incertae sedis*).

Neste contexto, os dois gêneros e as espécies incluídas nesse complexo (*Mandirola hirsuta*, *M. multiflora*, *M. rupestris*, *Goyazia petraea*, *G. rupicola*) não aparecem bem delimitados em estudos taxonômicos e trabalhos de filogenia, e essa dificuldade pode ser explicada por apresentarem distribuição simpátrica, morfologia floral e fenologia muito semelhantes [7], além da formação de híbridos naturais (A.O. Araujo com. pess.).

Segundo Roalson et al. [13], o gênero mais proximamente relacionado a *Mandirola* seria *Goyazia*, resultado encontrado também por Araujo [7], Araujo e Perret [18], Araujo et al. [15] e Perret et al. [4]. Segundo esses autores, as espécies de *Mandirola* apareceram misturadas com as de *Goyazia*, indicando que possivelmente as espécies anteriormente reconhecidas em *Goyazia* deveriam ser incluídas em *Mandirola*, para tornar este gênero monofilético.

Essa problemática de delimitação taxonômica foi abordada por outros autores anteriormente como sendo uma característica da família Gesneriaceae em geral, sendo que para Morre e Lee [19] é mais fácil distinguir as espécies em Gesneriaceae do que colocá-las corretamente em um gênero. Segundo Wiehler [20], Kvist e Skog [21] e Clark et al. [22] a possível explicação para as dificuldades encontradas nas relações da família, deve-se a grande variação morfológica, com destaque para

variações encontradas na forma e cor das flores, levando à uma confusão na circunscrição genérica.

Segundo Melhem et al. [23] as características dos grãos de pólen como unidade polínica, número e tipo de abertura e ornamentação da exina apresentam grande variabilidade, tornando-se uma ferramenta de valor taxonômico que auxilia na identificação das espécies, podendo ser útil dentro da problemática taxonômica de *Mandirola* e *Goyazia*. Howard [17], Williams [24], Filice et al. [25], Xifreda [26] e Gasparino [27] estudaram os grãos de pólen de espécies pertencentes a subtribo Gloxiniinae, a fim de auxiliar na circunscrição taxonômica destes táxons.

Os trabalhos mais recentes que incluem espécies de *Mandirola* [27, Capítulo 2] ressaltaram a proximidade das espécies deste gênero através das características qualitativas, e a separação só foi possível tomando-se como base os caracteres quantitativos dos seus grãos de pólen, revelando a estreita relação entre estes táxons. Além disso, Gasparino [27] relata à escassez de trabalhos polínicos para as espécies de Gesneriaceae, principalmente aquelas ocorrentes no Brasil, apesar do Brasil ser considerado um centro de diversidade em espécies neotropicais da família.

Tendo em vista a problemática taxonômica do complexo *Mandirola-Goyazia*, tanto de delimitação de gêneros quanto de delimitação das espécies, o objetivo do nosso trabalho foi analisar as características da morfologia polínica de populações naturais de *Mandirola* e *Goyazia*, abrangendo quase a totalidade de sua área de distribuição (endêmica no Cerrado), a fim de contribuir para o melhor conhecimento e delimitação deste complexo e buscando auxiliar estudos morfológicos, citogenéticos e moleculares para o complexo em questão.

Material e Métodos

Foram coletadas flores de 24 populações naturais de *Mandirola* Decne. e 12 populações de *Goyazia* Taub. distribuídas no Cerrado dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Bahia, Maranhão, Tocantins e Distrito Federal (Tabelas 1 e 2, Fig. 1). Todos os materiais foram coletados por A.O. Araujo e colaboradores, sendo que ao longo deste estudo serão consideradas as abreviações Goy (= *Goyazia*) e Man (= *Mandirola*) seguidas do número de coleta adotados por

Araujo e colaboradores. Os pontos de coletas das populações foram determinados tomando-se como base locais de ocorrência descritos em coleções depositadas em herbários. O material testemunho das populações foi depositado no HUFABC.

Tabela 1. Lista de localidades das populações de *Goyazia* Taub. analisadas no estudo da morfologia polínica.

Nº de coleta	Estado	Município	Coordenada geográfica	Nº de indivíduos
Goy 1061	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	02
Goy 1062	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	01
Goy 1067	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°26'16,8"S, 55°50'16,3"W	04
Goy 1074	Mato Grosso	Primavera do Leste	15°24'24,9"S, 55°49'21,4"W	01
Goy 1079	Mato Grosso	Vale dos Sonhos	15°51'25,6"S, 52°15'42,5"W	04
Goy 1082	Goiás	Mossâmedes	16°05'04,8"S, 50°11'13,2"W	02
Goy 1105	Maranhão	Carolina	07°05'00,4"S, 47°22'03,8"W	04
Goy 1107	Tocantins	Darcinópolis	06°49'22,9"S, 47°50'23,7"W	03
Goy 1112	Tocantins	Arraias	12°33'31,5"S, 47°08'18,0"W	01
Goy 1131	Goiás	Pirenópolis	15°47'31,6"S, 48°50'09,3"W	03
Goy 1138	Minas Gerais	São Roque de Minas	20°17'19,8"S, 46°31'04,7"W	03
Goy 1186	Goiás	Mossâmedes	16°04'54,4"S, 50°11'11,9"W	03
Total de indivíduos analisados				31

Tabela 2. Lista de localidades das populações de *Mandirola* Decne. analisadas no estudo da morfologia polínica

Nº de Coleta	Estado	Município	Coordenadas geográficas	Nº de indivíduos
Man 1063	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	03
Man 1064	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	03
Man 1066	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°26'16,8"S, 55°50'16,3"W	02
Man 1068	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°26'16,8"S, 55°50'16,3"W	01
Man 1073	Mato Grosso	Chapada dos Guimarães	15°24'24,8"S, 55°49'27,3"W	03
Man 1094	São Paulo	Pedregulho	20°09'09,4"S, 47°17'17,7"W	04
Man 1098	Bahia	São Desidério	12°41'14,7"S, 45°52'13,0"W	03
Man 1104	Maranhão	Carolina	07°05'00,4"S, 47°22'03,8"W	02
Man 1106	Tocantins	Darcinópolis	06°49'22,9"S, 47°50'23,7"W	04
Man 1108	Tocantins	Natividade	11°39'32,9"S, 47°41'21,1"W	02
Man 1111	Tocantins	Arraias	12°33'31,5"S, 47°08'18,0"W	03
Man 1115	Goiás	Teresina de Goiás	13°52'29,5"S, 47°15'33,7"W	03
Man 1117	Goiás	Alto Paraíso	14°06'10,0"S, 47°28'34,5"W	01
Man 1119	Goiás	Alto Paraíso	13°56'36,0"S, 47°27'25,4"W	03
Man 1120	Goiás	Alto Paraíso	14°12'09,2"S, 47°50'09,5"W	01
Man 1125	Goiás	Colinas do Sul	13°52'24,9"S, 48°10'30,7"W	03
Man 1128	Goiás	Niquelândia	14°29'25,9"S, 48°33'31,6"W	03
Man 1129	Goiás	Pirenópolis	15°48'52,0"S, 48°57'45,5"W	02
Man 1130	Goiás	Corumbá de Goiás	15°50'34,4"S, 48°46'05,5"W	03
Man 1132	Distrito Federal	Brazlândia	15°35'24,8"S, 48°03'15,2"W	04
Man 1133	Goiás	Caldas Novas	17°58'28,0"S, 48°33'51,1"W	03
Man 1139	Minas Gerais	Sacramento	19°56'31,9"S, 47°23'53,2"W	03
Man 1185	Goiás	Mossâmedes	16°04'55,3"S, 50°11'16,1"W	03
Man 1187	Goiás	Paraúna	16°58'59,5"S, 50°41'29,7"W	02
Total de indivíduos analisados				64

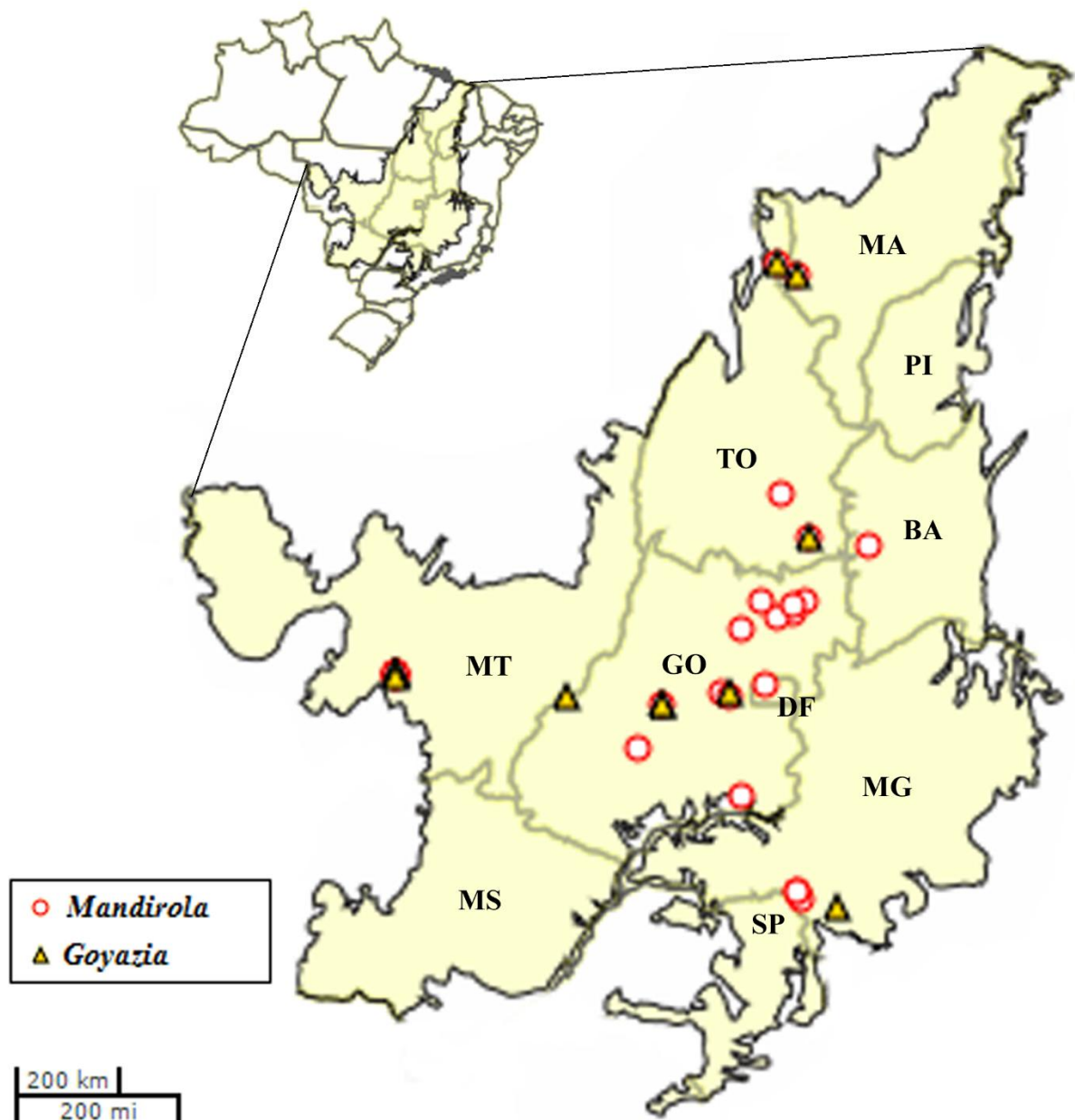


Figura 1. Distribuição geográfica das populações naturais de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub coletadas. A distribuição geográfica do bioma Cerrado é apresentada.

Para a análise da morfologia polínica, sempre que possível, foram utilizados em média três indivíduos por população para a confirmação dos dados, dentre eles, determinou-se um indivíduo para ser adotado como “padrão”.

Para a análise em microscopia luz, os grãos de pólen foram acetolisados segundo a técnica clássica de acetólise [28], seguindo modificações propostas por

Melhem et al. [23]. O material polínico permaneceu na mistura acetolítica aproximadamente um minuto e meio, seguindo protocolo observado para os grãos de pólen da família [27]. As lâminas obtidas serão incorporadas na Palinoteca do Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV - UNESP), como material testemunho.

Os grãos de pólen acetolisados preparados para a análise de microscopia de luz tiveram seus diâmetros em vista polar e equatorial medidos aleatoriamente ($n \leq 25$), no período de uma semana [29, 30]. Para os demais caracteres tais como, as aberturas, endoaberturas e as camadas de exina, foram realizadas dez medidas. Foram preparados grãos de pólen não acetolisados para as observações das características de superfície de acordo com Melhem et al. [23], e também para análise da ultraestrutura da exina segundo metodologia adotada por Sabatini et al. [31] e Haddad et al. [32], sob microscopia eletrônica de varredura e transmissão, respectivamente.

Dos dados quantitativos obtidos foi apresentada a faixa de variação das medidas realizadas e também realizou-se uma estatística descritiva, onde foram calculados a média aritmética ($\bar{x}$), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (CV) e o intervalo de confiança a 95% (IC). As comparações das médias entre cada população estudada foram realizadas através da análise de variância, seguida do teste de Tukey [33], cujos dados foram apresentados em gráficos usando o pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows. O resultado do teste de Tukey foi representado por linhas horizontais nos gráficos dos intervalos de confiança, na parte superior, unindo os valores que não se apresentaram significativamente diferentes.

Para a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural [$\log(x+1)$], utilizou-se o programa Fitopac [34], posteriormente, o programa PC-ORD versão 5 [35], para a realização da ordenação através análise de componentes principais (ACP) a partir da matriz de covariância, cujo objetivo foi avaliar a influência dos dados quantitativos dos grãos de pólen na ordenação das populações.

As fotomicrografias em microscopia óptica foram realizadas com o fotomicroscópio Bel Photonics, e quanto às eletromicrografias, para a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), utilizou-se o microscópio modelo JEOL

JSM 5410, enquanto que para análise da ultraestrutura da exina, utilizou-se o microscópio eletrônico de transmissão (MET) modelo JEOL JEM 1010, do Laboratório de Microscopia Eletrônica, FCAV, UNESP - Jaboticabal.

As descrições polínicas e terminologia adotadas foram baseadas nos glossários de Barth & Melhem [36] e Punt et al. [37], respectivamente, enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguiram Faegri & Iversen [38] e as classes do índice de largura de colpo seguiram Gasparino et al. [39].

Resultados

Descrição geral da morfologia polínica dos gêneros

Goyazia Taub. (Tabelas 3, 5 e 7; Figs. 2-3 e 7)

Grãos de pólen em mônades, pequenos ou pequenos a médios, isopolares, circulares, subcirculares, circulares lobados, triangulares e subtriangulares, oblato, suboblato, oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolato e prolato, 3-colporados, colpos longos ou muito longos, às vezes sincolporados ou parassincolporados, estreitos, largos à muito largos, extremidades arredondadas ou afiladas, com margem, endoaberturas lolongadas, ornamentação microrreticulada, homobrocada, sexina mais espessa que nexina.

Mandirola Decne. (Tabelas 4, 6 e 8; Figs. 4-6 e 7)

Grãos de pólen em mônades, pequenos ou pequenos a médios, isopolares, circulares, subcirculares, circulares lobados, triangulares e subtriangulares, suboblato, oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolato e prolato, 3-colporados, colpos muito longos, às vezes sincolporados ou parassincolporados, estreitos a largos, extremidades arredondadas, afiladas ou trucadas, com margem, endoaberturas lolongadas, ornamentação microrreticulada, homobrocada, sexina mais espessa que nexina.

Descrição detalhada das populações naturais de *Mandirola* e *Goyazia* nas regiões brasileiras de ocorrência

Os grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* e *Goyazia* estudadas apresentaram diferenças principalmente quanto ao âmbito, à forma, ao comprimento, à largura e às extremidades dos colpos. A variação ou não (para algumas populações) destas características morfológicas são descritas abaixo de acordo com as regiões geográficas em que ocorrem no Cerrado (Tabelas 3-8, Fig. 2-7).

Região Norte/Nordeste (Estados da Bahia, Maranhão e Tocantins)

Foram analisadas três populações de *Goyazia* (Goy 1105, 1107 e 1112) e cinco populações de *Mandirola* (Man 1098, 1104, 1106, 1108 e 1111) para a região Norte/Nordeste do Brasil.

Os grãos de pólen das populações naturais desta região são pequenos em Goy 1112 e Man 1104 e 1111 ou pequenos a médios em Goy 1105 e 1107 e Man 1098, 1106 e 1108 (Tabelas 7 e 8). Quanto ao diâmetro polar, os tamanhos variaram nas populações de *Goyazia* em 23,64 μm a 24,17 μm , enquanto que para *Mandirola* variaram de 22,15 μm a 28,82 μm (Tabelas 5 e 6). Para o diâmetro equatorial, os tamanhos das populações de *Goyazia* foram de 17,73 μm a 22,39 μm , já para as populações de *Mandirola* de 19,90 μm a 20,82 μm (Tabelas 5 e 6).

Quanto ao âmbito, os grãos de pólen são circulares em Goy 1105 (Fig. 2R) e Man 1098 e 1111 (Figs. 4Q e 5E), subcirculares em Man 1104 (Fig. 4U), circulares lobados em Goy 1107 e 1112 (Fig. 3A e 3F) e Man 1106 e 1108 (Fig. 5A e 5C). Porém, foram observados em alguns casos, variações de âmbito de uma mesma população em mais âmbitos, sendo elas, Goy 1107 (subcirculares e subtriangulares) e Man 1098 (circulares lobados), 1104 (circulares), 1106 (subcirculares) e 1111 (circulares lobados) (Tabelas 7 e 8).

Em relação à forma, basendo-se no cálculo P/E (Tabelas 5 e 6), os grãos de pólen variaram de prolato-esferoidais em Goy 1105 (Fig. 2S e 2T) e Man 1111 (Fig. 5F e 5G), subprolotos em Goy 1107 (Fig. 3C) e Man 1104, 1106, 1108 (Figs. 4V, 5B e 5D) a prolotos em Goy 1112 (Fig. 3G) e Man 1098 (Fig. 4R). No entanto, mesmo tomando-se como base a média P/E para definir a forma dos grãos de pólen, foi

possível classificá-los em classes de acordo com a quantidade predominante ou não na amostra (Tabelas 7 e 8).

Os grãos de pólen desta região são 3-colporados, os colpos longos (apenas em *Goy* 1107) a muito longos (maioria das populações, Tabelas 3 e 4) nesse caso, às vezes os colpos muitos longos se unem e são denominados parassincolporados (Fig. 3B), estreitos (*Goy* 1107 e *Man* 1104) a largos (*Goy* 1105 e 1112 e *Man* 1098, 1106, 1108 e 1111) e as extremidades dos colpos das populações de *Goyazia* como de *Mandirola*, são arredondadas.

Região Centro-Oeste (Estados de Goiás, Mato Grosso e Distrito Federal)

Foram analisadas oito populações de *Goyazia* (*Goy* 1061, 1062, 1067, 1074, 1079, 1082, 1131 e 1186) e 17 populações de *Mandirola* (*Man* 1063, 1064, 1066, 1068, 1073, 1115, 1117, 1119, 1120, 1125, 1128, 1129, 1130, 1132, 1133, 1185 e 1187) para a região Centro-Oeste do Brasil.

