

KEYLA PATRÍCIA DOS SANTOS SILVA

MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Dalechampia* L. (EUPHORBIACEAE)

SERRA TALHADA,

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Dalechampia L.* (EUPHORBIACEAE)

Keyla Patrícia dos Santos Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Linha de pesquisa: Ecologia, Conservação e uso da Biodiversidade de Ambientes Terrestres

Prof. Dr. ANDRÉ LAURÊNIO DE MELO

Orientador

Profa. Dra. MARIA TERESA A. B. VITAL

Co-orientadora

Profa. Dra. SARAH MARIA ATHIÊ SOUZA

Co-orientadora

SERRA TALHADA,

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586m Silva, Keyla Patrícia dos Santos
Morfologia polínica de *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) / Keyla Patrícia dos Santos Silva. - 2020. 54 f. : il.

Orientador: André Laurênio de Melo.
Coorientadora: Maria Teresa Aureliano Buril Vital.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, Serra Talhada, 2021.

1. Acalyphoideae. 2. Dalechampiinae. 3. Palinotaxonomia. 4. Pólen. I. Melo, André Laurênio de, orient. II. Vital, Maria Teresa Aureliano Buril, coorient. III. Título

CDD 338.95

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO

MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Dalechampia L.* (EUPHORBIACEAE)

Keyla Patrícia dos Santos Silva

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Biodiversidade e Conservação. Defendida e aprovada em 21/02/2020 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. ANDRÉ LAURÊNIO DE MELO - Orientador
(Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ ALVES DE LIMA – Membro Interno
(Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

Profa. Dra. RAFAELA ALVES PEREIRA DA SILVA – Membro Externo
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Prof. Dr. AIRTON TORRES CARVALHO – Membro Interno (suplente)
(Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada)

Profa. Dra. ANA PAULA DE SOUZA GOMES – Membro Externo (suplente)
(Faculdade de Formação de Professores de Serra Talhada)

Dedicatória

À minha avó Joaquina Santana (*in memoriam*),
que me ensinou com seu exemplo que
devemos amar, cuidar e respeitar a natureza. A
mulher mais sábia e generosa, forte e delicada
com quem tive o prazer de conviver.
Aos meus filhos Hélder, Letícia e Cecília, para
que saibam que nunca é tarde para realizar
sonhos e que o conhecimento é libertador.

Agradecimentos

Ao Deus, que jamais me desampara e ao Espírito Santo que guia minhas escolhas.

Ao meu filho Hélder, que é a luz dos meus olhos e a coragem que me faz perseguir meus objetivos diariamente.

Aos meus pais, Francisco e Inez, pelos esforços desmedidos que fazem para me ajudar a realizar os meus sonhos.

Aos meus irmãos, Paulo, Carlos e Ana Cristina, que me amam, encorajam e apoiam sempre.

Ao meu esposo Camilo, por acreditar no meu potencial.

Às filhas que nasceram do meu coração, Cecília e Letícia, pela confiança e carinho.

À instituição de fomento CAPES pela concessão de bolsa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação pela oportunidade de executar este projeto.

Aos herbários HESBRA e PEUFR através dos quais foram solicitados os materiais florais usados neste trabalho.

Aos amigos dos laboratórios LERA e LATAX, Wesley, Alícia, Karine e Monara, que me acolheram e tornaram possíveis as análises das amostras.

Ao meu orientador Dr. André Laurênio de Melo, pela generosidade com que compartilha seu conhecimento, pela criatividade e primor em tudo que faz, e pela paciência e tranquilidade com que encontra solução para os problemas.

Aos professores componentes da minha banca, Dr. André Lima, Dra. Rafaela Pereira-Silva, Dr. Airton Torres de Carvalho e Dra. Ana Paula Gomes, que enriqueceram este trabalho com as suas contribuições.

Às co-orientadoras Dra. Teresa Buriel e Dra. Sarah Athiê-Souza pelo suporte intelectual e operacional na condução deste trabalho.

Aos amigos da turma do mestrado Jefferson, Thamires, Patrícia e Geane, pela companhia e apoio nessa jornada.

Aos demais amigos e todos que contribuíram direta ou indiretamente. Minha sincera gratidão!

Resumo

Dalechampia L. com 130 espécies, é o único gênero de Dalechampiinae, tem distribuição Pantropical e o Brasil (com cerca de 70 espécies) como principal centro de diversidade. O gênero é reconhecido pela sua inflorescência pseudantial, única em Euphorbiaceae. Contudo, a identificação de diversas espécies pela morfologia convencional é complexa e a classificação infragenérica mais recente proposta para *Dalechampia* é baseada quase que exclusivamente em caracteres macromorfológicos, sendo assim, se tem buscado alternativas para o melhor entendimento das relações interespecíficas e que auxiliem a identificação do táxon. A palinologia é uma ferramenta importante para a taxonomia de Euphorbiaceae. Dessa forma o objetivo desse trabalho foi desenvolver um estudo sobre a morfologia polínica de 28 espécies de *Dalechampia* pertencentes a quatro seções e cinco subseções e buscar resolver problemas taxonômicos interespecíficos e infragenéricos. Os grãos de pólen foram submetidos ao processo de acetólise clássica, observados em microscópio óptico e eletrônico de varredura. As medidas foram tabuladas e tratadas estatisticamente e as características qualitativas foram elencadas e comparadas entre as espécies morfologicamente mais próximas. Observou-se que as características polínicas ajudaram na distinção de algumas espécies, entretanto não foi possível fazer correlação com a classificação infragenérica mais recente.