Os grãos de pólen das populações naturais do Centro-Oeste são classificados como pequenos (Tabelas 7 e 8), as medidas em diâmetro polar para as populações de *Goyazia* foram de 16,92 μm a 22,80 μm e as populações de *Mandirola* de 18,15 μm a 24,51 μm . Em diâmetro equatorial, as medidas das populações de *Goyazia* foram de 14,20 μm a 21,79 μm , já para as populações de *Mandirola* de 15,28 μm a 22,97 μm (Tabelas 5 e 6).

Quanto ao âmbito, os grãos de pólen são circulares em *Goy* 1067, 1074, 1082 e 1131 (Figs. 2G, 2J-2K, 2O e 3H-3I) e *Man* 1064, 1115, 1117, 1119, 1120, 1125, 1130 e 1187 (Figs. 4C, 5J, 5L, 5P, 5R, 5U, 6E-6F e 6U), subcirculares em *Goy* 1079 (Fig. 2M) e *Man* 1063, 1066, 1073, 1129 e 1132 (Figs. 4A, 4E, 4I, 6C e 6H), circulares lobados em *Goy* 1062 e 1186 (Figs. 2E e 3N) e *Man* 1128 e 1185 (Fig. 6A e 6R), triangulares em *Man* 1068 (Fig. 4G) e subtriangulares em *Goy* 1061 (Fig. 2A) e *Man* 1133 e 1185 (Fig. 6L e 6S). Também foram observadas em alguns casos, variações dentro de uma mesma população em mais âmbitos, sendo que para *Goy* 1061 (circulares), 1062 (circulares), 1067 (circulares lobados) e 1186 (circulares, subcirculares e subtriangulares) e *Man* 1063 (subcirculares), 1064 (circulares lobados e subtriangulares), 1066 e 1068 (subtriangulares), 1115 (subcirculares e circulares

lobados), 1128 (subcirculares), 1129 (circulares lobados), 1133 (circulares e triangulares) e 1185 (subcirculares e subtriangulares) (Tabelas 7 e 8).

Em relação à forma, basendo-se no cálculo P/E (Tabelas 5 e 6), os grãos de pólen variaram de oblato-esferoidais em *Goy* 1061, 1062, 1074 e 1131 (Figs. 2B, 2F, 2L e 3J) e *Man* 1068, 1117 e 1120 (Figs. 4H, 5M e 5T), prolato-esferoidais em *Goy* 1067 (Fig. 2H-2I) e *Man* 1073 e 1133 (Figs. 4J e 6M), subprolotos em *Goy* 1186 (Fig. 3P) e *Man* 1064, 1066, 1115, 1119, 1125, 1128, 1129, 1130, 1132 e 1187 (Figs. 4D, 4F, 5K, 5Q, 5V, 6B, 6D, 6G, 6I e 6V) e prolotos em *Goy* 1079 e 1082 (Fig. 2N e 2P-2Q) e *Man* 1063 e 1185, Figs. 4B e 6T). Para esta região, mesmo tomando-se como base a média P/E para definir a forma dos grãos de pólen, houve variação dentro das populações, sendo possível classificá-los de acordo com a quantidade predominante ou não na amostra (Tabelas 7 e 8).

Os grãos de pólen das populações da região Centro-Oeste são 3-colporados, os colpos são longos (apenas em *Goy* 1082) a muito longos (maioria das populações, Tabelas 3 e 4), em algumas populações é possível observar colpos sincolporados (*Goy* 1131 (Fig. 3I) e *Man* 1063 e 1130 (Figs. 4F e 6F)) e parassincolporados (*Man* 1185 (Fig. 6S), são estreitos (*Goy* 1067, 1074, 1131 e 1186 e *Man* 1066, 1119, 1125, 1130, 1132, 1133, 1185 e 1187), largos (*Goy* 1061, 1062 e 1079 e *Man* 1063, 1064 1068, 1073, 1115, 1117, 1120, 1128 e 1129) a muito largos (apenas *Goy* 1082) e as extremidades dos colpos das populações de *Mandirola* e *Goyazia* variaram em arredondadas (*Goy* 1062, 1067, 1082 e 1186 e *Man* 1064, 1066, 1068, 1073, 1119, 1129, 1132, 1185 e 1187), afiladas (*Goy* 1061 e 1074 e *Man* 1117), ou as duas variações dentro de uma mesma população (*Goy* 1079 e 1131 e *Man* 1115, 1125, 1130 e 1133), truncadas (*Man* 1120 e 1128) ou ainda variações entre arredondadas, afiladas e truncadas (*Man* 1063).

Região Sudeste (Estados de Minas Gerais e São Paulo)

Foram analisadas uma população de *Goyazia* (*Goy* 1138) e duas populações de *Mandirola* (*Man* 1094 e 1139) para a região Sudeste do Brasil.

Os grãos de pólen das populações naturais do Sudeste foram definidos como pequenos (Tabelas 7 e 8), as medidas em diâmetro polar foram de 19,00 µm em *Goy* 1138 e para as populações de *Mandirola* de 17,02 µm a 21,44 µm, enquanto que em

diâmetro equatorial, foram de 19,80 μm em *Goy* 1138 e de 19,18 μm a 19,90 μm para as populações de *Mandirola* (Tabelas 5 e 6).

No entanto, quanto ao âmbito variaram em subcirculares em *Man* 1094 (Fig. 4M), circulares lobados em *Man* 1139 (Fig. 6N) e triangulares em *Goy* 1138 (Fig. 3K). Ocorreram variações de âmbito em todas as populações, onde *Goy* 1138 variou em circular e subtriangular, enquanto que *Man* 1094 em circular e *Man* 1139 em subcircular (Tabelas 7 e 8).

Em relação à forma, basendo-se no cálculo P/E (Tabelas 5 e 6), os grãos de pólen variaram de oblato-esferoidais em *Goy* 1138 (Fig. 3L-3M) e *Man* 1094 (Fig. 4N) e prolato-esferoidais em *Man* 1139 (Fig. 6O). Assim como nas outras regiões, no Sudeste os grãos de pólen apresentaram variações de forma dentro das populações, classificando-os de acordo com a quantidade predominante ou não na amostra (Tabelas 7 e 8).

Os grãos de pólen das populações são 3-colporados, os colpos muito longos, estreitos em *Goy* 1138 a largos em *Man* 1094 e 1139 e as extremidades dos colpos das populações de *Goyazia* e *Mandirola* são arredondadas.

Considerações sobre os detalhes polínicos das populações de *Mandirola* e *Goyazia*

Quando são analisadas outras características dos grãos de pólen das populações de *Mandirola* e *Goyazia*, tais como número de aberturas, tipo de abertura, tipo de endoabertura, margem e a ornamentação e ultraestrutura da exina, é possível notar características em comum entre as populações independentes das regiões geográficas em que ocorrem. Logo, os grãos de pólen foram classificados com 3-cólporos, endoabertura do tipo lolongada, presença de margem, e exina microrreticulada homobrocada.

O padrão de ornamentação dos grãos de pólen das populações é microrreticulado, com microrretículos homobrocados, definidos por microscopia óptica (Figs. 2, 2C-D, 2U-V, 3D-E, 3R-S, 4K-L, 4O-P, 4S-T, 4W-X, 5H-I, 5N-O, 6J-K e 6P-Q) e microscopia eletrônica de varredura (Figs. 7D, 7E, 7F, 7G, 7H, 7I, 7J, 7K, 7L, 7M e 7P). As medidas das camadas de exina das populações de *Goyazia* foram de 1,37-2,37 μm em exina total, 1,08-1,95 μm em sexina e 0,25-0,42 μm em nexina e 0,17-

0,32 em teto, já para as populações de *Mandirola*, 1,39-2,13 μm em exina total, 1,10-1,78 μm em sexina, 0,29-0,37 μm em nexina e 0,22-0,30 em teto, em todas as populações a sexina é mais espessa que nexina (Tabela 3 e 4).

A análise da estrutura da exina dos grãos de pólen de *Mandirola* e *Goyazia* (Fig. 7), sob microscopia eletrônica de transmissão (MET) mostra que o teto é regular em *Mandirola* (Fig. 7O) e descontínuo em *Goyazia* (Fig. 7C), tão espesso quanto a nexina. A camada infratectal possui columelas longas de diâmetros parecidos, visto com mais clareza em *Mandirola* (Fig. 7O) próximas umas das outras, e às vezes incompletas, em *Goyazia* (Fig. 7C). A nexina sutilmente subdividida em nexina 1 e nexina 2, são lineares, levemente onduladas em *Goyazia* (Fig. 7C). Além disso, é possível notar uma diminuição da exina na região da abertura em ambos os gêneros (Fig. 7B e 7N). A intina é espessa para os dois gêneros.

Tabela 3. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub.

População/Estado	Diâmetro equatorial em vista polar					IAP	Colpo	Endoabertura	Exina	Sexina	Nexina	Teto
	($X_{\min} - X_{\max}$)	$X \pm S_x$	s	IC	CV%		Comp. x Larg.	Comp. x Larg.				
Goy 1061 (MT)*	(20,51-23,08)	22,44 $\pm$ 0,64	1,28	20,40-24,47	5,71	0,11	13,90 x 3,50	5,32 x 3,70	1,82	1,53	0,29	0,22
Goy 1062 (MT)*	(17,95-20,51)	18,15 $\pm$ 0,14	0,71	17,86-18,45	3,91	0,14	13,31 x 3,26	4,80 x 3,63	1,37	1,08	0,29	0,22
Goy 1067 (MT)*	(17,50-20,00)	19,38 $\pm$ 0,63	1,25	17,39-21,36	6,45	0,11	12,91 x 1,31	3,09 x 2,46	1,86	1,61	0,25	0,25
Goy 1074 (MT)*	(17,50-20,00)	19,58 $\pm$ 0,42	1,02	18,51-20,65	5,21	0,19	13,57 x 2,13	3,99 x 2,13	1,58	1,33	0,25	0,17
Goy 1079 (MT)*	(17,50-20,00)	18,33 $\pm$ 0,83	1,44	14,75-21,92	7,87	0,20	15,99 x 2,42	5,12 x 2,28	1,69	1,39	0,30	0,28
Goy 1082 (GO)*	(17,95-20,51)	19,66 $\pm$ 0,85	1,48	15,98-23,33	7,53	0,26	13,90 x 3,50	5,32 x 3,70	1,69	1,40	0,29	0,22
Goy 1105 (MA)	(20,51-23,08)	21,54 $\pm$ 0,42	1,32	20,59-22,48	6,15	0,19	16,68 x 3,20	4,14 x 2,47	1,39	1,10	0,29	0,22
Goy 1107 (TO)*	(17,50-20,00)	19,17 $\pm$ 0,83	1,44	15,58-22,75	7,53	0,27	16,79 x 1,67	4,02 x 1,65	2,37	1,95	0,42	0,32
Goy 1112 (TO)*	(17,50-20,00)	18,33 $\pm$ 0,83	1,44	14,75-21,92	7,87	0,16	15,89 x 2,99	4,69 x 2,88	1,69	1,44	0,25	0,31
Goy 1131 (GO)	(17,50-25,00)	20,50 $\pm$ 0,32	1,61	19,84-21,16	7,87	0,13	14,91 x 2,06	3,86 x 2,51	1,93	1,55	0,38	0,28
Goy 1138 (MG)	(17,50-20,00)	19,00 $\pm$ 0,25	1,25	18,49-19,52	6,58	0,15	12,94 x 2,19	3,91 x 2,29	1,81	1,44	0,37	0,28
Goy 1186 (GO)	(17,50-20,00)	18,57 $\pm$ 0,34	1,28	17,83-19,31	6,91	0,16	15,80 x 1,47	3,11 x 2,13	1,89	1,62	0,27	0,27

Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, x = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, IAP = Índice de área polar, Comp. = comprimento, Larg. = largura, * N $\leq$ 25.

Tabela 4. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne.

População/Estado	Diâmetro equatorial em vista polar					IAP	Colpo	Endoabertura	Exina	Sexina	Nexina	Teto
	($X_{\min} - X_{\max}$) $\bar{X} \pm S_x$	s	IC	CV%	Comp. x Larg.		Comp. x Larg.					
<i>Man</i> 1063 (MT)*	(15,38-20,51) 18,46 ± 0,96	2,15	15,80-21,12	11,62	0,13	15,29 x 2,79	5,32 x 3,70	1,61	1,32	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1064 (MT)	(15,38-20,51) 18,12 ± 0,30	1,17	17,47-18,77	6,48	0,21	13,35 x 2,62	4,43 x 2,78	1,74	1,45	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1066 (MT)*	(17,50-20,00) 19,17 ± 0,42	1,25	18,21-20,13	6,52	0,17	14,06 x 1,56	3,05 x 1,75	1,97	1,66	0,31	0,25	
<i>Man</i> 1068 (MT)	(20,51-25,64) 22,36 ± 0,31	1,57	21,71-23,01	7,04	0,12	13,62 x 3,67	5,50 x 3,88	1,48	1,19	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1073 (MT)*	(17,95-20,51) 19,87 ± 0,64	1,28	17,83-21,91	6,45	0,12	13,90 x 3,50	5,32 x 3,70	1,73	1,44	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1094 (SP)	(17,95-20,51) 18,77 ± 0,24	1,22	18,27-19,27	6,50	0,15	12,52 x 3,50	5,15 x 3,70	1,39	1,10	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1098 (BA)	(20,51-25,64) 24,16 ± 0,41	1,78	23,30-25,01	7,35	0,19	18,92 x 3,50	5,15 x 3,15	1,73	1,44	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1104 (MA)*	(17,50-20,00) 19,17 ± 0,83	1,44	15,58-22,75	7,53	0,21	16,68 x 2,19	3,52 x 2,13	1,82	1,52	0,30	0,24	
<i>Man</i> 1106 (TO)	(20,51-23,08) 21,65 ± 0,45	1,35	20,62-22,69	6,24	0,11	20,39 x 3,50	5,32 x 3,70	1,65	1,36	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1108 (TO)	(20,51-25,64) 23,65 ± 0,57	1,71	22,34-24,96	7,23	0,10	16,68 x 3,50	5,32 x 3,70	1,73	1,44	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1111 (TO)	(17,95-23,08) 20,86 ± 0,31	1,44	20,22-21,50	6,89	0,19	15,38 x 3,89	5,91 x 3,98	1,73	1,44	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1115 (GO)*	(20,00-22,50) 20,68 ± 0,35	1,17	19,90-21,46	5,65	0,12	16,65 x 2,99	5,38 x 3,41	2,08	1,73	0,35	0,25	
<i>Man</i> 1117 (GO)*	(20,51-23,08) 20,61 ± 0,10	0,51	20,40-20,83	2,49	0,12	14,72 x 3,57	5,30 x 3,56	1,39	1,10	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1119 (GO)*	(20,00-22,50) 20,42 ± 0,42	1,02	19,35-21,49	5,00	0,11	16,07 x 2,55	4,78 x 2,31	2,11	1,74	0,37	0,27	
<i>Man</i> 1120 (GO)*	(17,95-20,51) 20,31 ± 0,14	0,71	20,01-20,60	3,50	0,12	14,44 x 3,43	5,46 x 3,79	1,39	1,10	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1125 (GO)*	(17,50-20,00) 18,33 ± 0,83	1,44	14,75-21,92	7,87	0,14	14,86 x 1,78	5,12 x 2,88	2,01	1,64	0,37	0,30	
<i>Man</i> 1128 (GO)	(20,51-23,08) 21,79 ± 0,39	1,34	20,94-22,64	6,14	0,21	16,13 x 3,15	5,02 x 3,39	1,82	1,53	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1129 (GO)*	(17,95-20,51) 19,23 ± 0,74	1,48	16,88-21,58	7,70	0,13	15,76 x 3,20	4,61 x 3,33	1,65	1,36	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1130 (GO)	(20,00-22,50) 21,14 ± 0,39	1,31	20,26-22,01	6,18	0,10	16,37 x 2,24	5,16 x 3,22	1,97	1,60	0,37	0,27	
<i>Man</i> 1132 (DF)*	(17,50-20,00) 19,17 ± 0,83	1,44	15,58-22,75	7,53	0,18	16,79 x 1,78	4,49 x 1,85	1,88	1,55	0,33	0,29	
<i>Man</i> 1133 (GO)	(20,00-22,50) 21,00 ± 0,25	1,25	20,49-21,52	5,95	0,16	14,48 x 2,65	5,60 x 2,70	1,68	1,34	0,34	0,22	
<i>Man</i> 1139 (MG)	(17,95-23,08) 20,20 ± 0,23	1,13	19,74-20,67	5,58	0,25	13,90 x 3,50	5,32 x 3,70	1,78	1,49	0,29	0,22	
<i>Man</i> 1185 (GO)	(17,50-22,50) 19,53 ± 0,41	1,64	18,66-20,40	8,39	0,16	17,34 x 1,46	3,55 x 2,02	2,13	1,78	0,35	0,30	
<i>Man</i> 1187 (GO)*	(20,00-22,50) 20,83 ± 0,83	1,44	17,25-24,42	6,93	0,10	19,34 x 2,35	3,84 x 2,77	1,90	1,54	0,36	0,30	

Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, IAP = Índice de área polar, Comp. = comprimento, Larg. = largura, * N $\leq$ 25.

Tabela 5. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub.

População/Estado	Diâmetro polar em vista equatorial					Diâmetro equatorial em vista equatorial					P/E
	($X_{\min} - X_{\max}$) $\bar{X} \pm S_x$	s	IC	CV%		($X_{\min} - X_{\max}$) $\bar{X} \pm S_x$	s	IC	CV%		
Goy 1061 (MT)*	(17,95-20,51) 19,23 $\pm$ 0,57	1,40	17,76-20,70	7,30		(20,51-23,08) 21,79 $\pm$ 0,57	1,40	20,32-23,27	6,44		0,88
Goy 1062 (MT)	(15,38-17,95) 16,92 $\pm$ 0,26	1,28	16,39-17,45	7,58		(15,38-20,51) 18,97 $\pm$ 0,30	1,48	18,36-19,58	7,80		0,89
Goy 1067 (MT)	(17,50-25,00) 20,00 $\pm$ 0,81	2,82	18,21-21,79	14,10		(15,00-20,00) 18,96 $\pm$ 0,48	1,67	17,90-20,02	8,82		1,05
Goy 1074 (MT)*	(17,50-20,00) 19,69 $\pm$ 0,31	0,88	18,95-20,43	4,49		(20,00-22,50) 20,31 $\pm$ 0,31	0,88	19,58-21,05	4,35		0,97
Goy 1079 (MT)	(17,50-22,50) 20,30 $\pm$ 0,36	1,81	19,55-21,05	8,94		(12,50-17,50) 14,20 $\pm$ 0,37	1,87	13,43-14,97	13,17		1,43
Goy 1082 (GO)	(17,95-25,64) 22,36 $\pm$ 0,35	1,74	21,64-23,07	7,78		(12,82-20,51) 15,79 $\pm$ 0,41	2,05	14,95-16,64	12,99		1,42
Goy 1105 (MA)	(20,51-25,64) 24,10 $\pm$ 0,49	1,89	23,06-25,15	7,84		(20,51-23,08) 22,39 $\pm$ 0,30	1,17	21,74-23,04	5,24		1,08
Goy 1107 (TO)*	(22,50-27,50) 24,17 $\pm$ 0,59	1,77	22,81-25,52	7,31		(20,00-22,50) 20,28 $\pm$ 0,28	0,83	19,64-20,92	4,11		1,19
Goy 1112 (TO)	(20,00-25,00) 23,64 $\pm$ 0,52	1,72	22,49-24,79	7,27		(15,00-20,00) 17,73 $\pm$ 0,41	1,35	16,82-18,63	7,61		1,33
Goy 1131 (GO)	(17,50-22,50) 20,28 $\pm$ 0,50	1,50	19,13-21,43	7,41		(20,00-22,50) 21,39 $\pm$ 0,44	1,32	20,38-22,40	6,16		0,95
Goy 1138 (MG)	(17,50-20,00) 19,00 $\pm$ 0,25	1,25	18,49-19,52	6,58		(17,50-20,00) 19,80 $\pm$ 0,14	0,69	19,51-20,09	3,50		0,96
Goy 1186 (GO)	(20,00-25,00) 22,80 $\pm$ 0,22	1,10	22,35-23,25	4,82		(17,50-22,50) 18,70 $\pm$ 0,29	1,46	18,10-19,30	7,83		1,22

Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial. De acordo com a classificação de Barth & Melhem (1988) quanto à forma, as classes dos grãos de pólen podem ser peroblato (< 0,50); oblato (0,50-0,75); suboblato (0,75-0,88) oblato-esferoidal (0,88-1,00); prolato-esferoidal (1,00-1,14); subprolato (1,14-1,33); prolato (1,33-2,00); perprolato (>2,00), * N $\leq$ 25.