Palavras-chave: Acalyphoideae, Dalechampiinae, Palinotaxonomia, Pólen

Abstract

Dalechampia L. with 130 species, it is the only genus of Dalechampiinae, has a Pantropical distribution and Brazil (with about 70 species) as the main center of diversity. The genus is recognized for its pseudanthial inflorescence, unique in Euphorbiaceae. However, the identification of several species by conventional morphology is complex and the most recent infrageneric classification proposed for *Dalechampia* is based almost exclusively on macromorphological characters, therefore, alternatives have been sought for a better understanding of interspecific relationships and that help to identify the taxon. Palynology is an important tool for the taxonomy of Euphorbiaceae. Thus, the objective of this work was to develop a study on the pollen morphology of 28 *Dalechampia* species belonging to four sections and five subsections and to seek to solve interspecific and infrageneric taxonomic problems. The pollen grains were subjected to the classical acetolysis process, observed under an optical and scanning electron microscope. The measures were tabulated and treated statistically and the qualitative characteristics were listed and compared between the morphologically closest species. It was observed that the pollen characteristics helped to distinguish some species, however it was not possible to make a correlation with the most recent infrageneric classification.

Keywords: Acalyphoideae, Dalechampiinae, Palynotaxonomy, Pollen

Lista de figuras

	Página
Figura 1- Faixa de variação do diâmetro de grãos de pólen (vista equatorial) de espécies de <i>Dalechampia</i> (IC = 95%). A. Polar. B. Equatorial.....	39
Figura 2- A-D: <i>D. affinis</i> ; A. Vista equatorial; B. Abertura; C. Retículo; D. Detalhe do retículo; E-H: <i>D. caperonioides</i> ; E. Vista equatorial; F. Abertura; G. Retículo; H. Detalhe do retículo; I-L: <i>D. linearis</i> ; I. Vista equatorial; J. Abertura; K. Retículo; L. Detalhe do retículo; M-P: <i>D. micromeria</i> ; M. Vista equatorial; N. Abertura; O. Retículo; P. Detalhe do retículo. Q-S: <i>D. variifolia</i> ; Q. Vista equatorial; R. Abertura; S. Detalhe do retículo. T. Detalhe interno do endocíngulo.....	40
Figura 3- A-C: <i>D. peckoltiana</i> ; A. Vista equatorial; B. Abertura; C. Retículo; D-F: <i>D. fernandesii</i> ; D. Vista equatorial; E. Abertura; F. Detalhe do Retículo; G-I: <i>D. coriacea</i> ; G. Vista equatorial; H. Abertura; I. Detalhe do Retículo (báculos); J-L: <i>D. stipulacea</i> ; J. Vista equatorial; K. Abertura; L. Detalhe do Retículo.....	41
Figura 4- A-B: <i>D. leandrii</i> ; A. Vista polar; B. Detalhe retículo; C.: <i>D. margarethiae</i> ; C. Vista equatorial; D-E: <i>D. glechomifolia</i> ; D. Vista equatorial; E. Vista polar; F.: <i>D. schenckiana</i> ; F. Vista equatorial; G.: <i>D. clauseniana</i> ; G. Vista equatorial; H-I: <i>D. variifolia</i> ; H.: Vista equatorial; I. Detalhe do contorno meridional em vista equatorial.....	41
Figura 5- A-D: <i>D. erythrostyle</i> ; A. Vista equatorial; B. Detalhe retículo; C.: Abertura; D.: Contorno meridional em vista equatorial; E.: <i>D. micromeria</i> ; E. Vista equatorial; F.: <i>D. affinis</i> ; F. Vista equatorial; G. <i>D. brasiliensis</i> ; G. Vista equatorial; H. <i>D. brevipes</i> ; H. Vista equatorial.....	42

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1- Espécies estudadas de <i>Dalechampia</i> , organizadas de acordo com a classificação de Webster & Armbruster (1991) e os respectivos vouchers.....	30
Tabela 2- Descrição morfológica das características dos grãos de pólen de <i>Dalechampia</i>	34
Tabela 3- Dados morfométricos dos grãos de pólen de <i>Dalechampia</i>	38