Tabela 6. Dados quantitativos dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne.

População/Estado	Diâmetro polar em vista equatorial					Diâmetro equatorial em vista equatorial					P/E
	(X _{min} – X _{max}) X ± S _x	s	IC	CV%		(X _{min} – X _{max}) X ± S _x	s	IC	CV%		
<i>Man</i> 1063 (MT)	(20,51-25,64) 23,08 ± 0,36	1,81	22,33-23,82	7,86		(12,82-17,95) 15,28 ± 0,38	1,88	14,51-16,06	12,33		1,51
<i>Man</i> 1064 (MT)	(15,38-23,08) 20,00 ± 0,44	2,22	19,08-20,91	11,10		(12,82-20,51) 16,72 ± 0,37	1,83	15,96-17-47	10,95		1,20
<i>Man</i> 1066 (MT)	(15,00-27,50) 23,40 ± 0,50	2,49	22,38-24,42	10,63		(15,00-20,00) 17,80 ± 0,36	1,81	17,05-18,55	10,19		1,31
<i>Man</i> 1068 (MT)	(17,95-23,08) 20,51 ± 0,21	1,05	20,08-20,94	5,10		(20,51-25,64) 22,97 ± 0,31	1,57	22,33-23,62	6,82		0,89
<i>Man</i> 1073 (MT)	(17,95-23,08) 21,13 ± 0,31	1,53	20,50-21,76	7,25		(17,95-23,08) 18,87 ± 0,29	1,46	18,27-19,47	7,73		1,12
<i>Man</i> 1094 (SP)	(15,38-17,95) 17,02 ± 0,25	1,26	16,51-17,54	7,38		(17,95-20,51) 19,18 ± 0,26	1,31	18,64-19,72	6,82		0,89
<i>Man</i> 1098 (BA)	(25,64-33,33) 28,82 ± 0,52	2,59	27,75-29,89	9,00		(15,38-25,64) 20,61 ± 0,46	2,28	19,68-21,55	11,05		1,40
<i>Man</i> 1104 (MA)	(20,00-25,00) 23,70 ± 0,36	1,79	22,96-24,44	7,53		(15,00-22,50) 18,50 ± 0,35	1,77	17,77-19,23	9,56		1,28
<i>Man</i> 1106 (TO)	(23,08-28,20) 25,43 ± 0,29	1,47	24,83-26,04	5,76		(12,82-23,08) 19,90 ± 0,43	2,13	19,02-20,77	10,70		1,28
<i>Man</i> 1108 (TO)	(20,51-28,20) 24,74 ± 0,38	1,72	23,94-25,55	6,95		(20,51-23,08) 20,77 ± 0,18	0,79	20,40-21,14	3,80		1,19
<i>Man</i> 1111 (TO)	(17,95-25,64) 22,15 ± 0,39	1,94	21,35-22,95	8,76		(17,95-23,08) 20,82 ± 0,31	1,54	20,19-21,45	7,39		1,06
<i>Man</i> 1115 (GO)	(20,00-27,50) 23,60 ± 0,41	2,05	22,75-24,45	8,69		(17,50-22,50) 19,90 ± 0,23	1,14	19,43-20,37	5,71		1,19
<i>Man</i> 1117 (GO)	(17,95-20,51) 18,46 ± 0,21	1,05	18,03-18,89	5,67		(20,51-23,08) 21,02 ± 0,21	1,05	20,59-21,46	4,98		0,88
<i>Man</i> 1119 (GO)	(17,50-25,00) 22,88 ± 0,49	2,19	21,85-23,90	9,56		(17,50-22,50) 19,75 ± 0,36	1,60	19,00-20,50	8,11		1,16
<i>Man</i> 1120 (GO)	(15,38-20,51) 18,15 ± 0,21	1,03	17,73-18,58	5,65		(17,95-23,08) 20,72 ± 0,21	1,03	20,29-21,14	4,95		0,88
<i>Man</i> 1125 (GO)	(17,50-22,50) 20,50 ± 0,25	1,25	19,99-21,02	6,10		(12,50-17,50) 15,80 ± 0,31	1,57	15,15-16,45	9,92		1,30
<i>Man</i> 1128 (GO)	(23,08-25,64) 24,51 ± 0,26	1,30	23,98-25,05	5,30		(17,95-20,51) 19,59 ± 0,25	1,26	19,07-20,11	6,41		1,25
<i>Man</i> 1129 (GO)	(20,51-25,64) 23,49 ± 0,35	1,76	22,76-24,21	7,51		(15,38-20,51) 18,77 ± 0,35	1,77	18,04-19,50	9,43		1,25
<i>Man</i> 1130 (GO)	(20,00-27,50) 24,10 ± 0,45	2,27	23,17-25,03	9,41		(17,50-25,00) 19,90 ± 0,39	1,97	19,09-20,71	9,92		1,21
<i>Man</i> 1132 (DF)	(20,00-25,00) 23,00 ± 0,32	1,61	22,34-23,66	7,02		(15,00-22,50) 17,80 ± 0,36	1,81	17,05-18,55	10,19		1,29
<i>Man</i> 1133 (GO)	(20,00-25,00) 21,80 ± 0,37	1,84	21,04-22,56	8,45		(20,00-22,50) 21,50 ± 0,25	1,25	20,99-22,02	5,81		1,01
<i>Man</i> 1139 (MG)	(17,95-25,64) 21,44 ± 0,44	2,21	20,53-22,34	10,29		(17,95-23,08) 19,90 ± 0,34	1,70	19,20-20,60	8,55		1,08
<i>Man</i> 1185 (GO)	(17,50-27,50) 24,13 ± 0,48	2,39	23,14-25,11	9,22		(15,00-22,50) 17,60 ± 0,31	1,53	16,97-18,23	8,68		1,37
<i>Man</i> 1187 (GO)	(22,50-27,50) 24,17 ± 0,56	1,95	22,93-25,40	8,05		(15,00-25,00) 19,17 ± 0,71	2,46	17,60-20,73	12,84		1,26

Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, x = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial. De acordo com a classificação de Barth & Melhem (1988) quanto à forma, as classes dos grãos de pólen podem ser peroblato (< 0,50); oblato (0,50-0,75); suboblato (0,75-0,88) oblato-esferoidal (0,88-1,00); prolato-esferoidal (1,00-1,14); subprolato (1,14-1,33); prolato (1,33-2,00); perprolato (>2,00).

Tabela 7. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub.

População/Estado	Tamanho	Âmbito					Forma					Índice de largura do colpo
		Cir	Subcir	Cir Lob	Trian	Subtrian	SO	OE	PE	SP	P	
Goy 1061 (MT)	P	x	-	-	-	x	++	+++	-	-	-	Largo
Goy 1062 (MT)	P	x	-	x	-	-	++	+++	++	+	-	Largo
Goy 1067 (MT)	P	x	-	x	-	-	-	+	++	+++	-	Estreito
Goy 1074 (MT)	P	x	-	-	-	-	-	++	+++	-	-	Estreito
Goy 1079 (MT)	P	-	x	-	-	-	-	-	+	+	+++	Largo
Goy 1082 (GO)	P	x	-	-	-	-	-	+	-	++	+++	Muito largo
Goy 1105 (MA)	P-M	x	-	-	-	-	-	+	+++	+	-	Largo
Goy 1107 (TO)	P-M	-	x	x	-	x	-	-	+++	++	+	Estreito
Goy 1112 (TO)	P	-	-	x	-	-	-	-	++	++	+++	Largo
Goy 1131 (GO)	P	x	-	-	-	-	+	+++	++	-	-	Estreito
Goy 1138 (MG)	P	x	-	-	x	x	-	++	+++	+	-	Estreito
Goy 1186 (GO)	P	x	x	x	-	x	-	-	++	+++	+	Estreito

Goy = *Goyazia*, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, TO = Tocantins, P = pequenos, M = médios, Cir = circulares, Subcir = subcirculares, Cir Lob = circulares lobados, Trian = triangulares, Subtrian = subtriangulares, SO = suboblato, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, SP = subprolato, P = prolato, (x) = presente, (-) = ausente, (+++) = predominante, (++) = presente, (+) = raramente presente.

Tabela 8. Caracterização morfológica dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne.

População/Estado	Tamanho	Âmbito					Forma					Índice de largura do colpo
		Cir	Subcir	Cir Lob	Triang	Subtriang	SO	OE	PE	SP	P	
<i>Man</i> 1063 (MT)	P	x	x	-	-	-	-	-	-	+	+++	Largo
<i>Man</i> 1064 (MT)	P	x	-	x	-	x	+	+	-	+++	++	Largo
<i>Man</i> 1066 (MT)	P	-	x	-	-	x	+	-	+	++	+++	Estreito
<i>Man</i> 1068 (MT)	P	-	-	-	x	x	+	+++	+	-	-	Largo
<i>Man</i> 1073 (MT)	P	-	x	-	-	-	-	+	+	+++	-	Largo
<i>Man</i> 1094 (SP)	P	x	x	-	-	-	++	+++	+	-	-	Largo
<i>Man</i> 1098 (BA)	P-M	x	-	x	-	-	-	-	+	++	+++	Largo
<i>Man</i> 1104 (MA)	P	x	x	-	-	-	-	-	++	++	+++	Estreito
<i>Man</i> 1106 (TO)	P-M	-	x	x	-	-	-	-	++	+++	++	Largo
<i>Man</i> 1108 (TO)	P-M	-	-	x	-	-	-	-	++	+++	+	Largo
<i>Man</i> 1111 (TO)	P	x	-	x	-	-	-	++	+++	+	-	Largo
<i>Man</i> 1115 (GO)	P	x	x	x	-	-	-	+	++	+++	+	Largo
<i>Man</i> 1117 (GO)	P	x	-	-	-	-	+	+++	+	-	-	Largo
<i>Man</i> 1119 (GO)	P	x	-	-	-	-	-	+	++	+++	+	Estreito
<i>Man</i> 1120 (GO)	P	x	-	-	-	-	+	+++	-	-	-	Largo
<i>Man</i> 1125 (GO)	P	x	-	-	-	-	-	-	-	++	+++	Estreito
<i>Man</i> 1128 (GO)	P-M	-	x	x	-	-	-	-	++	+++	++	Largo
<i>Man</i> 1129 (GO)	P	-	x	x	-	-	-	-	++	+++	++	Largo
<i>Man</i> 1130 (GO)	P-M	x	-	-	-	-	-	+	++	+++	++	Estreito
<i>Man</i> 1132 (DF)	P	-	x	-	-	-	-	-	+	+++	++	Estreito
<i>Man</i> 1133 (GO)	P	x	-	-	x	x	-	++	+++	+	-	Estreito
<i>Man</i> 1139 (MG)	P	-	x	x	-	-	-	++	+++	++	+	Largo
<i>Man</i> 1185 (GO)	P-M	-	x	x	-	x	+	-	+	++	+++	Estreito
<i>Man</i> 1187 (GO)	P-M	x	-	-	-	-	-	+	++	++	+++	Estreito

Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins, P = pequenos, M = médios, Circ = circulares, Subcirc = subcirculares, Circ Lob = circulares lobados, Triang = triangulares, Subtriang = subtriangulares, SO = suboblatos, OE = oblato-esferoidais, PE = prolato-esferoidais, SP = subprolatos, P = prolatos, (x) = presente, (-) = ausente, (+++) = predominante, (++) = presente, (+) = raramente presente.

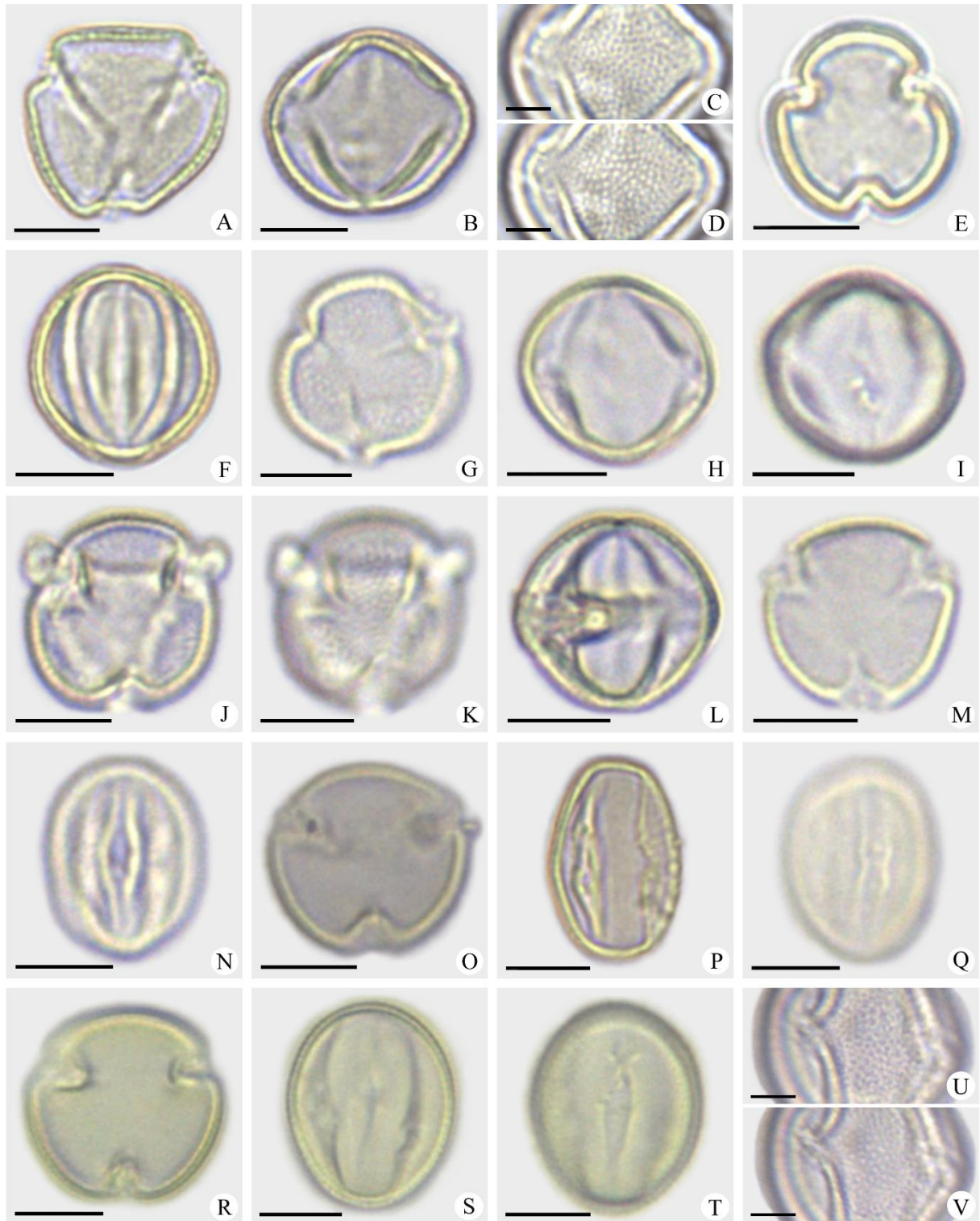


Figura 2. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. A-D *Goyazia* 1061 (MT). A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. E-F *Goyazia* 1062 (MT). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G-I *Goyazia* 1067 (MT). G. Vista polar. H. Vista equatorial. I. Vista equatorial, aberturas. J-L *Goyazia* 1074 (MT). J. Vista polar. K. Vista polar, margem. L. Vista equatorial. M-N *Goyazia* 1079 (MT). M. Vista polar. N. Vista equatorial. O-Q *Goyazia* 1082 (GO). O. Vista polar. P. Vista equatorial. Q. Vista equatorial, aberturas. R-V *Goyazia* 1105 (MA). R. Vista polar. S. Vista equatorial. T. Vista equatorial, aberturas. U-V. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 µm = C-D e U-V; 10 µm = demais fotomicrografias.