Sumário

	Página
Dedicatória	
Agradecimento	
Resumo	
Abstract	
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	14
2.1- Classificação e filogenia de <i>Dalechampia</i> L.....	14
2.2 Estudos palinomorfológicos em <i>Dalechampia</i> L.....	17
3- Referências bibliográficas.....	20
4- Artigo científico.....	26
Introdução.....	27
Materiais e métodos.....	29
Reusltados.....	31
Discussão.....	42
Conclusões.....	46
Referências.....	46
5- Considerações finais.....	51

1- Introdução

Euphorbiaceae A. Juss pertence à ordem Malpighiales (APG III, 2009) e é uma das famílias de plantas mais ricas em espécies (cerca de 6.300) e em variabilidade morfológica (GOVAERTS *et al.*, 2000). Tem ampla distribuição geográfica, especialmente nas áreas tropicais e subtropicais (BURGER & HUFT, 1995) e compreende as subfamílias Cheilosoideae K. Wurdack com sete espécies, Crotonoideae Burmeister com 2.075 espécies, Euphorbioideae L. com 2.810 espécies, Acalyphoideae Kostel com 1.865 espécies (STEVENS, 2014; APG IV, 2016). Essa última é referenciada como uma das mais complexas dentro da família (WEBSTER, 1994a). Dentre as suas tribos destaca-se Plukenetieae, com representantes que podem ser distinguidos por geralmente apresentar tricomas urticantes, que ao penetrarem na pele liberam substâncias que causam dermatite (REIS, 2010; SILVA, 2018). Esta tribo é representada por três subtribos: Plukenetiinae, Dalechampiinae e Tragiinae (CARDINAL MCTEAGUIE & GILLESPIE, 2016) e tem ampla distribuição geográfica, sendo encontrada principalmente nos neotrópicos (PEREIRA-SILVA, 2016).

Dalechampia é o único gênero de Dalechampiinae (WEBSTER, 1994b), composto por cerca de 130 espécies distribuídas nas Américas Central e do Sul, África e Ásia (RADCLIFFE-SMITH, 2001; PEREIRA-SILVA, 2019). Apresentam-se como trepadeiras ou subarbustos eretos ou procumbentes, com tricomas urticantes, folhas simples a compostas, inteiras a lobadas, 3-carpelada, estilete inteiramente conado e inflorescências pseudantiais composto por cimeiras estaminadas e pistiladas protegidas por duas brácteas involucrais (WEBSTER e ARMBRUSTER, 1991; SOUZA *et al.*, 2010; CARDINAL-MCTEAGUIE & GILLESPIE 2016; SILVA, 2018). Foi dividido (WEBSTER & ARMBRUSTER, 1991) em seis seções na América Tropical: *Rhopalostylis* Pax & Hoffmann, *Dioscoreifoliae* Pax & Hoffmann, *Cremophyllum* (Scheidweiler) Baillon, *Coriaceae* Pax & Hoffmann, *Tiliifoliae* Webster & Armbruster e *Dalechampia*. Esta última seção é a mais numerosa do gênero e é subdividida em cinco subseções, *Dalechampia* Pax & Hoffman, *Convolvuloides* G.L. Webster & Armbr., *Triphyllae* (Pax & K. Hoffm.) G.L. Webster & Armbr., *Humiles* (Pax & K. Hoffm.) G.L. Webster & Armbr. e *Brevipedes* (Pax & K. Hoffm.) G.L. Webster & Armbr.

A ampla variação macromorfológica dificulta a taxonomia do gênero e a circunscrição das seções e subseções é complexa e em alguns casos duvidosa, havendo sobreposição de caracteres (PEREIRA-SILVA, 2019). Esforços têm sido empregados para elucidar a classificação de *Dalechampia* L. utilizando investigações micromorfológicas, por exemplo, em análises cromossômicas (RICE *et al.*, 2015; TROPICOS, 2018), citogenéticas

(MANGENOT & MANGENOT, 1962; MIEGE, 1962) e cariotípicas (VANZELA *et al.*, 1997; LOMBELLO & FORNI-MARTINS, 1998; SILVA, 2018). Ainda assim, os problemas taxonômicos não foram plenamente elucidados e a caracterização pela morfologia polínica mostra-se como uma alternativa relevante a ser considerada.

A pesquisa sobre a morfologia dos grãos de pólen é uma ferramenta indispensável para auxiliar a compreensão da distribuição, diversidade e evolução dos táxons. Contudo os estudos referentes à palinomorfolgia das espécies de *Dalechampia* ainda são escassos e a maioria traz informações sobre poucos representantes do gênero (WEBSTER e WEBSTER, 1972; DIAZ ZAVALA & PALACIOS-CHAVEZ, 1980; PERVEEN & QAISER, 2005; CRUZ-BARROS *et al.*, 2006; CORRÊA *et al.*, 2010; CARDINAL-MCTEAGUE & GILLESPIE, 2016; SOUZA *et al.*, 2017; YBERT *et al.*, 2017; SILVA, 2018). Entre os trabalhos que tratam de um maior número de espécie destacam-se os de Punt (1962), que analisou cinco espécies de *Dalechampia* sob microscopia óptica, e Nowicke e Takahashi (2002) que analisaram 11 espécies utilizando além da microscopia óptica, a microscopia eletrônica de varredura e de transmissão, e ainda descreveram a morfologia polínica e fizeram inferências sobre as relações tribais de *Dalechampia*. Webster & Webster (1972), Díaz-Zavaleta & Palacios-Chaves (1980); Perveen & Quaiser (2005), Cruz-Barros *et al.* (2006), Corrêa *et al.* (2010), Cardinal-McTeague & Gillespie (2016), Silva (2018), Souza *et al.* (2017) e Ybert *et al.* (2017), descreveram o pólen de um total de 24 espécies. Além disso, todos esses trabalhos acima mencionados relacionaram a palinomorfolgia de *Dalechampia* L. com a distinção intergenérica, e não investigaram possíveis relações do pólen com categorias infragenéricas ou para distinguir espécies.

2- Revisão de literatura

A morfologia dos grãos de pólen de Euphorbiaceae é um caráter bastante estudado. Por apresentar pluralidade de tipos polínicos em tamanho, forma, variação e ornamentação da exina, essa família é considerada euripolínica (WEBSTER, 1994a). Em geral, tem grãos de pólen de simetria radial, isopolares, prolato-esferoidais, subprolatos, prolatos ou oblato-esferoidais, tricolporados, raramente apresentam 6-7 colpos, com exina rudemente reticulada ou rugulada a reticulada, raramente estriada ou verrucada. (PERVEEN e QAISER, 2005).

A importância da palinomorfolgia para a taxonomia de Euphorbiaceae foi descrita por Erdtman (1952) e outros estudos (PUNT, 1962; NOWICKE e TAKAHASHI, 2002;

CARDINAL-MCTEAGUE e GILLESPIE, 2016; SOUZA *et al.*, 2017; ATHIÊ-SOUZA *et al.*, 2018) que demonstraram que os grãos de pólen podem contribuir para a classificação de subfamílias e tribos, e estas foram relacionadas conforme tipos polínicos (WEBSTER, 2014). O padrão “Croton” agrupou a subfamília Crotonoideae e é representado por grãos de pólen geralmente inaperturados, pilos comumente triangulares, que formam um retículo foveolado (ERDTMAN, 1952). Webster (1975), ao escrever sobre os grãos de pólen das subfamílias, identificou exemplares de equinados em Cheilosoideae, tricolporados em Euphorbioideae, e em Acalyphoideae apresentam uma grande variedade na ornamentação da exina.

2.1 Classificação e filogenia de *Dalechampia* L.

Ascherson (1864) reconheceu Acalyphoideae, que atualmente é representada por aproximadamente 20 tribos (WEBSTER, 1994b), incluindo Plukenetieae (Benth.) Hutch. que divide-se em três subtribos, Plukenetiinae Benth. e Tragiinae G. L. Webster, diferenciadas especialmente pela presença ou ausência de tricoma, e Dalechampiinae (Mull. Arg.) G.L. Webster caracterizada pela inflorescência pseudoantial bibracteada (CARDINAL-MCTEAGUE & GILLESPIE, 2016; SILVA, 2018).

Acalyphoideae é um dos táxons mais diversos morfologicamente de Euphorbiaceae e compreende aproximadamente 99 gêneros (STEVENS, 2014), com destaque para *Dalechampia* L. representado por aproximadamente 130 espécies, distribuídas no velho e novo mundo ((WEBSTER & ARMBRUSTER, 1991; ARMBRUSTER, 1993; PEREIRA-SILVA, 2019), compreendendo trepadeiras, subarbustos eretos a decumbentes e raras lianas (WEBSTER E ARMBRUSTER, 1991) e tem como característica morfológica única dentro de Euphorbiaceae a inflorescência pseudantial com duas brácteas involucrais que abrigam flores estaminadas e pistiladas (WEBSTER e ARMBRUSTER, 1991).

Dalechampia foi citado por Plumier (1703) e efetivamente publicado por Linnaeus (1753), mas a primeira classificação infragenérica foi proposta por Baillon (1858). Este autor dividiu *Dalechampia* em três seções definidas com base na morfologia foliar e filotaxia (seção A, seção B e *Cremophyllum*). Posteriormente o mesmo autor (BAILLON, 1865) adicionou D. sect. *Rhopalostylis* e utilizou principalmente a morfologia foliar como carácter distintivo entre as seções. Nos trabalhos de Müller (1866, 1973), foi criada D. sect. *Champadelia* Müll. Arg (monoespecífica), sendo as 50 demais espécies posicionadas em *Eudalechampia* Müll. Arg. (nom. inval.). Pax & Hoffmann (1919) reestabeleceram D. sect. *Cremophyllum*, que havia sido extinta por Müller (1866), e criaram dez novas seções, baseadas no hábito e na morfologia foliar e das sépalas pistiladas. Depois desse estudo, outros autores (MICHAELIS,

1924; PAX & HOFFMANN, 1924; HUTCHINSON, 1969; VENKATA RAO, 1971) ainda propuseram pequenas modificações no arranjo interno de *Dalechampia*, mas a classificação de Webster & Armbruster (1991), analisando espécies neotropicais, foi a que trouxe maiores alterações.