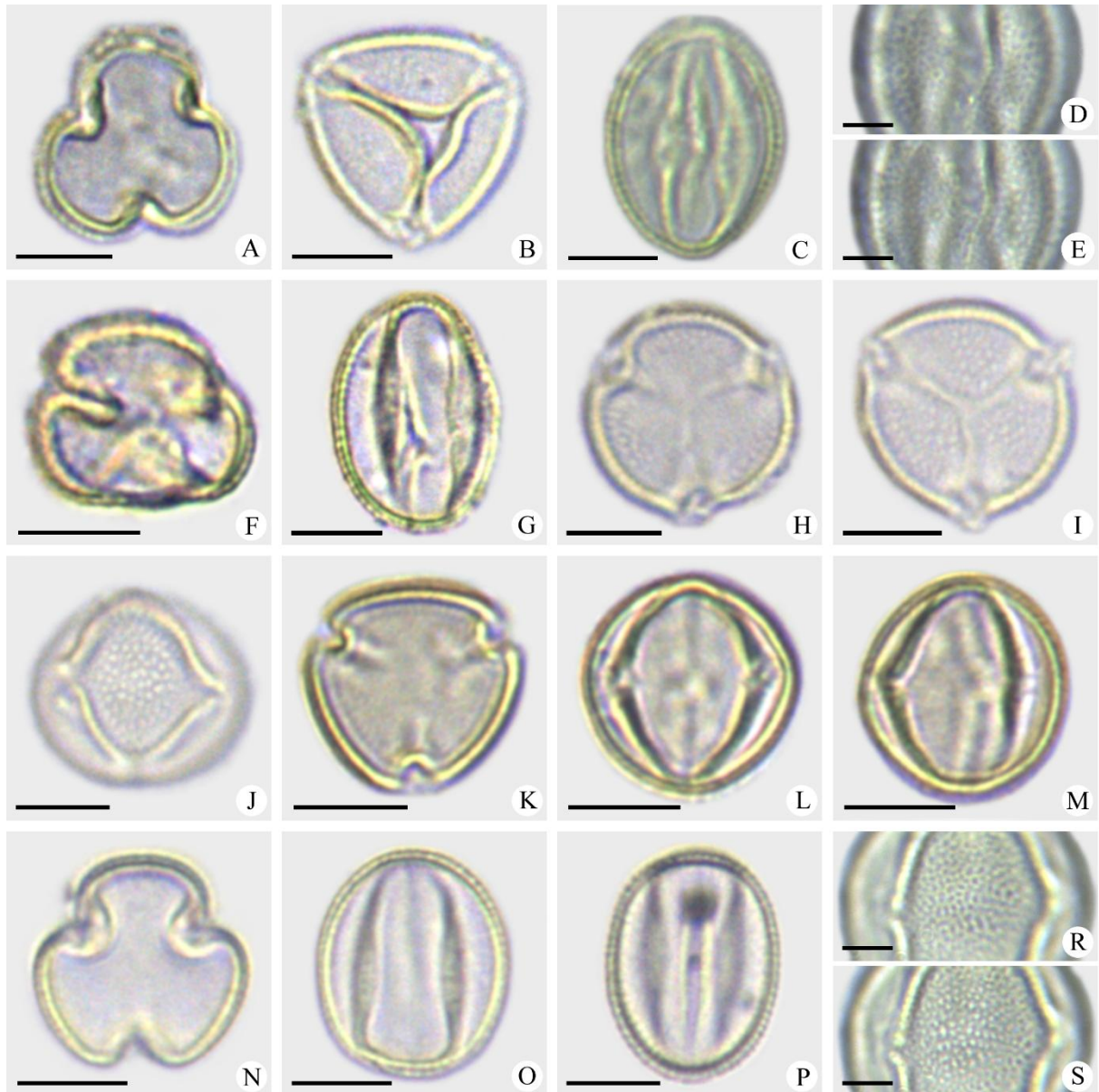


Figura 3. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. A-E *Goyazia* 1107 (TO). A. Vista polar. B. Vista polar, parassincopismo. C. Vista equatorial. D-E. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. F-G *Goyazia* 1112 (TO). F. Vista polar. G. Vista equatorial. H-J *Goyazia* 1131 (GO). H. Vista polar. I. Vista polar, sincopismo. J. Vista equatorial, ornamentação. K-M *Goyazia* 1138 (MG). K. Vista polar. L. Vista equatorial. M. Vista equatorial, aberturas. N-S *Goyazia* 1186 (GO). N. Vista polar. O. Vista equatorial. P. Vista equatorial, abertura. R-S. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 μm = D-E e R-S; 10 μm = demais fotomicrografias.



Figura 4. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1063 (MT). A. Vista polar, sincolpismo. B. Vista equatorial. C-D *Mandirola* 1064 (MT). C. Vista polar. D. Vista equatorial. E-F *Mandirola* 1066 (MT). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G-H *Mandirola* 1068 (MT). G. Vista polar, margem. H. Vista equatorial. I-L *Mandirola* 1073 (MT). I. Vista polar. J. Vista equatorial. K-L. Análise de L.O, foco alto e baixo alto. M-P *Mandirola* 1094 (SP). M. Vista polar. N. Vista equatorial. O-P. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Q-T *Mandirola* 1098 (BA). Q. Vista polar. R. Vista equatorial, margem. S-T. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. U-X *Mandirola* 1104 (MA). U. Vista polar. V. Vista equatorial. W-X. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5 µm = K-L, O-P, S-T e W-X; 10 µm = demais fotomicrografias.

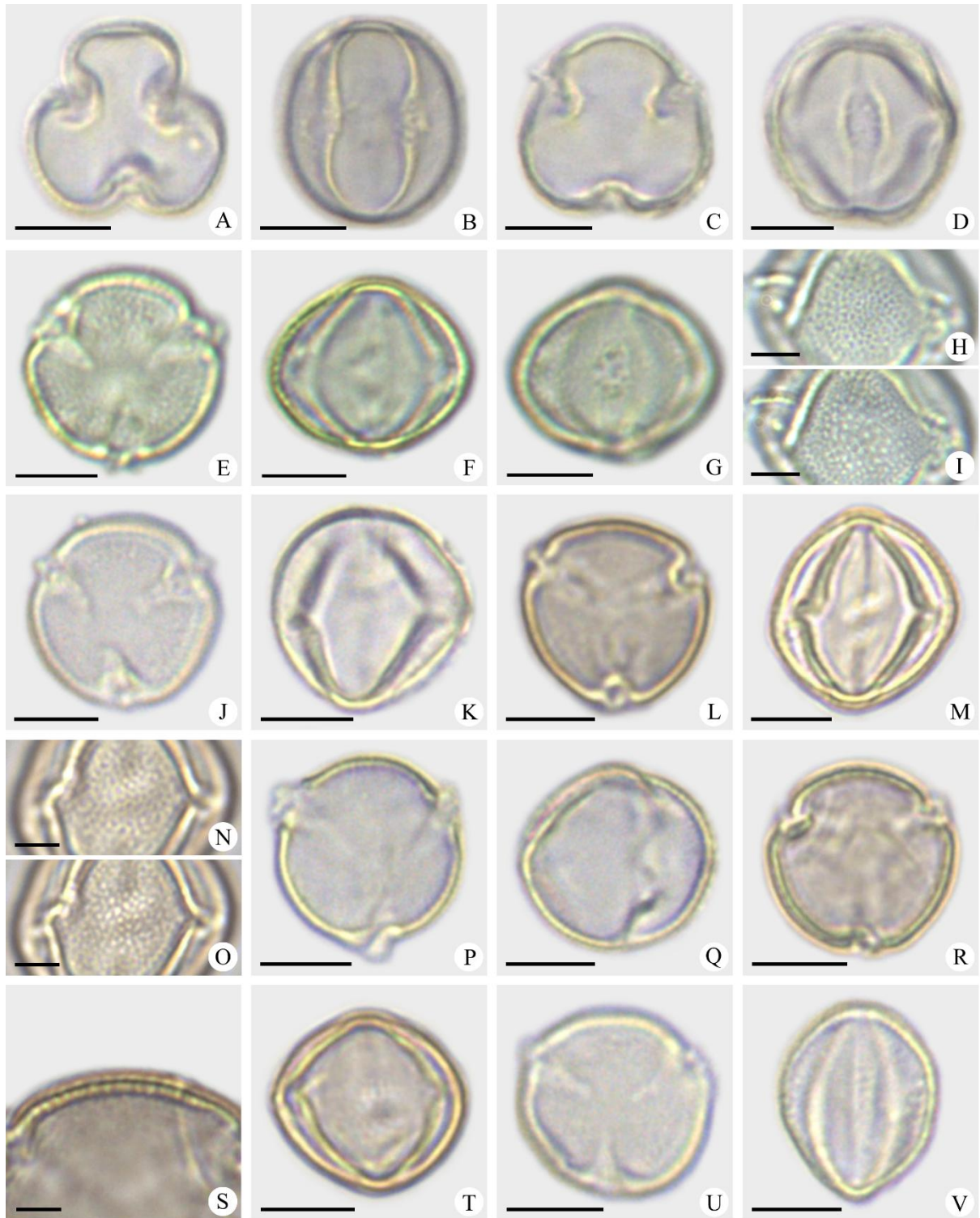


Figura 5. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1106 (TO). A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D *Mandirola* 1108 (TO). C. Vista polar. D. Vista equatorial, endoabertura. E-I *Mandirola* 1111 (TO). E. Vista polar. F. Vista equatorial. G. Vista equatorial, endoabertura. H-I. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. J-K *Mandirola* 1115 (GO). J. Vista polar. K. Vista equatorial. L-O *Mandirola* 1117. L. Vista polar. M. Vista equatorial, abertura. N-O. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. P-Q *Mandirola* 1119 (GO). P. Vista polar. Q. Vista equatorial. R-T *Mandirola* 1120 (GO). R. Vista polar. S. Vista polar, exina. T. Vista equatorial. U-V *Mandirola* 1125 (GO). U. Vista polar. V. Vista equatorial. Escalas: 5 μm = H-I, N-O e S; 10 μm = demais fotomicrografias.

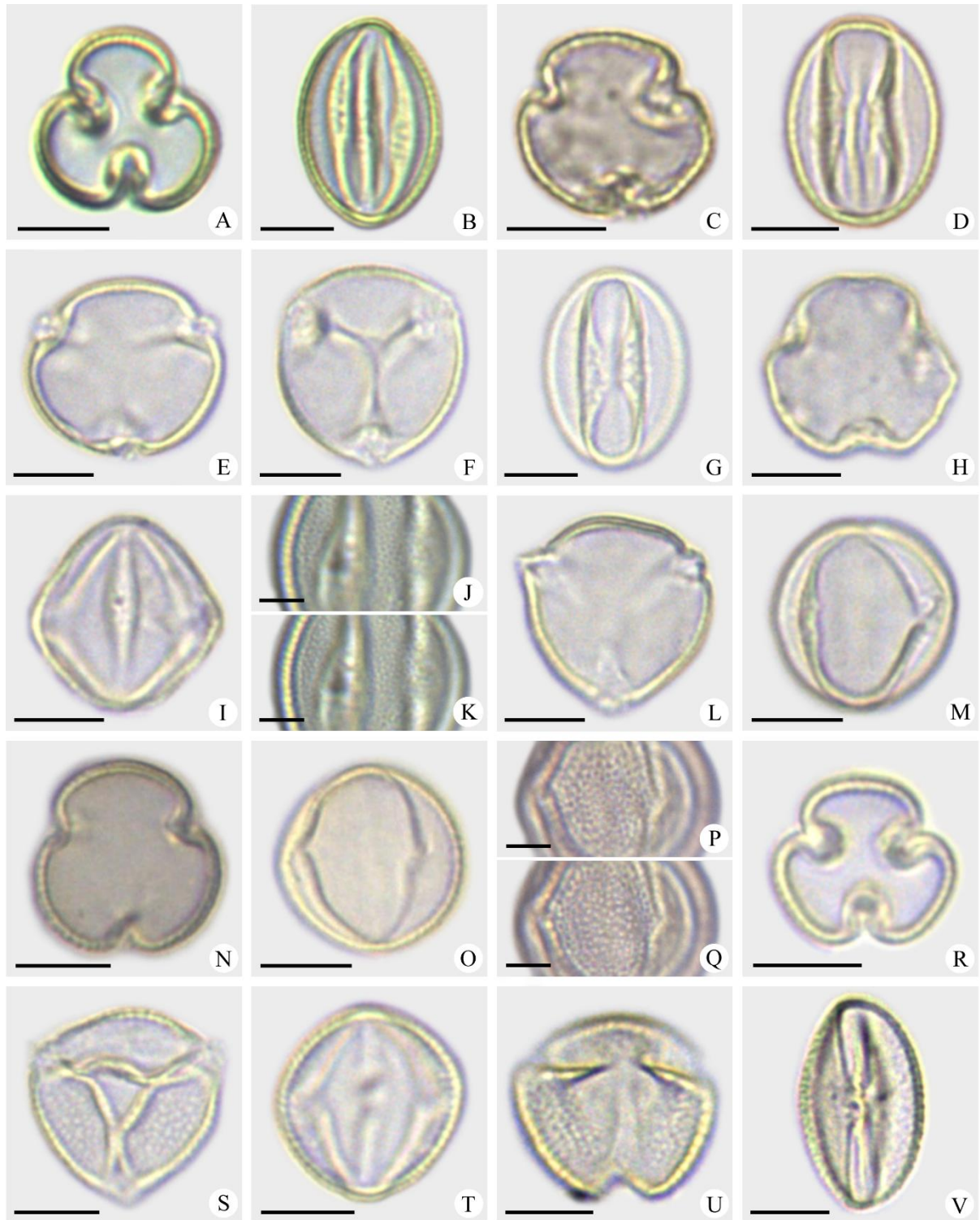


Figura 6. Fotomicrografias dos grãos de pólen das populações naturais de *Mandirola* Decne. A-B *Mandirola* 1128 (GO). A. Vista polar. B. Vista equatorial, abertura. C-D *Mandirola* 1129 (GO). C. Vista polar. D. Vista equatorial, abertura. E-G *Mandirola* 1130 (GO). E. Vista polar. F. Vista polar, sincolpismo. G. Vista equatorial. H-K *Mandirola* 1132 (DF). H. Vista polar. I. Vista equatorial, abertura. J-K. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. L-M *Mandirola* 1133 (GO). L. Vista polar. M. Vista equatorial. N-Q *Mandirola* 1139 (MG). N. Vista polar, contorno. O. Vista equatorial. P-Q. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. R-T *Mandirola* 1185 (GO). R. Vista polar. S. Vista polar, parassincolpismo. T. Vista equatorial, abertura. U-V *Mandirola* 1187 (GO). U. Vista polar. V. Vista equatorial. Escalas: 5 μm = J-K e P-Q; 10 μm = demais fotomicrografias.

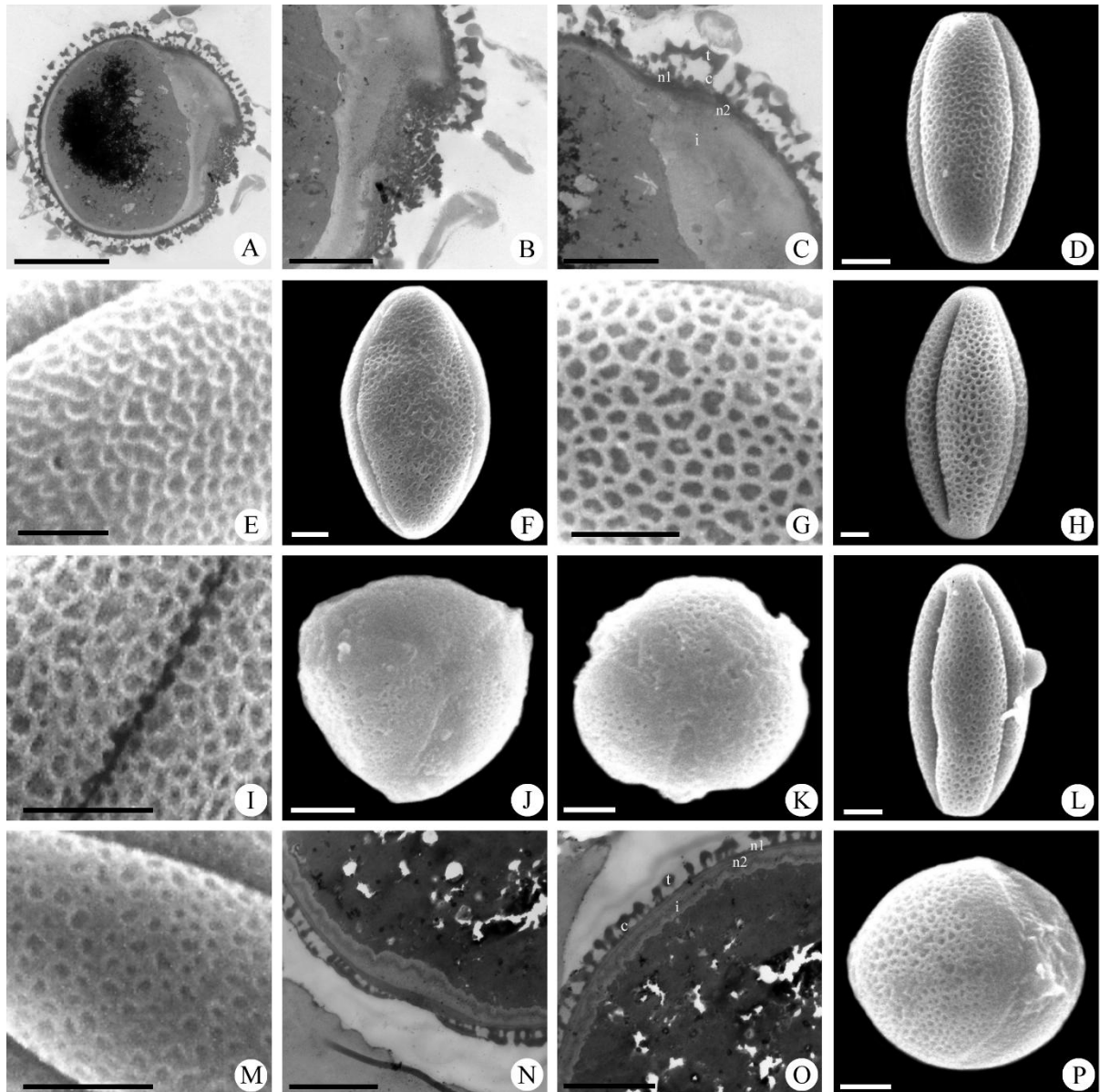


Figura 7. Eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen das populações naturais de *Goyazia* Taub. e *Mandirola* Decne. A-C *Goyazia* 1112. A. Vista geral do grão de pólen. B. Destaque para região da abertura. C. Detalhes da estrutura da parede (MET). D-E *Goyazia* 1138. D. Vista equatorial. E. Ornamentação (MEV). F-G *Mandirola* 1068. F. Vista equatorial. G. Ornamentação (MEV). H-I *Mandirola* 1094. H. Vista equatorial. I. Ornamentação (MEV). J *Mandirola* 1098. J. Vista polar, extremidades dos colpos e ornamentação (MEV). K *Mandirola* 1108. K. Vista polar, extremidades dos colpos e ornamentação (MEV). L-M *Mandirola* 1117. L. Vista equatorial. M. Ornamentação (MEV). N-O *Mandirola* 1119. N. Destaque para região da abertura. O. Detalhes da estrutura da parede (MET). P *Mandirola* 1132. P. Vista equatorial, abertura e ornamentação (MEV). (t = teto, c = columela, n1 = nexina 1, n2 = nexina 2, i = intina). Escalas: 2 μ m = B, C, N e O; 5 μ m = demais eletromicrografias.

Através da análise do intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey das medidas dos diâmetros dos grãos de pólen das populações de *Mandirola* e *Goyazia* estudadas (Fig. 8A e 8B), foi possível observar que a maioria das populações agruparam-se em um grande contínuo de medidas tanto em diâmetro polar em vista equatorial (DPVE), como principalmente em diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE), ou seja, tiveram as medidas muito próximas entre si.

Entretanto, quando se analisa o diâmetro polar em vista equatorial (DPVE) (Fig. 8A), nota-se a existência de grupos baseados nos menores valores de medidas, sendo eles, *Goyazia* 1062 (MT) e *Mandirola* 1094 (SP); nos maiores valores, definido apenas por *Mandirola* 1098 (BA), cuja explicação deve-se ao tamanho pronunciado em DPVE, sendo grãos de pólen mais prolatos, que possuem valores mais altos que as demais populações; e grupos com valores intermediários de medidas, ficando agrupadas as demais populações, formando um grande grupo contínuo.

Em relação ao diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) (Fig. 8B), as populações de *Mandirola* e *Goyazia* formaram um único grupo contínuo pelos seus valores de grãos de pólen. Porém, em uma análise minuciosa do intervalo de confiança destas populações é possível separar algumas populações, entre menores e maiores valores de DEVE.

Quanto ao tamanho dos diâmetros dos grãos de pólen das populações de *Mandirola* e *Goyazia* e suas respectivas distribuições nas regiões geográficas, não foi possível encontrar uma relação de distribuição, pois estas se apresentaram misturadas entre si, ou seja, os valores de diâmetros não separam as populações por regiões geográficas.