Nowicke e Takahashi (2002), ao analisarem morfológicamente os representantes de Acalyphoideae, afirmaram que *Dalechampia* deve ter tratamento de tribo, especialmente devido a sua singularidade polínica. Cardinal-McTeague e Gillespie (2016), no estudo sobre filogenia molecular de Plukenetieae, apoiaram a monofilia das subtribos, contudo mencionam que *Dalechampia* é pobremente suportada como grupo-irmão de Plukenetiinae e Tragiinae.

Alguns trabalhos pesquisaram a respeito do posicionamento *supragenérico* de *Dalechampia* (GILLESPIE, 1994; NOWICKE & TAKAHASHI, 2002; WURDACK, 2005). Mas apesar da característica única e peculiar da sua inflorescência, a taxonomia *infragenérica* é complexa e poucos trabalhos têm sido realizados com o intuito de atualizar e dar robusticidade à classificação interna (SILVA, 2018; MENDES, 2018; PEREIRA-SILVA, 2016, 2019). O arranjo mais aceito atualmente refere-se apenas às espécies neotropicais, é baseado quase que exclusivamente em macrocaracteres e foi realizado por Webster & Armbruster (1991), que distribuíram as espécies analisadas em seis seções: (*D. sect. Coriaceae* Pax & K. Hoffm., *D. sect. Cremophyllum* Baill., *D. sect. Dalechampia*, *D. sect. Dioscoreifoliae* Pax & K. Hoffm., *D. sect. Rhopalostylis* Pax & K. Hoffm. e *D. sect. Tiliifoliae* G.L. Webster & Armbruster) (WEBSTER & ARMBRUSTER, 1991) e cinco subseções subordinadas a *D. sect. Dalechampia* (*Brevipes*, *Convolvuloides*, *Humiles*, *Dalechampia*, *Triphyllae*).

Dalechampia sect. Coriaceae é reconhecida (WEBSTER & ARMBRUSTER, 1991) pelo hábito trepador, caule robusto, folhas inteiras, coriácea, com veias pinadas, 12 a 15 flores estaminadas, coluna estilar com ápice dilatado. Em *D. sect. Cremophyllum* são vistos arbustos eretos com pouca ou sem ramificação nas hastes, pelos urticantes, folhas não lobadas, alongadas, inteiras ou dentadas, com veias pinadas, brácteas involucrais inteiras e coloridas na antese, produção de substâncias aromáticas, 6 a 12 flores estaminadas, coluna estilar delgada, pouco clavada, sem dilatação no ápice, sementes tuberculadas e grãos de pólen subglobosos. *Dalechampia sect. Dalechampia* é a maior seção e inclui a maioria das espécies do velho e novo mundo. São subarbustos ou trepadeiras, têm pelos urticantes, as folhas variam de simples a lobadas ou palmadas, 7 a 15 flores estaminadas, 15 a 100 estames, coluna estilar às vezes clavada ou dilatada no ápice, sementes globosas e lisas. *Dalechampia sect. Dioscoreifoliae* é descrita como a segunda maior seção, com grande diversidade foliar e na

inflorescência e por isso é possível dividir as suas espécies em cinco grupos informais. Geralmente são trepadeiras, raramente se apresentam como subarbustos, têm pelos urticantes, folhas simples, lobadas ou palmadas, brácteas involucrais inteiras ou com 3 a 5 lobos, 5 a 12 sépalas pistiladas, coluna estilar às vezes clavada ou com ápice dilatado, sementes anguladas ou ruguladas e grãos de pólen prolato. Em *D. sect. Rhopalostylis* as espécies apresentam-se como trepadeiras, quase sem pelos urticantes, folhas simples, brácteas involucrais geralmente estipuliformes, inteiras, esverdeadas ou esbranquiçadas, 7 a 13 flores estaminadas, geralmente 3 ou 4 sépalas, cerca de 5 a 15 estames, coluna estilar clavada, sem dilatação brusca no ápice e sementes lisas. *Dalechampia sect. Tiliifoliae* possui características intermediárias entre *Dioscoreifoliae* e *Dalechampia*, por isso os autores a descreveram como seção de transição. Apresenta-se como trepadeiras, suas folhas variam de não lobadas a palmadas lobadas, 8 a 12 flores estaminadas, 4 a 6 sépalas, 15 a 35 estames, coluna estilar dilatada no ápice, sementes lisas ou reticuladas.

Esses mesmos autores (Webster & Armbruster, 1991) dividem *D. sect. Dalechampia* em cinco subseções: *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Humiles* se apresenta como subarbustos com folhas simples a palmadamente lobada, coluna estilar eventualmente dilatada no ápice e sementes lisas. *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Brevipedes* é composta por subarbustos eretos, brácteas 3 ou 5 lobadas, 7 a 10 flores estaminadas, sépalas pistiladas quase inteiras a pinatíferas, sementes lisas e inclui apenas duas espécies. *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Triphyllae* trata-se de um grupo complexo, composta por trepadeiras, com poucos indumentos, folhas geralmente 3-folioladas, às vezes simples, e raramente 5-folioladas, sépalas pistiladas inteiras a muito pinatíferas e as sementes lisas. *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Dalechampia* tem espécies trepadeiras, com muitos pelos urticantes, folhas geralmente 3-lobadas e raramente inteiras, brácteas involucrais esbranquiçadas a verde-amarelado, com 3 lóbulos; coluna estilar clavada ou dilatada no ápice e sementes lisas. *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Convolvuloides* é representada por trepadeiras, folhas inteiras, acuminadas, palmatipartidas, inteiras ou dentadas, coluna estilar pouco dilatada no ápice e sementes lisas.

A classificação desse gênero ainda é complexa e trabalhos recentes têm tentado elucidar as relações morfológicas e filogenéticas das espécies de *Dalechampia* (MENDES, 2018; SILVA, 2018; PEREIRA-SILVA, 2019). Na história evolutiva de *Dalechampia* houve diversas reversões e paralelismos (ARMBRUSTER *et al.*, 2009), e esse processo alterou seu sistema de polinização supostamente em resposta à seleção natural (ARMBRUSTER, 1993). As respostas a essas pressões naturais parecem facilitar o surgimento de exaptações

(ARMBRUSTER, 1993; PEREIRA-SILVA 2016). Nas espécies mais antigas as glândulas resiníferas secretam substâncias que protegem as flores da herbivoria e nas espécies mais recentes a resina é um pagamento aos polinizadores (ARMBRUSTER *et al.*, 2009).

Através de um estudo da filogenia morfológica, que incluiu 22 espécies de *Dalechampia*, Armbruster (1996) mostrou que *D. sect. Rhopalostylis* e *D. sect. Brevicolumnae* são parafiléticas e que o gênero é monofilético. Posteriormente, Armbruster *et al.* (2012), em estudo sobre a ecologia do gênero, afirmou que os táxons de *Dalechampia* ocorrentes em Madagascar apresentaram algumas evoluções no hábito de polinização.

2.2 Estudos palinomorfológicos em *Dalechampia*

Há diversos trabalhos publicados pormenorizando a estrutura polínica de Euphorbiaceae (PUNT, 1962; WEBSTER e WEBSTER, 1972; YBERT, 1975; WEBER-EL GHOBARY, 1985; GILLESPIE, 1994; LOBREAU-CALLEN e SUÁREZ-CERVERA, 1997; SUÁREZ-CERVERA *et al.*, 2001; MATAMORO-VIDAL *et al.*, 2012; CARDINAL-MCTEAGUE e GILLESPIE, 2016) e em Acalyphoideae os grãos de pólen são mencionados por apresentar uma pluralidade morfológica importante (NOWICKE *et al.*, 1998).

Na maioria dos trabalhos a morfologia dos grãos de pólen de *Dalechampia* é negligenciada, embora tenha sido usada como ferramenta taxonômica em trabalhos que relacionam *Dalechampia* apenas supragenericamente (NOWICKE & TAKAHASHI, 2002; CARDINAL-MCTEAGUE e GILLESPIE, 2016; SOUZA *et al.*, 2017). Entretanto, é necessária uma abordagem palinomorfológica mais abrangente para ajudar a elucidar a circunscrição do gênero.

Punt (1962) em sua revisão sobre a morfologia polínica de Euphorbiaceae analisou os grãos de pólen de cinco espécies de *Dalechampia* em microscopia fotônica e descreveu o tipo polínico para o gênero, como reticulado, tricolporado, sendo o colpo curto, estreito e sem costa, alondado transversalmente, com tamanho grande e a forma variável de prolato para prolato-esferoidal. Além disso, o autor afirma que a morfologia polínica desse gênero não o associa com os tipos polínicos de Plukenetinae e de Euphorbieae.

O trabalho de Nowicke e Takahashi (2002) sobre a morfologia polínica de Acalyphoideae analisou 11 espécies de *Dalechampia* em microscopia óptica (MO), eletrônica de varredura (MEV) e de transmissão (MET), e traz relações sistemáticas para as tribos Acalypheae, Plukenetieae e Omphaleae. Os autores afirmam que o polen do gênero é o maior da subfamília e que a singularidade do seu tipo polínico justifica o tratamento de tribo monogenérica.