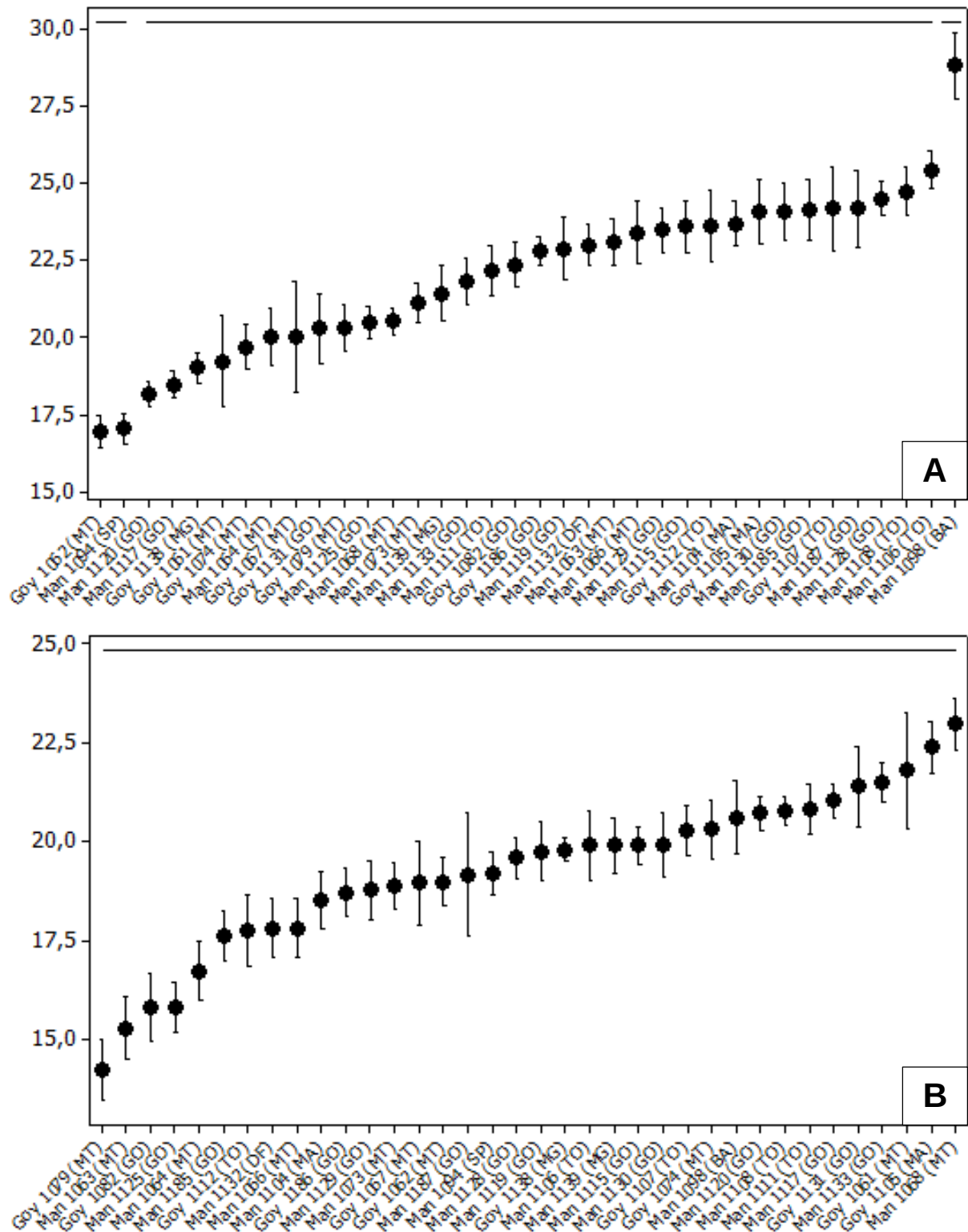


Figura 8. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen das populações de *Mandirola Decne.* e *Goyazia Taub.* A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins.

As populações de *Mandirola* e *Goyazia* foram submetidas a análise de componentes principais (ACP), baseada em 13 variáveis métricas dos seus grãos de pólen. Os dois primeiros eixos da análise (Fig. 9) resumiu 77,2 % da variabilidade total dos dados, sendo as variáveis métricas mais representativas, largura do colpo e largura da endoabertura, respectivamente no eixo 1 (CLAR, ELAR) e para o eixo 2, diâmetro polar em vista equatorial (DPVE) e comprimento do colpo (CCOM) (Tabela 9).

O primeiro eixo resumiu sozinho 60,12% da variabilidade das medidas analisadas, e observando-se o lado negativo do eixo 1, é possível notar a disposição da maioria das populações de *Goyazia*, porém a minoria das populações de *Mandirola*, estando proximamente relacionadas por possuírem os menores valores de largura do colpo e largura da endoabertura, tais variáveis foram as mais representativas para o este eixo, em contrapartida, o inverso ocorre quando se observa o lado positivo do eixo, no qual estão dispostas as populações de *Mandirola* e *Goyazia* que apresentaram os maiores valores destas variáveis.

O segundo eixo da ACP resumiu apenas 17,08% da variabilidade de todos os dados, e as variáveis de DPVE e CCOM foram responsáveis por ordenar a maioria das populações de *Mandirola* e minoria de *Goyazia* no lado positivo do eixo pelos maiores valores destas variáveis.

Em uma análise mais detalhada sobre a ordenação das populações de *Mandirola* e *Goyazia* de acordo com as distribuições nas regiões geográficas, tem-se que as populações Norte/Nordeste ficaram posicionadas no lado positivo do eixo 1, exceto *Goy 1107* (TO) e *Man 1104* (MA) que apareceram mais relacionadas com as populações do Centro-Oeste no lado negativo do eixo. As populações do Centro-Oeste estão distribuídas em todos os quadrantes do gráfico, o que demonstra as variações quantitativas nos grãos de pólen. Quanto as populações do Sudeste aparecem no lado negativo do eixo 2, estando posicionadas próximas às populações do Centro-Oeste, especialmente as representantes do Estado do Mato Grosso (Fig. 9),

Tabela 9. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as populações de *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. estudadas.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DEVP	(Diâmetro equatorial em vista polar)	0,0963	0,1957
DPVE	(Diâmetro polar em vista equatorial)	-0,0769	0,6148
DEVE	(Diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,0970	-0,0245
CCOM	(Comprimento do colpo)	-0,0468	0,5658
CLAR	(Largura do colpo)	0,6628	0,1402
ECOM	(Comprimento da endoabertura)	0,3975	0,1608
ELAR	(Largura da endoabertura)	0,5495	0,0203
EXIN	(Exina)	-0,1721	0,2106
SEXI	(Sexina)	-0,1754	0,2182
NEXI	(Nexina)	-0,0354	0,0388
TETO	(Teto)	-0,0560	0,0349
FORMA	(Forma dos grãos de pólen)	-0,0930	0,3495
IAP	(Índice de área polar)	-0,0238	0,0160

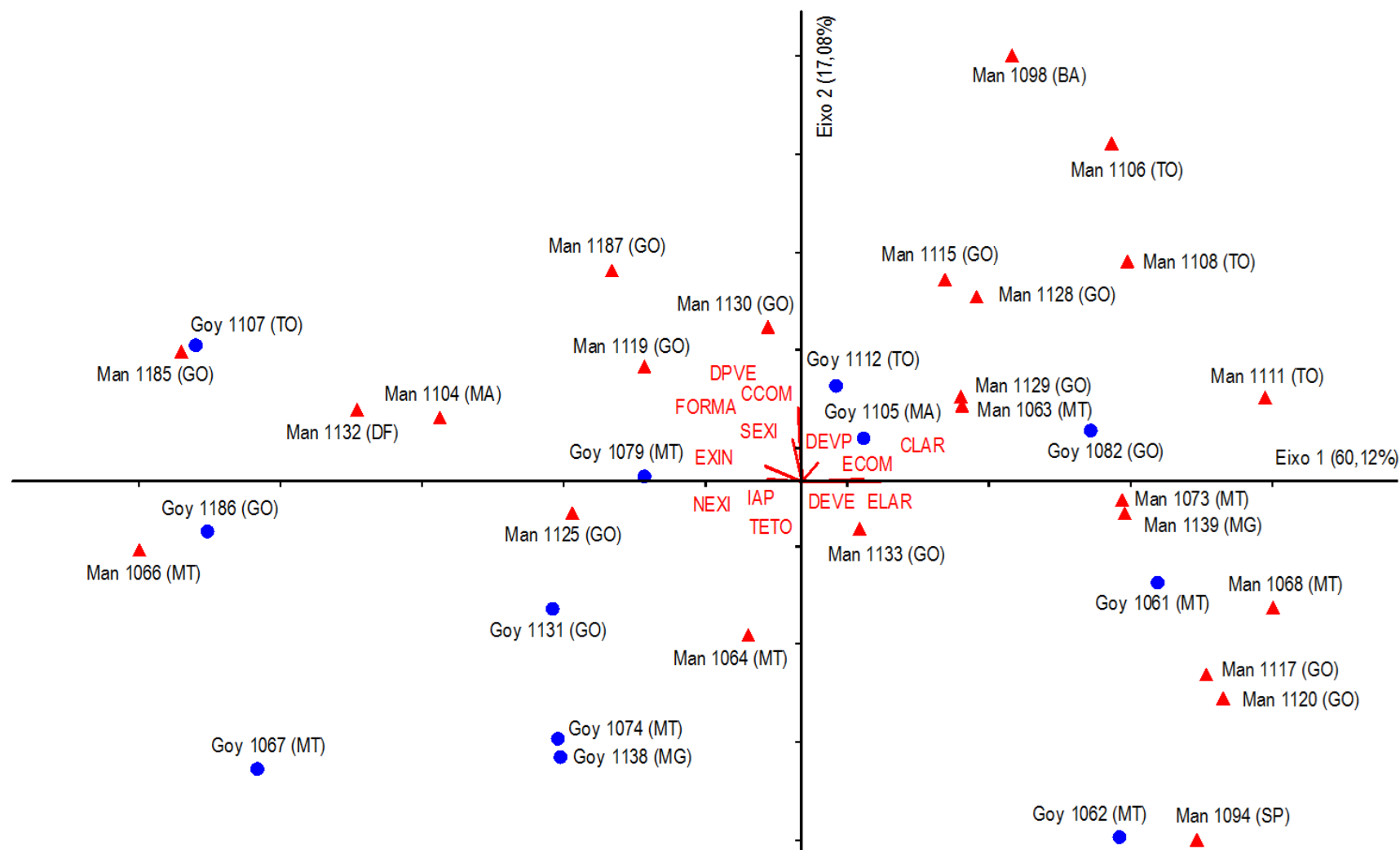


Figura 9. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das populações de *Mandirola Decne.* e *Goyazia Taub.* em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Goy = *Goyazia*, Man = *Mandirola*, BA = Bahia, DF = Distrito Federal, GO = Goiás, MA = Maranhão, MG = Minas Gerais, MT = Mato Grosso, SP = São Paulo, TO = Tocantins.

Discussão

Trabalhos que envolvem descrições polínicas dos gêneros *Mandirola* e *Goyazia* são extremamente escassos, tendo sido estudados apenas por Gasparino [27] e Souza et al. (Capítulo 2). Gasparino [27], analisou as espécies de *Mandirola* e *Goyazia*, sendo elas, *Mandirola multiflora*, *Goyazia petraea* e *G. rupicola*, no entanto estas duas últimas espécies foram consideradas pelo autor em *Mandirola* de acordo com Araujo [7]. Os grãos de pólen das espécies foram descritos como pequenos, âmbito circular, prolato-esferoidais (*M. hirsuta* e *M. petraea*) à subprolato (*M. rupicola*), 3-colporados, colpos longos e estreitos, com margem, endoabertura lalongada, exina microrreticulada homobrocada [27]. Souza et al. (Capítulo 2) também estudaram *G. petraea*, *G. rupicola* e *Mandirola hirsuta*, além das espécies *M. multiflora* e *M. rupestris*, e os resultados dos autores foram bastante similares aos de Gasparino [27]. Porém, Souza et al. (Capítulo 2) relatam variações principalmente quando ao âmbito, forma, largura e extremidades dos colpos para estas espécies, ressaltando a proximidade entre elas e a necessidade de novos estudos que busquem analisar minuciosamente estes gêneros.

O trabalho clássico de Erdtman [40] apresenta os principais caracteres polínicos para descrição de diversas famílias botânicas, tais como, simetria, tamanho, forma, aberturas e ornamentação. Para Barth & Melhem [36], os principais caracteres de valor taxonômico nos grãos de pólen, são unidade polínica, número e tipo de aberturas, ornamentação e estrutura da exina, em contra partida, o tamanho e forma dos grãos de pólen tem pouco valor diagnóstico [36]. No presente estudo, os caracteres qualitativos, como grãos de pólen 3-colporados, presença de margem e ornamentação microrreticulada homobrocada não variaram. Portanto, caracteres polínicos de valor taxonômico não variaram entre os gêneros *Mandirola* e *Goyazia*.

Segundo Melhem et al. [23], as características morfológicas dos grãos de pólen são conservadas geneticamente, e portanto não estão sujeitas às variações das condições ambientais, tornando-as estáveis e de grande valor diagnóstico. Com base no exposto, considerando-se os resultados observados neste estudo para as populações de *Mandirola* e *Goyazia*, tem-se que as características polínicas de valor diagnóstico, tais como número e tipo de abertura, tipo de endoabertura e

ornamentação da exina das populações distribuídas entre as regiões geográficas do Cerrado não variam dentro e entre os gêneros.

Gesneriaceae é caracterizada como uma família euripolínica, considerando-se principalmente as aberturas e ornamentação dos seus grãos de pólen [27, 42] Dessa forma, características polínicas como ornamentação da exina para a família, tem se mostrado variável quanto aos tamanhos e detalhes dos retículos. O trabalho de Perret et al. [4], descreve a história biogeográfica das espécies de Gesneroideae (que inclui as tradicionais tribos Episcieae, Gesnerieae, Gloxinieae, Sinningieae e Sphaerorrhizeae, atualmente tratadas como subtribos sensu Weber et al. [3]). Com base nas tradicionais tribos analisadas, foi possível observar que Episcieae divergiu há 28 Ma., enquanto que Gloxinieae divergiu há 21 Ma. Para Episcieae, tem-se observado um padrão de ornamentação heterorreticulada em *Nematanthus* Schrad. [23, 39, 41] sendo que os retículos são diferenciados em reticulados no mesocolpo e microrreticulados no apocolpo [39], porém em Gloxinieae há um padrão de ornamentação microrreticulada considerando os trabalhos de Gasparino [27], Souza et al. (Capítulo 2) e os resultados aqui analisados para *Mandirola* e *Goyazia*, enquanto que ornamentação reticulada foi observada nas espécies de *Gloxinia* [24, 27, Souza et al., Capítulo 2]. Nesse caso, em razão da ordem de divergência das tribos Episcieae e Gloxinieae, existe uma hipótese a ser considerada, onde a evolução do tamanho dos retículos se dá a partir da diferenciação em microrreticulado no apocolpo e reticulado no mesocolpo, para tamanhos maiores (reticulados) e tamanhos menores (microrreticulados) de forma independente ao longo do tempo.

No trabalho de Fiorini [42] sobre filogeografia de *Mandirola hirsuta*, a autora testa hipóteses de “fragmentação” e de “colonização recente”, a fim de compreender os processos que resultaram na distribuição atual de espécies de formações úmidas do Cerrado, a partir de populações naturais de *Mandirola hirsuta*. A autora relata que não há uma estruturação geográfica das populações no Cerrado, devido a maior parte das populações de *Mandirola* ocorrerem nos limites entre as regiões geográficas e em alguns casos, em mais de uma região do Cerrado. Conclui que variabilidade genética intrapopulacional é baixa, porém ocorre alta variabilidade interpopulacional, o que caracteriza em baixa capacidade de dispersão de sementes. Com base no trabalho de Fiorini [41] e as populações de *Mandirola* e *Goyazia* aqui analisadas, tem-se que

mesmo que a variabilidade genética tenha sido alta no complexo *Mandirola hirsuta*, resultando em possíveis grupos de populações estruturadas, a morfologia dos grãos de pólen para as populações de *Mandirola* e *Goyazia* não apresentaram diferenças morfológicas significativas a ponto de distinguir os gêneros entre si e quanto à sua distribuição geográfica no Cerrado.

Desta forma, os trabalhos de Roalson et al. [13], Araujo [7], Araujo e Perret [18], Araujo et al. [15] e Perret et al. [4] demostram a estreita relação entre os gêneros *Mandirola* e *Goyazia* a partir de análises filogenéticas. Araujo [7] relata a dificuldade de delimitação taxômica dos gêneros por apresentarem distribuição simpátrica, morfologia floral e fenologia muito semelhantes. No presente trabalho, as características da morfologia polínica das populações de *Mandirola* e *Goyazia* não apresentam diferenças significativas em relação aos caracteres de valor taxômico, sendo semelhantes entre ambos os gêneros, dificultando a delimitação destes. Os caracteres principalmente quantitativos apresentaram variações intra e interpopulações. A ACP também não foi capaz de ordenar a separação dos gêneros, estes se mostraram próximos entre si, não apresentando nenhuma relação com a distribuição geográfica das regiões do Cerrado. Nós podemos inferir com este estudo, que os gêneros *Mandirola* e *Goyazia* não apresentam diferenças morfológicas diagnósticas dos seus grãos de pólen, indicando que os gêneros são estenopolínicos entre si, e por este motivo, aliados a outros estudos morfológicos e moleculares para o grupo, podem indicar uma provável sinonimização de *Goyazia* em *Mandirola*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Mauro Peixoto por disponibilizar material em cultivo para o trabalho, aos curadores do herbário HUFABC (Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, Brasil) pelos materiais polínicos concedidos para o presente estudo e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2011/20269-9 e 2015/02707-0) pelo Auxílio à Pesquisa e pela Bolsa de Mestrado concedidos.

Referências

1. Chautems A. A família Gesneriaceae na região cacauzeira do Brasil. Rev. bras. Bot. 1991; 14: 51-59.
2. Weber A. Gesneriaceae. In: Kubitzki K, Kadereit JW, editors. The Families and Genera of Vascular Plants, Springer Verlag, Berlin. 2004; 7: 63-158.
3. Weber A, Clark JL, Moller M. A new formal classification of Gesneriaceae. Selbyana. 2013; 31: 68-94.
4. Perret M, Chautems A, Araujo AO, Salamin N. Temporal and spatial origin of Gesneriaceae in the New World inferred from plastid DNA sequences. Bot J Linn Soc. 2013; 171: 61–79.
5. Araujo AO, Chautems A, Ferreira GE, Rossini J. Gesneriaceae In: Forzza, RC, editor. Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2017 [citado 2017 Jan 2]. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB119>.
6. Simon MF, Grether R, de Queiroz LP, Skema C, Pennington RT, Hughes CE. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2009; 106: 20359–20364.
7. Araujo AO. Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L'Hér. *sensu lato* (Gesneriaceae). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=84151.
8. Decaisne J. Gesneriaceae. Revue Horticole. 1848; 20: 461–469.
9. Hanstein J. Gesneriaceae. In: Martius C, editor. Flora Brasiliensis. 1864; 8: 342–428.
10. Bentham G. Gesneriaceae. In: Bentham G, Hooker WJ, editors. Genera Plantarum. 1876; 2: 990-1025.
11. Wiehler H. A report on the classification of *Achimenes*, *Eucodonia*, *Gloxinia*, *Goyazia* and *Anetanthus* (Gesneriaceae). Selbyana. 1976; 1: 374-404.