Cruz-Barros *et al.* (2006) analisou grãos de pólen de seis famílias, incluindo Euphorbiaceae, ocorrentes em São Paulo, Brasil. As autoras usaram MO e MEV nas análises e incluíram *D. ficifolia* e destacaram que as características dessa espécie ao serem comparadas com as da literatura, sugerem que o gênero é estenopolínico.

O estudo de Corrêa *et al.* (2010) sobre a palinoflora de Euphorbiaceae na Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga descreveu *D. triphylla* em MEV e MO, com exina reticulada, tricolporada, colpos curtos e estreitos, endocíngulo com costa, tamanho grande e a sexina mais larga que sexina.

A morfologia polínica de Acalyphoideae e Euphorbioideae na Caatinga brasileira foi objeto do trabalho de Souza *et al.* (2017). Ao analisarem três espécies de *Dalechampia* os autores definiram o tipo polínico do gênero como reticulado. Além de descreverem o tamanho, a forma, o âmbito e as aberturas, os autores mencionam pela primeira vez a presença de fastígio nas espécies estudadas e de báculos dentro dos lumens de *D. purpurata*.

No trabalho de Ybert *et al.* (2017) a análise dos grãos de pólen das plantas vasculares ocorrentes no Rio de Janeiro (Brasil) traz análises em MO de quatro espécies do gênero. Em geral os autores descrevem o tamanho grande, a forma variável entre oblato-esferoidal, prolato-esferoidal e subprolato, o âmbito triangular ou subcircular, o contorno meridional elipsoidal ou esferoidal e os colpos pequenos ou médios. Esses autores descrevem a exina como heterorreticulada, pois apresenta lúmens irregulares e com tamanho decrescente das áreas interaperturais até as áreas aperturais.

A grande similaridade vegetativa e reprodutiva entre *Dalechampia* e *Tragia* é mencionada no trabalho Webster & Webster (1972), que observaram *D. scandens* em MO e MEV, e descreveram a morfologia polínica para *Tragia* com tamanho pequeno a médio, forma oblato-esferoidal, colpo com opérculo proeminente e exina com espinhos minúsculos, sendo, portanto, muito diferente do que é visto em *Dalechampia*. Esses autores destacam que essa distinção polínica nos dois gêneros provavelmente é relativa à inflorescência especializada de *Dalechampia* e às alterações funcionais relacionadas aos polinizadores.

Trabalhos têm sido desenvolvidos para explicar a evolução das síndromes de polinização em busca de fragrâncias, que servirão supostamente como precursoras de feromônios sexuais (WHITTEN *et al.*, 1989), ou pólen como recompensa, e da especialização contra herbivoria através da disposição da glândula resinífera (ARMBRUSTER *et al.*, 2009; ARMBRUSTER *et al.*, 2012; GAGLIARDI, 2014).

É notável que a morfologia dos grãos de pólen de *Dalechampia* oferece dados importantes para a taxonomia de Euphorbiaceae, entretanto os trabalhos preconizam a

palinomorfolgia como ferramenta para esclarecer a classificação supragenérica. Até o momento nenhuma pesquisa utilizando os grãos de pólen fez inferências elucidativas sobre a classificação infragenérica.

3- Referências bibliográficas

- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG) III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 2009. 161: 105-121.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG) IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**. , 2016, 181, 1–20.
- ARMBRUSTER, W. S. 1993. Evolution of plant pollination systems: hypotheses and tests with the neotropical vine *Dalechampia*. **Evolution**, 47, n. 5, 1480-1505.
- ARMBRUSTER, W. S. 1996. Cladistic Analysis and Revision of *Dalechampia* Sections *Rhopalostylis* and *Brevicolumnae* (Euphorbiaceae). **Systematic Botany**, v. 21, n. 2, p. 209-235.
- ARMBRUSTER, W. S. 1997. Exaptations link evolution of plant-herbivore and plant pollinator interactions: a phylogenetic inquiry. **Ecological Society of America** 78: 1661–1672.
- ARMBRUSTER, W.S. 2002. Can indirect selection and genetic context contribute to trait diversification? A transition-probability study of blossom-colour evolution in two genera. **Journal of Evolutionary Biology** 15: 468-486.
- ARMBRUSTER, W.S., LEE, J., BALDWIN, B.G., 2009. Macroevolutionary patterns of defense and pollination in *Dalechampia* vines: Adaptation, exaptation, and evolutionary novelty. **PNAS**. 106(43): 18085-18090.
- ARMBRUSTER, W.S., LEE, J., EDWARDS, M.E., BALDWIN, B.G., 2012. Floral paedomorphy leads to secondary specialization in pollination of Madagascar *Dalechampia* (Euphorbiaceae). **Evolution**, v. 67 n. 4, p. 1196–1203.
- ARMBRUSTER, W. S.; WEBSTER, G. L. 1982. Divergent pollination systems in sympatric species of South American *Dalechampia* (Euphorbiaceae). **American Midland Naturalist**, 108: 225-337.
- ATHIÊ-SOUZA, S.M.; BURIL, M.T.; MELO, A.L.; SILVA, M.; BOGLER, D.; SALES, M.F. 2018. Is pollen morphology useful for supporting the infrageneric classification of *Stillingia* (Euphorbiaceae)? **Revista Nordestina de Biologia**, Volume 26, número 1, 2018.
- ASCHERSON, P.F.A. 1864. **Flora der Provinz Brandenburg**. Erste Abtheilung. Berlin.
- BAILLON, H., 1858. **Étude générale du groupe Euphorbiacées**, Librairie de Victor Masson, 698 p.