12. Roalson EH, Boggan JK, Skog LE, Zimmer EA. Untangling Gloxinieae (Gesneriaceae). I. Phylogenetic patterns and generic boundaries inferred from nuclear, chloroplast, and morphological cladistic datasets. *Taxon*. 2005; 54: 389-410.
13. Roalson EH, Boggan JK, Skog LE. Reorganization of tribal and generic boundaries in the Gloxinieae (Gesneriaceae: Gesnerioideae) and the description of new tribe in the Gesnerioideae Sphaerorrhizeae. *Selbyana*. 2005; 25: 225-238.
14. Araujo AO, Souza VC, Chautems A. Estudos taxonômicos em Gloxinieae (Gesneriaceae) – notas nomenclaturais. *Acta bot bras*. 2012; 26: 891-900.
15. Araujo AO, Souza VC, Perret M. *Chautemsia calcicola*: A new genus and species of Gloxinieae (Gesneriaceae) from Minas Gerais, Brazil. *Taxon*. 2010; 59: 203-208.
16. Taubert P. Gesneraceae. In: Beiträge zur Kenntnis der Flora des centralbrasilianischen Staates Goyaz. *Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*. 1896; 21: 451.
17. Howard RA. The genus *Anetanthus* (Gesneriaceae). *J Arnold Arbor*. 1975; 56: 364-368.
18. Araujo AO, Perret M. Systematic revision of the Brazilian endemic genera *Mandirola* Decne. and *Goyazia* Taub. (Gesneriaceae). *Resumos...* Sarasota: World Gesneriad Research Conference, USA, 2010.
19. Moore HE, Lee RE. The broadening basis of classification in the Gesneriaceae. *Baileya*. 1968; 15: 97-108.
20. Wiehler H. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana*. 1983; 6: 1-219.
21. Kvist LP, Skog LE. Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). *Smithson contrib bot*. 1992; 79: 1-83.
22. Clark JL, Funke MM, Duffy AM, Smith JF. Phylogeny of a Neotropical clade in the Gesneriaceae: more tales of convergent evolution. *Int J Plant Sci*. 2012; 173: 894–916.

23. Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Golçalves-Esteves VL. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo*. 2003; 16: 1-104.
24. Williams NH. Pollen structure and the systematics of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana*. 1978; 2: 310-322.
25. Filice MAC, Sanchis AM, Villar LM. Granos de pólen de las Gesneriaceae de la Argentina. *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*. 1981; 2: 77-89.
26. Xifreda CC. Citas nuevas o críticas para la flora Argentina II: *Gloxinia gymnostoma* y *G. nematanthodes* (Gesneriaceae). *Darwiniana*. 1996; 34: 383-388.
27. Gasparino EC. Palinotaxonomia de espécies brasileiras de Gesneriaceae, com ênfase nas ocorrentes no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo. 2008. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/10/Eduardo_Custodio_Gasparino_DR.pdf.
28. Erdtman G. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Bot Tidskr*. 1960; 54: 561-564.
29. Melhem TS, Matos MER. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. *Labiatae*. *Hoehnea*. 1972; 2: 1-10.
30. Salgado-Labouriau ML. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro. 1973.
31. Sabatini DD, Bensch K, Barnett RJ. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *J Cell Biol*. 1963; 17: 19–58.
32. Haddad A, Sesso A, Attias M, Farina M, Meirelles MN, Siveira M, Benchimol M, Soares MJ, Barth OM, Machado RD, Souto-Padrón T, Souza W. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. Sociedade Brasileira de Microscopia: Rio de Janeiro. 1998.
33. Vieira S. Introdução à Bioestatística. 4ª ed. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro. 2011.
34. Shepherd GJ. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 1996.

35. McCune B, Mefford MJ. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A. 2011.
36. Barth OM, Melhem TS. Glossário ilustrado de Palinologia. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas; 1988.
37. Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. Glossary of pollen and spore terminology. *Rev Paleobot Palynol*. 2007; 143:1-81.
38. Faegri G, Iversen J. Textbook of modern pollen analysis. 2th ed. Scandinavian University Books, Copenhagen. 1966.
39. Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems A. Pollen Morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). *Grana*. 2013; 52: 258-274.
40. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy – Angiosperms. Almqvist & Wiksell, Stockholm, 1952.
41. Fourny ACS, Mendonça CBF, Lopes TCC, Gonçalves-Esteves V. Palinologia de espécies de Gesneriaceae Rich. & Juss. ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta bot bras*. 2010; 24: 812–824.
42. Fiorini CF. Filogeografia Plastidial de *Mandirola hirsuta* (Gesneriaceae). Dissertação de Mestrado, Universidade de Campinas, Campinas. 2015. Disponível em: www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000954699.

CAPÍTULO 4 - Análise polínica do híbrido natural *Mandirola* Decne. x *Goyazia* Taub. (Gesneriaceae) e os possíveis parentais da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso (Brasil)¹

Resumo Foram estudados os grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* e seus possíveis parentais provenientes da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, com o objetivo de descrever e verificar diferenças morfológicas entre os grãos de pólen, buscando evidências de hibridização entre esses gêneros. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, fotografados e descritos qualitativamente. Os dados quantitativos foram analisados através de estatísticas descritiva e multivariada. Foram observados os grãos de pólen não acetolisados em microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, a fim de fornecer mais detalhes da ornamentação e estrutura da exina do híbrido natural, respectivamente. Os grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* e os seus possíveis parentais possuem características diagnósticas semelhantes, porém apresentam variações quanto ao âmbito, à forma e às extremidades dos colpos, além disso, o híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* apresenta diferenciação dos retículos no mesocolpo e apocolpo, diferentemente dos seus possíveis parentais.

Palavras-chave Gesnerieae, grãos de pólen, morfologia polínica, hibridização

¹ Capítulo redigido segundo as normas para publicação no periódico Grana, estruturado em SHORT COMMUNICATION

Introdução

Em Gesneriaceae, a produção de híbridos artificiais ocorre de maneira relativamente simples, porém híbridos naturais são mais difíceis de serem encontrados na natureza (Perret et al. 2007; Ferreira et al. 2013). Alguns trabalhos citam híbridos naturais para a família, como Wiehler (1983) entre espécies de *Achimenes* Pers., *Diastema* Benth., *Koehleria* Benth. & Hook.f. e *Gesneria* L.; em Okada (1990) para *Monophyllaea* R.Br.; em Schlag-Edler & Kiehn (2001) para *Cyrtandra* J.R.Forst. & G.Forst.; em Puglissi et al. (2011) para *Oreocharis* Benth. e em Qiu et al. (2011) para *Petrocosmea* Oliv. No Brasil, foram relatados híbridos naturais em *Nematanthus* Schrad. (Chautems 1988; Chautems & Matsuoka 2003; Araujo et al. 2005; SanMartin-Gajardo & Sazima 2005), entre *Sphaerorrhiza sarmentiana* (Gardner ex Hook.) Roalson & Boggan e *Mandirola hirsuta* (DC.) A.O.Araujo & Chautems (Araujo 2007), *Sinningia* Nees (Ferreira et al. 2013) e *Vanhouttea* Lem. (Chautems 2002; SanMartin-Gajardo & Sazima 2005).

Os gêneros *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. formam um clado da subtribo Gloxiniinae (Gesnerieae, Gesneriaceae), juntamente com mais seis gêneros distribuídos no Brasil (Araujo 2007; Weber et al. 2013). São ervas com rizomas, de corola lilás, branca ou rosada e com padrões variados de manchas na fauce. Esses gêneros são endêmicos do Brasil, ocorrendo simpatricamente em afloramentos rochosos do Domínio Fitogeográfico do Cerrado (Araujo 2007, Araujo et al. 2017).

Na Chapada dos Guimarães - Mato Grosso, *Mandirola* e *Goyazia* são encontrados em um mesmo afloramento rochoso, onde foi também registrado um híbrido natural entre eles. Esse híbrido apresenta caracteres vegetativos e florais intermediários entre os possíveis parentais (Figura 1). Portanto, o presente trabalho teve como objetivo verificar diferenças morfológicas entre os grãos de pólen desse híbrido natural e dos possíveis parentais, com o intuito de buscar outras evidências de hibridização entre esses gêneros.



Figura 1. Fotografias do híbrido natural *Mandirola x Goyazia* e seus possíveis parentais. A. Híbrido natural *Mandirola x Goyazia* em cultivo. B. *Goyazia petraea* da Chapada dos Guimarães (MT). C. *Mandirola hirsuta* da Chapada dos Guimarães (MT). Fotos: A.O. Araujo.

Material e Métodos

Os materiais polínicos do híbrido *Mandirola x Goyazia* e dos possíveis parentais foram coletados (Tabela I, Figura 2) e analisados segundo a técnica clássica de acetólise (Erdtman 1960), seguindo modificações propostas por Melhem et al. (2003). Os diâmetros em vista polar e equatorial foram medidos ($n \leq 25$) no período de uma semana (Melhem & Matos 1972; Salgado-Labouriau 1973). Para os demais caracteres tais como, as aberturas e camadas de exina, foram realizadas 10 medidas. Dos dados quantitativos obtidos foram analisados através de estatística descritiva (Vieira 2011) e as médias entre o híbrido e os indivíduos parentais foram comparadas através da análise do intervalo de confiança, dispondo os dados em gráficos, gerados a partir do

pacote estatístico MINITAB 10.3 for Windows, seguido do Teste de Tukey. Também foi realizada a análise multivariada dos dados a partir de uma análise de componentes principais (ACP) utilizando o programa Fitopac (Shepherd 1996) e PC-ORD versão 5 (McCune & Mefford 2011).

As fotomicrografias em microscopia óptica foram realizadas com o fotomicroscópio Bel Photonics. As eletromicrografias, para a análise em microscopia eletrônica de varredura, a partir de grãos de pólen não acetolisados preparados de acordo com Melhem et al. (2003), utilizou-se os microscópios eletrônicos de varredura modelo JEOL JSM 5410, enquanto que para análise da ultraestrutura da exina seguiu-se a metodologia proposta por Sabatini et al. (1963) e Haddad et al. (1998), utilizando-se os microscópios eletrônicos de transmissão modelo JEOL JEM 1010.

As descrições polínicas e terminologia adotadas foram baseadas nos glossários de Barth & Melhem (1988) e Punt et al. (2007), respectivamente, enquanto que as classes do índice de área polar (IAP) seguiram Faegri & Iversen (1966) e o índice de largura do colpo por Gasparino et al. (2013). Os materiais polínicos do híbrido e seus possíveis parentais serão representados ao longo do texto pelos nomes das espécies seguido do número do coletor.

Tabela I. Lista de localidades do híbrido natural *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais analisados no presente estudo.

Táxon	Nº de coleta	Município/ Estado	Coordenada geográfica	Nº de indivíduos
<i>Goyazia petraea</i>	Araujo et al. 1061	Chapada dos Guimarães - MT	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	02
<i>Goyazia petraea</i>	Araujo et al. 1062	Chapada dos Guimarães - MT	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	01
Híbrido	Araujo et al. 1170	Chapada dos Guimarães - MT	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	01
<i>Mandirola hirsuta</i>	Araujo et al. 1063	Chapada dos Guimarães - MT	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	03
<i>Mandirola hirsuta</i>	Araujo et al. 1064	Chapada dos Guimarães - MT	15°22'44,8"S, 55°50'31,5"W	03
<i>Mandirola hirsuta</i>	Araujo et al. 1068	Chapada dos Guimarães - MT	15°26'16,8"S, 55°50'16,3"W	01
Total de indivíduos analisados				11

MT= Mato Grosso.

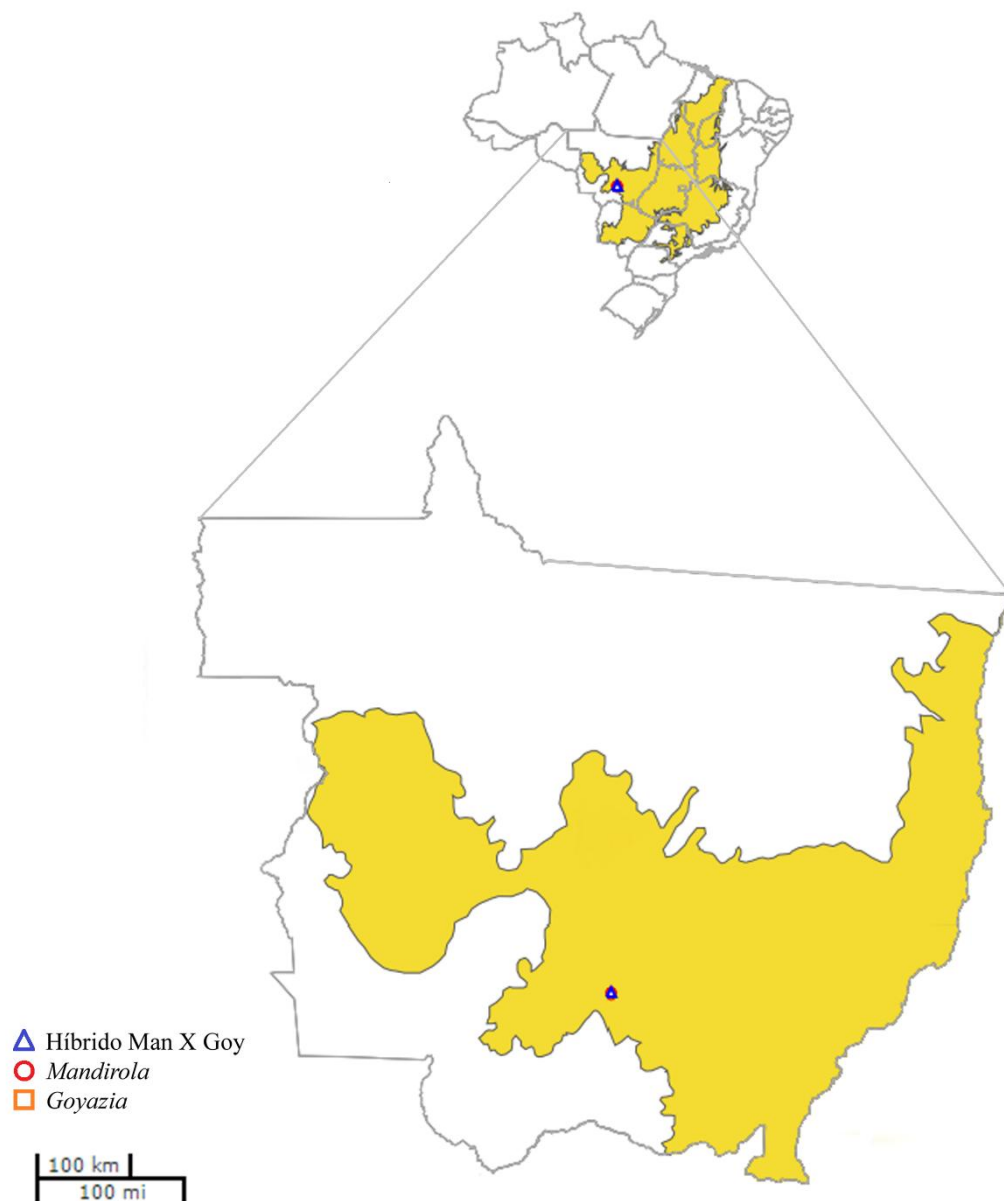


Figura 2. Distribuição geográfica do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e dos possíveis parentais da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. A distribuição geográfica do bioma Cerrado é apresentada.

Resultados

Os grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* e os possíveis parentais são mônades, isopolares, pequenos, circulares em (*Goyazia petraea* 1062, Figura 4E, F; *Mandirola hirsuta* 1063 e 1064, Figura 4L, Q), subtriangulares (*Goyazia petraea* 1061, Figura 4A) e triangulares (Híbrido 1170, Figura 3A, B; *Mandirola hirsuta* 1068,

Figura 4U), suboblatos (Híbrido 1170), oblato-esferoidais (*Goyazia petraea* 1061 e 1062 e *Mandirola hirsuta* 1068), subprolatos (*Mandirola hirsuta* 1064) e prolatos (*Mandirola hirsuta* 1063) (Tabela III), 3-colporados, colpos muito longos, largos, extremidades arredondadas (*Goyazia petraea* 1062, Figura 4E; Híbrido 1170, Figura 3A; *Mandirola hirsuta* 1064 e 1068, Figura 4Q, U) e afiladas (*Goyazia petraea* 1061, Figura 4A), com margem, endoaberturas lolongadas (Tabelas III e IV), ornamentação microrreticulada ou reticulada heterobrocada (mesocolpo, Híbrido 1170, Figura 3H-I), sexina mais espessa que nexina (Figura 3E, 4I, Tabela IV).

Os tamanhos dos grãos de pólen variaram quanto ao diâmetro polar em 16,92 µm em *Goyazia petraea* 1062 a 23,08 µm em *Mandirola hirsuta* 1063. Porém, para o diâmetro equatorial de 15,28 µm em *Mandirola hirsuta* 1063 a 22,97 µm em *Mandirola hirsuta* 1068 (Tabela II). Com relação ao âmbito, foi observada variações dentro das amostras para todos os possíveis parentais do híbrido 1170, exceto ele, pois apresentou apenas âmbito triangular. Variaram para *Goyazia petraea* 1061 em circulares; *Goyazia petraea* 1062 em circulares lobado; *Mandirola hirsuta* 1063 em subcirculares; *Mandirola hirsuta* 1064 em circulares lobado e subtriangulares e *Mandirola hirsuta* 1068 em subtriangulares. O mesmo foi observado quanto à forma dos grãos de pólen, onde *Goyazia petraea* 1061 variou em suboblatos; *Goyazia petraea* 1062 em suboblatos, prolato-esferoidais e subprolatos; híbrido 1170 em suboblatos e prolato-esferoidais; *Mandirola hirsuta* 1063 em subprolatos; *Mandirola hirsuta* 1064 em suboblatos, oblato-esferoidais e prolatos e *Mandirola hirsuta* 1068 em oblato-esferoidais e prolato-esferoidais.

Todos os colpos analisados são muito longos (Tabela III), com área polar muito pequena ($< 0,25$ µm, Tabela III) e largos. Porém, assim como visto com o âmbito e a forma dos grãos de pólen, as extremidades dos colpos também sofreram variações, sendo observado extremidades arredondadas ou afiladas apenas no híbrido 1170 e arredondadas, afiladas ou truncadas em *Mandirola hirsuta* 1063. Todos apresentam margem e endoabertura lolongada (Tabelas III e IV).

Em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, o híbrido *Mandirola* x *Goyazia* e os possíveis parentais apresentaram ornamentação microrreticulada. No entanto, para o híbrido 1170 foi possível observar variações nos retículos, sendo que na região do apocolpo eles são microrreticulados homobrocados

(Figura 3F-G) e no mesocolpo são reticulados heterobrocados (Figura 3H-I, J, K), para os possíveis parentais, os microrretículos são homobrocados no apocolpo e mesocolpo (Figura 4C-D, J-K, O-P, S-T, X-Y).

A fim de analisar o híbrido *Mandirola* x *Goyazia* com mais detalhes, foi realizada a análise em microscopia eletrônica de transmissão (Figura 3L-N), na qual observou-se teto descontínuo (Figura 3L), tão espesso quanto a nexina. A camada infratectal possui columelas longas de diâmetros parecidos, às vezes incompletas (Figura 3N). A nexina sutilmente subdividida em nexina 1 e nexina 2, são lineares (Figura 3N). Além disso, é possível notar uma diminuição da exina na região da abertura (Figura 3M). A intina é espessa.

Tabela II. Dados quantitativos dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub. e dos possíveis parentais.

Táxon/ Nº Coleta	(X _{min} – X _{max}) X ± S _x		s	IC	CV%
Diâmetro Equatorial em vista Polar					
<i>Goyazia petraea</i> 1061*	(20,51 – 23,08)	22,44 ± 0,64	1,28	(20,40 – 24,47)	5,71
<i>Goyazia petraea</i> 1062*	(17,95 – 20,51)	18,15 ± 0,14	0,71	(17,86 – 18,45)	3,91
Híbrido 1170	(17,95 – 23,08)	21,54 ± 0,30	1,48	(20,93 – 22,15)	6,87
<i>Mandirola hirsuta</i> 1063*	(15,38 – 20,51)	18,46 ± 0,96	2,15	(15,80 - 21,12)	11,62
<i>Mandirola hirsuta</i> 1064	(15,38 – 20,51)	18,12 ± 0,30	1,17	(17,47 – 18,77)	6,48
<i>Mandirola hirsuta</i> 1068	(20,51 – 25,64)	22,36 ± 0,31	1,57	(21,71 – 23,01)	7,04
Diâmetro Polar em vista Equatorial					
<i>Goyazia petraea</i> 1061*	(17,95 – 20,51)	19,23 ± 0,57	1,40	(17,76 – 20,70)	7,30
<i>Goyazia petraea</i> 1062	(15,38 – 17,95)	16,92 ± 0,26	1,28	(16,39 – 17,45)	7,58
Híbrido 1170	(15,38 – 20,51)	18,46 ± 0,26	1,28	(17,93 – 18,99)	6,94
<i>Mandirola hirsuta</i> 1063	(20,51 – 25,64)	23,08 ± 0,36	1,81	(22,33 – 23,82)	7,86
<i>Mandirola hirsuta</i> 1064	(15,38 – 23,08)	20,00 ± 0,44	2,22	(19,08 – 20,91)	11,10
<i>Mandirola hirsuta</i> 1068	(17,95 – 23,08)	20,51 ± 0,21	1,05	(20,08 – 20,94)	5,10
Diâmetro Equatorial em vista Equatorial					
<i>Goyazia petraea</i> 1061*	(20,51 – 23,08)	21,79 ± 0,57	1,40	(20,32 – 23,27)	6,44
<i>Goyazia petraea</i> 1062	(15,38 – 20,51)	18,97 ± 0,30	1,48	(18,36 – 19,58)	7,80
Híbrido 1170	(17,95 – 23,08)	21,23 ± 0,28	1,39	(20,66 – 21,80)	6,54
<i>Mandirola hirsuta</i> 1063	(12,82 – 17,95)	15,28 ± 0,38	1,88	(14,51 – 16,06)	12,33
<i>Mandirola hirsuta</i> 1064	(12,82 – 20,51)	16,72 ± 0,37	1,83	(15,96 – 17,47)	10,95
<i>Mandirola hirsuta</i> 1068	(20,51 – 25,64)	22,97 ± 0,31	1,57	(22,33 – 23,62)	6,82

x = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação, * N ≤ 25.

Tabela III. Caracterização morfológica dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub. e dos possíveis parentais.

Táxon/ Nº Coleta	Tamanho	P/E	Forma	IAP	Endoabertura	Exina
<i>Goyazia petraea</i> 1061	P	0,88	OE	0,11	LO	MIC
<i>Goyazia petraea</i> 1062	P	0,89	OE	0,14	LO	MIC
Híbrido 1170	P	0,87	SO	0,10	LO	MIC/RET*
<i>Mandirola hirsuta</i> 1063	P	1,51	P	0,13	LO	MIC
<i>Mandirola hirsuta</i> 1064	P	1,20	SP	0,21	LO	MIC
<i>Mandirola hirsuta</i> 1068	P	0,89	OE	0,12	LO	MIC

P = pequenos, P/E = relação diâmetro polar / diâmetro equatorial, em vista equatorial, SO = suboblatos, OE = oblato-esferoidais, SP = subprolatos, P = prolatos, IAP = Índice de área polar, LO = lolongada, MIC = microrreticulada, MIC/RET* = microrreticulada no apocolpo e reticulada no mesocolpo.

Tabela IV. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e camadas da exina dos grãos de pólen do híbrido natural de *Mandirola* Decn. e *Goyazia* Taub e dos possíveis parentais n≤10.

Táxon/ Nº Coleta	Colpo		Endoabertura		Exina	Sexina	Nexina	Teto
	Compr.	Larg.	Compr.	Larg.				
<i>Goyazia petraea</i> 1061	13,90	3,50	5,32	3,70	1,82	1,53	0,29	0,22
<i>Goyazia petraea</i> 1062	13,31	3,26	4,80	3,63	1,37	1,08	0,29	0,22
Híbrido 1170	13,62	3,15	5,32	3,70	1,39	1,10	0,29	0,22
<i>Mandirola hirsuta</i> 1063	15,29	2,79	5,32	3,70	1,61	1,32	0,29	0,22
<i>Mandirola hirsuta</i> 1064	13,35	2,62	4,43	2,78	1,74	1,45	0,29	0,22
<i>Mandirola hirsuta</i> 1068	13,62	3,67	5,50	3,88	1,48	1,19	0,29	0,22

Compr. = comprimento, Larg. = largura.

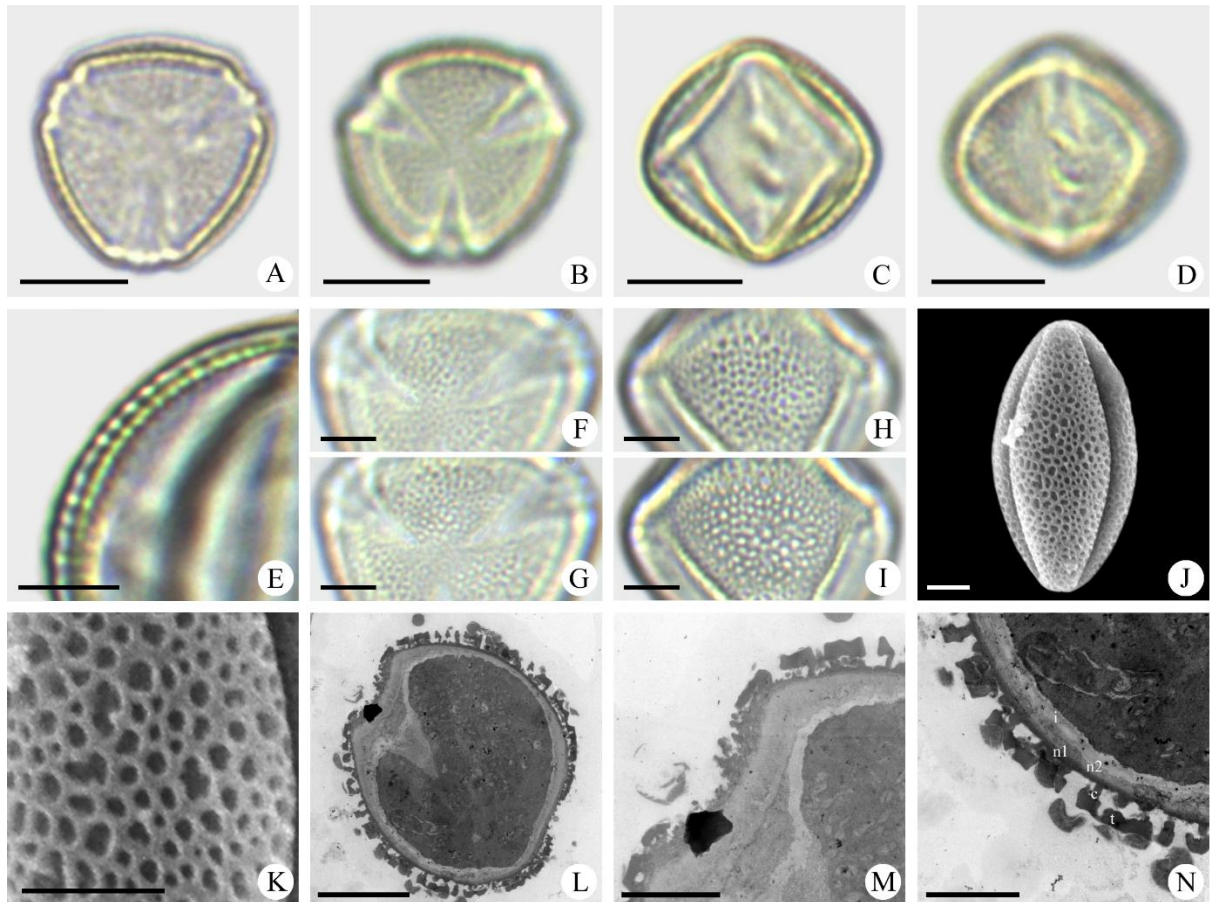


Figura 3. Fotomicrografias (MO) e eletromicrografias (MEV e MET) dos grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. A. Vista polar, contorno (MO). B. Vista polar, margem (MO). C. Vista equatorial, contorno (MO). D. Vista equatorial, aberturas (MO). E. Detalhe da exina (MO). F-G. Análise de L.O, foco alto e foco baixo, em vista polar (MO). H-I. Análise de L.O, foco alto e foco baixo, em vista equatorial (MO). J. Vista equatorial, ornamentação (MEV). K. Detalhes da ornamentação (MEV). L. Vista geral do grão de pólen. M. Destaque para região da abertura. N. Detalhes da estrutura da parede (MET). Escalas: 2 μm = L, M e N; 5 μm = E, F-G, H-I, J, K, 10 μm = A, B, C e D.

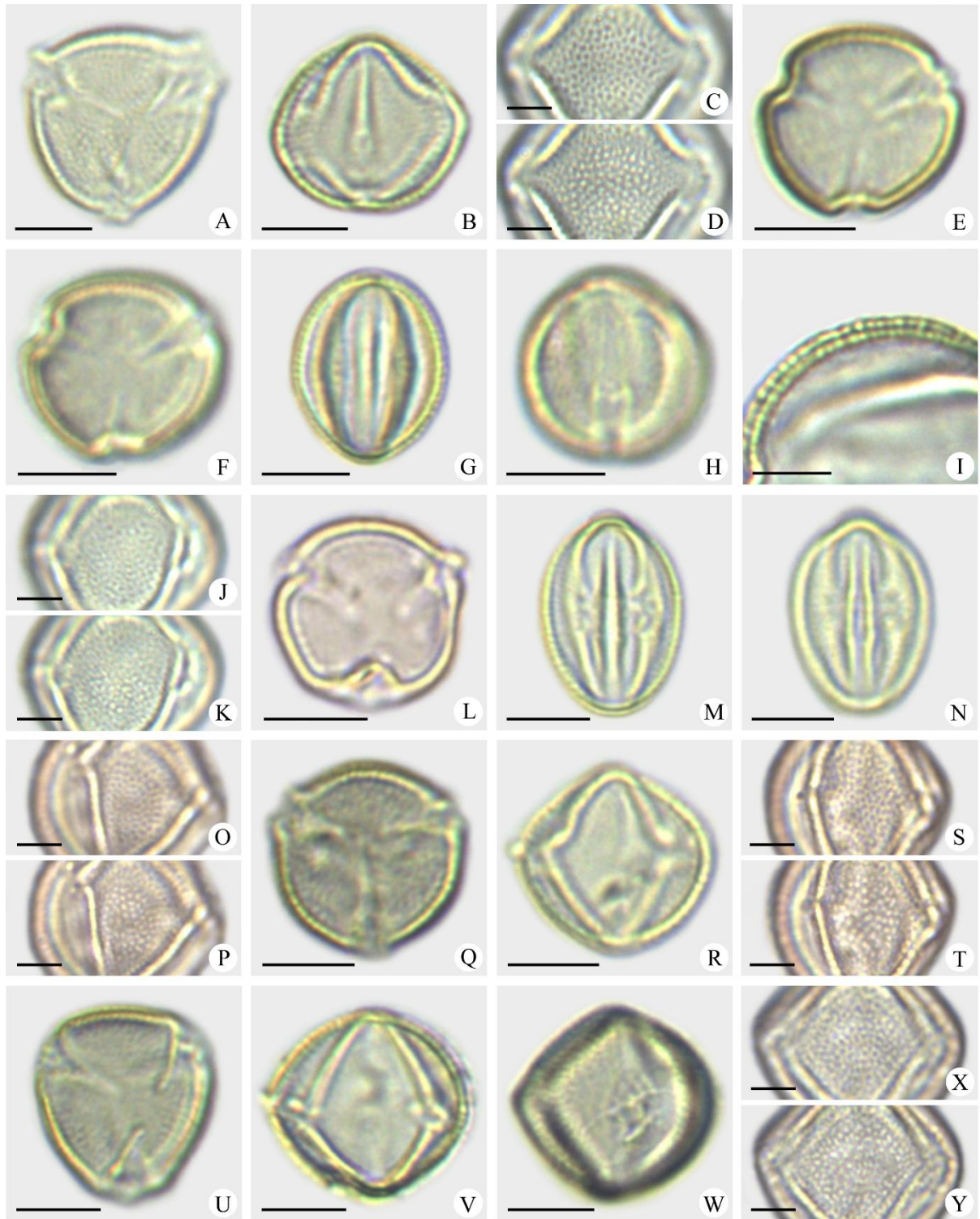


Figura 4. Fotomicrografias dos grãos de pólen dos possíveis parentais *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. A-D *Goyazia* 1061. A. Vista polar. B. Vista equatorial. C-D. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. E-K *Goyazia* 1062. E. Vista polar. F. Vista polar, margem. G. Vista equatorial. H. Vista equatorial, aberturas. I. Detalhe da exina. J-K. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. L-P *Mandirola* 1063. L. Vista polar. M. Vista equatorial. N. Vista equatorial, aberturas. O-P. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Q-T *Mandirola* 1064. Q. Vista polar. R. Vista equatorial. S-T. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. U-Y *Mandirola* 1068. U. Vista polar. V. Vista equatorial. W. Vista equatorial, aberturas. X-Y. Análise de L.O, foco alto e foco baixo. Escalas: 5µm = C-D, J-K, O-P, S-T e X-Y; 10 µm = demais fotomicrografias.

Quando analisam-se as medidas dos diâmetros dos grãos de pólen do híbrido *Mandirola* X *Goyazia* e dos possíveis parentais, através do intervalo de confiança a 95% e o teste de Tukey (Figura 5A, B), pode-se inferir em ordem crescente de médias, *Goyazia petraea* 1062 apresentou os menores valores de diâmetros polares em vista equatorial (DPVE) (Figura 5A), enquanto que híbrido 1170, *Goyazia petraea* 1061, *Mandirola hirsuta* 1064 e 1068 possuem valores intermediários, formando um grupo distinto pelos valores medianos. Já os maiores valores de DPVE foram observados apenas em *Mandirola hirsuta* 1063 (Figura 5A).

Quanto ao diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) (Figura 5B), os grãos de pólen de *Mandirola hirsuta* 1063 e 1064 formam um grupo definido pelos menores valores de diâmetros. Porém, *Goyazia petraea* 1062 foi a única a apresentar valores intermediários e híbrido 1170, *Goyazia petraea* 1061 e *Mandirola hirsuta* 1068 apresentaram os maiores grãos de pólen, com base no DEVE (Figura 5B).

Considerando-se apenas as médias das medidas dos diâmetros, é possível observar que em ambos os diâmetros (DPVE e DEVE, Figura 5A, B), o híbrido 1170 teve suas médias mais próximas aos indivíduos *Goyazia petraea* 1061 e 1062, com valores medianos entre os dois. Além disso, tem-se que em DPVE (Figura 5A), *Mandirola hirsuta* 1063 destaca-se pelos maiores valores de diâmetro, e em DEVE (Figura 5B), encontra-se entre os menores valores, tal fato ocorre devido a tendência mais prolata dos grãos de pólen, enquanto que *Mandirola hirsuta* 1068, em DEVE, tendem a serem mais oblatos.

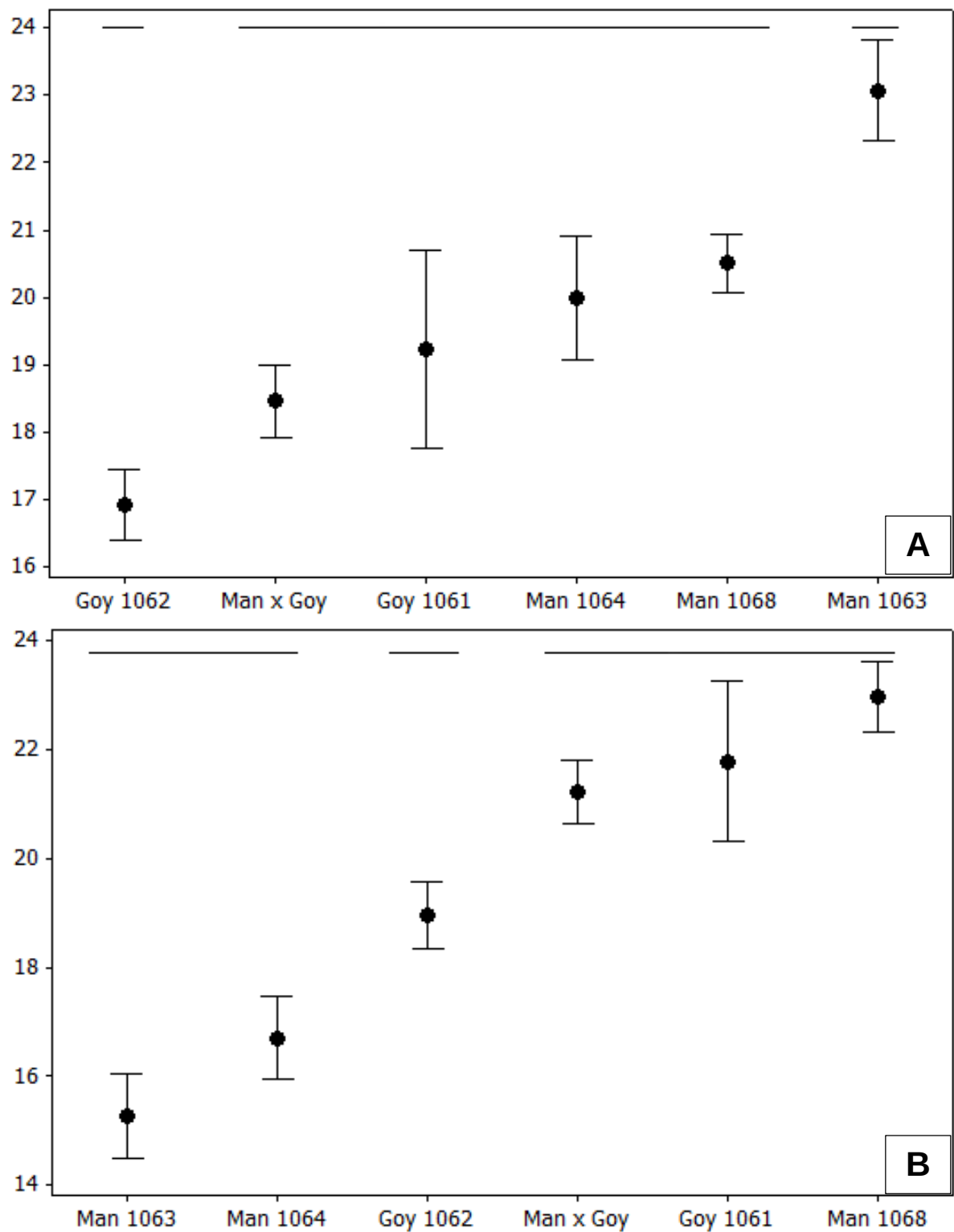


Figura 5. Representação gráfica da média e dos intervalos de confiança da média a 95% das medidas dos grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e dos possíveis parentais. A. Diâmetro polar em vista equatorial. B. Diâmetro equatorial em vista equatorial. Os limites superiores e inferiores representam o intervalo de confiança, os círculos medianos representam a média aritmética. As linhas horizontais na parte superior representam o resultado do teste de Tukey. Goy = *Goyazia petraea*, Man = *Mandirola hirsuta*, Man X Goy = Híbrido 1170.

A análise de componentes principais (ACP), baseada em 13 variáveis métricas dos grãos de pólen foi realizada e os seus dois primeiros eixos (Tabela V, Figura 5) resumiram 82,48% da variabilidade total dos dados.

O primeiro eixo resumiu 63,50% da variabilidade das medidas analisadas em função das variáveis mais representativas, sendo elas diâmetro equatorial em vista equatorial (DEVE) e a forma dos grãos de pólen (FORMA) (Tabela V). Em uma análise mais minuciosa, é possível notar a disposição de *Mandirola hirsuta* 1063 e 1064 no lado negativo do eixo, por apresentar valores de DEVE menores e a relação P/E maiores, por serem grãos mais prolatos, enquanto que o híbrido *Mandirola X Goyazia*, *Goyazia petraea* 1061 e 1062 e *Mandirola hirsuta* 1068 estão ordenados no lado positivo desse mesmo eixo, por apresentarem maiores valores de DEVE e relação P/E menores, característico de grãos de pólen mais oblatos (Tabela II e III, Figura 5).

Quanto ao segundo eixo, resumiu 18,98% da variabilidade dos dados, cujas variáveis mais representativas foram diâmetro polar em vista equatorial (DPVE) e largura da endoabertura (ELAR) (Tabela V), estando *Goyazia petraea* 1061 e *Mandirola hirsuta* 1063 e 1068 no lado positivo do eixo pelas maiores valores destas variáveis e *Goyazia petraea* 1062, híbrido *Mandirola X Goyazia* e *Mandirola hirsuta* 1064 pelos menores valores (Tabelas II e IV).

Tabela V. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para o híbrido natural *Mandirola* Decne. X *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais estudados.

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DEVP	(Diâmetro equatorial em vista polar)	0,3391	0,2495
DPVE	(Diâmetro polar em vista equatorial)	-0,2027	0,5698
DEVE	(Diâmetro equatorial em vista equatorial)	0,6002	-0,0516
CCOM	(Comprimento do colpo)	-0,0855	0,3027
CLAR	(Largura do colpo)	0,3776	0,1417
ECOM	(Comprimento da endoabertura)	0,1527	0,4048
ELAR	(Largura da endoabertura)	0,2344	0,4173
EXIN	(Exina)	-0,1422	-0,0765
SEXI	(Sexina)	-0,1607	-0,0852
NEXI	(Nexina)	0,0000	0,0000
TETO	(Teto)	0,0000	0,0000
FORMA	(Forma dos grãos de pólen)	-0,4488	0,3615
IAP	(Índice de área polar)	-0,0927	-0,1304

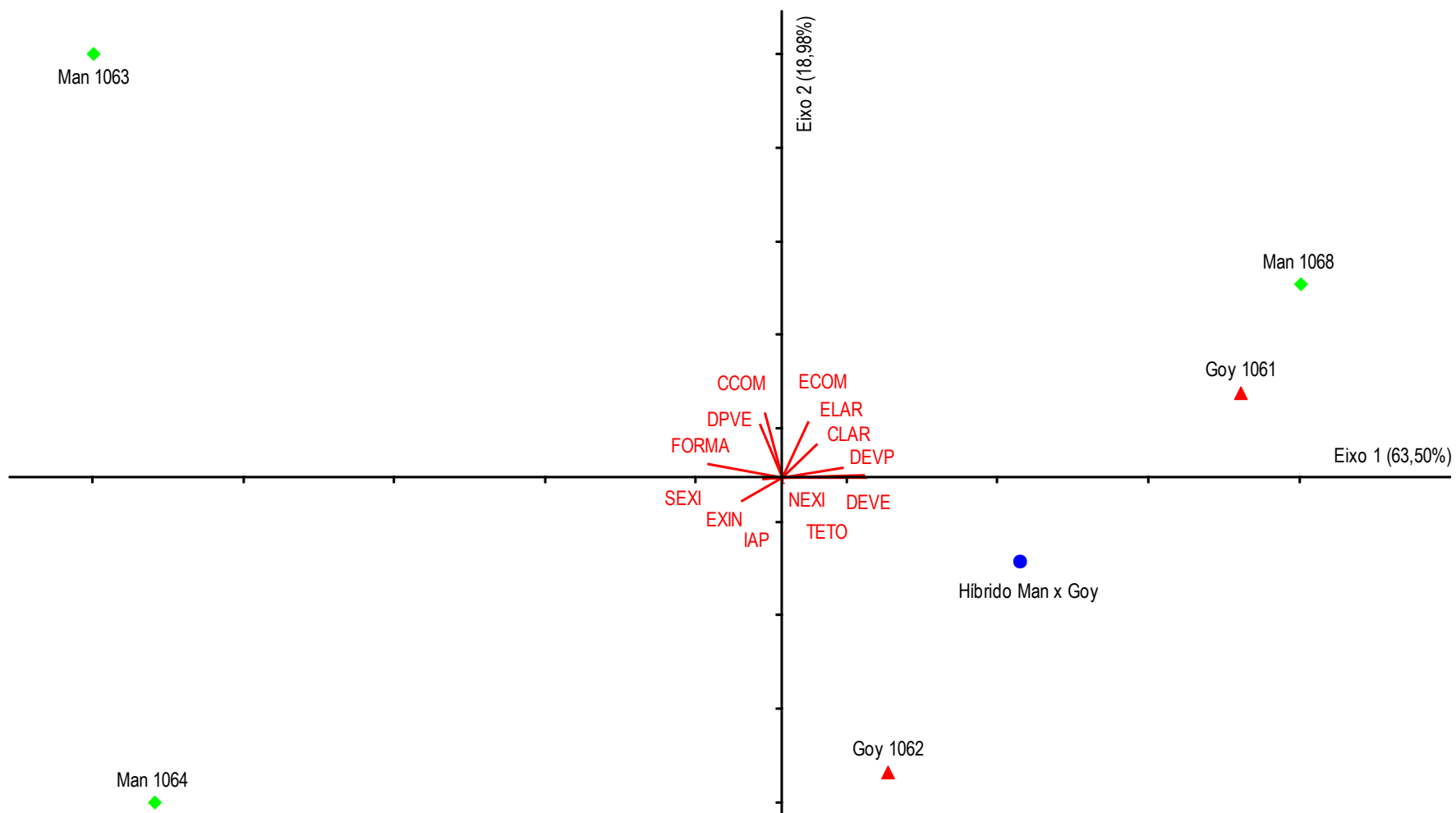


Figura 6. Ordenação pela Análise de Componentes Principais do híbrido natural *Mandirola* Decne. e *Goyazia* Taub. e os possíveis parentais em função das variáveis métricas dos grãos de pólen. Goy = *Goyazia petraea*, Man = *Mandirola hirsuta*.

Discussão

Os híbridos naturais além de serem raros (Perret et al. 2007; Ferreira et al. 2013), na literatura palinológica de uma forma geral também é difícil encontrar informações sobre estudos comparativos entre híbridos naturais e seus possíveis parentais. Os trabalhos estão concentrados na análise morfológica do grãos de pólen em espécies parentais e híbridos artificiais, considerando-se em sua maioria, apenas algumas características dos grãos de pólen (tamanho do pólen, relação P/E) ou características qualitativas como tipo de ornamentação da exina (Wronska-Pilarek et al. 2013).

Em Gesneriaceae, há uma escassez de trabalhos que envolvem morfologia polínica em híbridos naturais, sendo encontrados apenas os trabalhos de Luemayr (1993) e Skog (1976). No trabalho de Luemayr (1993), o autor analisou os grãos de pólen de 30 espécies e 12 híbridos de *Cyrtandra* através da microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura e transmissão, porém não foram encontradas diferenças palinológicas significativas entre as espécies e os híbridos. No entanto, Skog (1993) relata que híbridos intergenéricos naturais, como *Rhytidophyllum tomentosum* X *Gesneria scabra* var. *sphaerocarpa* e *Rhytidophyllum tomentosum* X *Gesneria acaulis* var. *glabrata*, possuem grãos de pólen deformados e colapsados. Quando se trata de híbrido interespecífico, como em *Gesneria pedicellaris* X *G. pedunculosa*, não foi observado grãos de pólen colapsados.

Trabalhos com outras famílias botânicas discorrem sobre diferenças polínicas entre híbridos e parentais, desde variação no número de abertura (Van der Valt & Littlejohn 1996; Franssen et al. 2001), variação de tamanho (Van der Valt & Littlejohn 1996; Karlsdottir et al. 2008) ou não (Srivastava 1978), variações de forma (Wronska-Pilarek et al. 2016) e anomalias nos grãos de pólen (Karlsdottir et al. 2008) ou ausência (Wronska-Pilarek et al. 2013).

No presente estudo, o híbrido intergenérico *Mandirola* X *Goyazia* e os possíveis parentais provenientes da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, apresentaram características diagnósticas semelhantes dos grãos de pólen em relação ao tamanho pequeno, 3-cólporos, colpos muito longos e largos, presença de margem, endoabertura alongada e ornamentação microrreticulada.

No entanto, outras características polínicas foram bastante variáveis entre as amostras analisadas, sendo elas: âmbito, forma, extremidades dos colpos e tamanho dos microrretículos. Vale ressaltar que apenas o híbrido *Mandirola X Goyazia* não apresentou variação quanto ao âmbitos dos grãos de pólen, estes foram classificados apenas como triangulares. Quanto à forma e a relação P/E, o híbrido e seus possíveis parentais variaram em mais formas de grãos de pólen dentro de suas amostras. As extremidades dos colpos em sua maioria foram arredondadas, porém o híbrido *Mandirola X Goyazia* e *Mandirola hirsuta* 1063 variaram em mais tipos. Considerando-se um dos caracteres polínicos de grande valor diagnóstico, a ornamentação da exina (Melhem et al. 2003), o híbrido e os seus possíveis parentais apresentam ornamentação microrreticulada, contudo, apenas o híbrido *Mandirola X Goyazia* apresenta retículos de tamanhos diferentes com relação as regiões dos grãos de pólen, sendo que na região do apocolpo, são microrretículos homobrocados, enquanto que na região do mesocolpo, são retículos heterobrocados.

Pela análise das médias das medidas dos grãos de pólen (Figura 5A, B) é possível observar a proximidade do híbrido *Mandirola X Goyazia* com os parentais *Goyazia petraea* 1061 e 1062, por apresentar valores intermediários entre os dois indivíduos. Além do mais, o mesmo foi observado através da análise de componentes principais (ACP) (Figura 6), a forma como variável mais representativa para o eixo 1, foi responsável pela proximidade do híbrido e estes parentais, juntamente com *Mandirola hirsuta* 1063.

Os trabalhos de Souza et al. (Capítulo 2 e 3) também mencionaram variações quanto ao âmbito, forma e extremidades dos colpos para os gêneros *Mandirola* e *Goyazia*, inclusive analisando uma grande amostra de populações naturais destes gêneros (Souza et al., Capítulo 3). Os autores relatam a grande uniformidade entre as características polínicas diagnósticas qualitativas, classificando-os como gêneros estenopolínicos entre si, mesmo que tais variações minuciosas ocorram entre os indivíduos analisados. O trabalho aqui proposto observou e analisou o mesmo padrão de variações que os trabalhos citados anteriormente, porém com um adicional a partir da análise do híbrido natural intergenérico.

Conclusões

Os grãos de pólen do híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* e os seus possíveis parentais possuem características diagnósticas semelhantes, apesar de apresentarem variação quanto ao âmbito, forma e extremidades dos colpos. O híbrido natural *Mandirola* X *Goyazia* apresenta diferenciação dos retículos no mesocolpo e apocolpo, tal característica nunca foi vista nos gêneros relacionados a ele em literatura.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Mauro Peixoto por disponibilizar material em cultivo para o trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2011/20269-9 e 2015/02707-0) pelo Auxílio à Pesquisa e pela Bolsa de Mestrado concedidos.

Referências

- Araujo AO. 2007. Estudos taxonômicos em *Gloxinia* L' Hér. sensu lato (Gesneriaceae). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.
- Araujo AO, Souza VC, Chautems A. 2005. Gesneriaceae da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 109-135.
- Araujo AO, Chautems A, Ferreira GE, Rossini J. 2017. Gesneriaceae In: Forzza, RC (Ed.). *Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB119> >. Acesso em: 11 Jan. 2017.
- Barth OM, Melhem TS. 1988. *Glossário ilustrado de Palinologia*. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Chautems A. 1988. Révision taxonomique et possibilités d'hybridations de *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae), genre endémique de la forêt côtière brésilienne. *Dissertationes Botanicae* 112: 1–226.
- Chautems A. 2002. New Gesneriaceae from Minas Gerais, Brazil. *Candollea* 56: 261-279.

- Chautems A, Matsuoka CYK. 2003. Gesneriaceae. In Wanderley MGL et al. (Eds.). Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. 3: 75-103.
- Erdtman G. 1960. The acetolysis method. A revised description. Svensk Botanisk Tidskrift 54: 561-564.
- Faegri G, Iversen J. 1966. Textbook of modern pollen analysis. 2th ed. Scandinavian University Books, Copenhagen.
- Ferreira GE, Waechter JL, Chautems A. 2013. *Sinningia* × *vacariensis* (Gesneriaceae) from Southern Brazil, the first natural hybrid described for the genus. Phytotaxa 119: 45–50.
- Franssen AS, Skinner DZ, Al-Khatib K, Horak MJ. 2001. Pollen morphological differences in *Amaranthus* species and interspecific hybrids. Weed Science 49: 732–737.
- Gasparino EC, Cruz-Barros MAV, Chautems A. 2013. Pollen Morphology in Brazilian species of *Codonanthe* (Mart.) Hanst. and *Nematanthus* Schrader (Gesneriaceae). Grana 52: 258-274.
- Haddad A, Sesso A, Attias M, Farina M, Meirelles MN, Siveira M, Benchimol M, Soares MJ, Barth OM, Machado RD, Souto-Padrón T, Souza W. 1998. Técnicas básicas de microscopia eletrônica aplicadas às Ciências Biológicas. Sociedade Brasileira de Microscopia, Rio de Janeiro.
- Karlsdóttir L, Hallsdóttir M, Thórsson AT, Ananthawat-Jónsson K. 2008. Characteristics of pollen from natural triploid *Betula* hybrids. Grana 47: 52–59.
- Luegmayer E. 1993. Pollen of Hawaiian *Cyrtandra* (Gesneriaceae) including notes on southeast Asian taxa. Blumea 38: 25-38.
- McCune B, Mefford MJ. 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melhem TS, Matos MER. 1972. Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. Labiatae. Hoehnea 2: 1-10.
- Melhem TS, Cruz-Barros MAV, Corrêa AMS, Makino-Watanabe H, Silvestre-Capelato MSF, Golçalves-Esteves VL. 2003. Variabilidade polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). Boletim do Instituto de Botânica de São Paulo 16: 1-104.

- Okada H. 1990. A natural hybrid of *Monophyllaea* (Gesneriaceae) in the tropical rain forests of West Sumatra. *Plant Systematics Evolution* 169: 55-63.
- Perret M, Chautems A, Spichiger R, Barraclough TG, Savolainen V. 2007. The geographical pattern of speciation and floral diversification in the neotropics : the tribe Sinningieae (Gesneriaceae) as a case study. *Evolution* 61: 1641-1660.
- Puglisi C, Wei Y, Nishii K, Möller M. 2011. *Oreocharis* × *heterandra* (Gesneriaceae): a natural hybrid from the Shengtangshan Mountains, Guangxi, China. *Phytotaxa* 38: 1-18.
- Punt W, Hoen PP, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143:1-81.
- Sabatini DD, Bensch K, Barnett RJ. 1963. Cytochemistry and electron microscopy: the preservation of cellular ultrastructure and enzymatic activity by aldehyde fixation. *Journal of Cell Biology* 17: 19–58.
- Salgado-Labouriau ML. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- SanMartin-Gajardo I, Sazima M. 2005. Espécies de *Vanhouttea* Lem. e *Sinningia* Nees (Gesneriaceae) polinizadas por beija-flores: interações relacionadas ao hábitat da planta e ao néctar. *Revista Brasileira de Botânica* 28: 441-450.
- Schlag-Edler B, Kiehn M. 2001. Palynology of South Pacific *Cyrtandra* (Gesneriaceae) with notes on some Hawaiian taxa. *Grana* 40: 192-196.
- Shepherd GJ. 1996. Fitopac 1: manual do usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Skog LE. 1976. A study of the tribe Gesnerieae, with a revision of *Gesneria* (Gesneriaceae: Gesnerioideae). *Smithsonian Contributions to Botany* 29: 1-182.
- Srivastava V. 1978. Pollen morphology of *Cajanus cajan* (L.) Willd. (Leguminosae) cultivars and their hybrids. *Grana* 17: 107–109.
- Van der Walt ID, Littlejohn GM. 1996. Pollen morphology, male hybrid fertility and pollen tube pathways in *Protea*. *South African Journal of Botany* 62: 236–246.
- Vieira S. 2011. Introdução à Bioestatística. 4ª ed. Elsevier Brasil, Rio de Janeiro.
- Weber A, Clark JL, Moller M. 2013. A new formal classification of Gesneriaceae. *Selbyana* 31: 68-94.
- Wiehler H. 1983. A synopsis of the neotropical Gesneriaceae. *Selbyana* 6: 1-219.

- Wrońska-Pilarek D, Bocianowski J, Jagodziński AM. 2013. Comparison of pollen grain morphological features of selected species of the genus *Crataegus* L. Rosaceae and their spontaneous, interspecific hybrids. *Botanical Journal of the Linnean Society* 172: 555–571.
- Wrońska-Pilarek D, Danielewicz W, Bocianowski J, Maliński T, Janyszek M. 2016. Comparative pollen morphological analysis and its systematic implications on three European Oak (*Quercus* L., Fagaceae) species and their spontaneous hybrids. *PLoS ONE* 11(8): e0161762. doi:10.1371/journal.pone.0161762.
- Qiu ZJ, Yuan ZL, Li ZY, Wang YZ. 2011. Confirmation of a natural hybrid species in *Petrocosmea* (Gesneriaceae) based on molecular and morphological evidence. *Journal of Systematics and Evolution* 49: 449–463.