- BAILLON, H., 1865. Recueil d'observations botaniques/redige par le Dr. H. Baillon. **Adansonia**, v. 1, p. 309-317.
- BURGER, W. & HUFT, M. 1995. Flora Costaricensis: Family #113 Euphorbiaceae. *Fieldiana, Botany*, n.s. 36: 1-169
- CALAÇA, P. S. S. T.; VIEIRA, M. F. Biologia do pseudanto de *Dalechampia* aff. *triphylla* Lam. (Euphorbiaceae) e sua polinização por abelhas (Apidae, Meliponina). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 3, p. 303-308, 2012.
- CARDINAL-MCTEAGUE, W.M., GILLESPIE, L.J., 2016. Molecular Phylogeny and Pollen Evolution of Euphorbiaceae Tribe Plukenetieae. **Systematic Botany**, 41(2): pp. 329–347.
- CORDEIRO, I. 1998. *Dalechampia purpurata* Cordeiro (Euphorbiaceae), a new species from Chapada Diamantina, Bahia, Brazil. **Kew Bulletin** 53(2): 467 – 470.
- CORDEIRO, I., SECCO, R., CARDIEL, J.M., STEINMANN, V., CARUZO, M.B.R., RIINA, R.G., LIMA, L.R., MAYA-L., C.A., BERRY, P., CARNEIRO-TORRES, D.S. & PSCHEIDT, A.C. 2010. Euphorbiaceae. In: Forzza RC (ed.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio.
- ERDTMAN, G., 1952 **Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms**. Stockholm: Almqvist and Wiksell.
- GAGLIARDI, K. B. Estudo Ontogenético da redução floral em Euphorbiaceae e das estruturas secretoras associadas: anatomia e evolução. **Dissertação de Mestrado**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 37 f., 2014.
- GILLESPIE, L.J., 1994. Pollen morphology and phylogeny of the tribe Plukenetieae (Euphorbiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** 81: 317-348.
- GOVAERTS, R., FRODIN, D. G., AND RADCLIFFE-SMITH, A. 2000. World Checklist and Bibliography of Euphorbiaceae (and Pandaceae) 1-4:1-1622. **The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens**, Kew.
- HUTCHINSON, J., 1969. Tribalism in the family Euphorbiaceae. **Am. J. Bot.** 56, 738-758.
- LINNAEUS, C., 1753. Exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. **Species plantarum**, v. 2, 1054 p.
- LOBREAU-CALLEN, D.; SUAREZ-CERVERA, M. Le pollen des Crotonoideae Apetales (Euphorbiaceae): ultrastructure de l'exine. **Rev. Palaeobot. Palyno.** 98: 257–291. 1997.
- LOMBELLO, R.A. & FORNI-MARTINS, E. R. 1998. Cytological studies in climbers of a Brazilian Forest Reserve. **Cytologia** 63: 415 – 420.

- MANGENOT, S. & G. MANGENOT. 1962. Enquête sur les nombres chromosomiques dans une collection d'espèces tropicales. **Rev. Cyt. et Biol. Vég.** 25: 411-447.
- MATAMORO-VIDAL, A.; FURNESS, C. A.; GOUYON, P. H.; WURDACK, K. J.; ALBERT, B. Evolutionary stasis in Euphorbiaceae pollen: selection and constraints. **Journal of Evolutionary Biology**, 25: 1007–1096, 2012.
- MAYA-LASTRA, C.A., SECCO, R., SALES M.F. & SILVA, R.A.P. 2015. *Dalechampia*. In: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17549>. Acessado em 20 de outubro de 2019.
- MENDES J.C.R., 2018. *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) na Amazônia brasileira. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, 129 p.
- MICHAELIS, P., 1924. Blüten morphologische Untersuchungen an den Euphorbiaceen. **Bot. Abh.** 3: 1-150.
- MIEGE, J. 1962. Quatrième liste de nombres chromosomiques d'espèces d'Afrique Occidentale. **Rev. Cytol. Biol. Veg.** 24: 149-164.
- MÜLLER, J., 1866. Euphorbiaceae. In: DE CANDOLLE, A. P. (ed) **Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis**, v. 15, n. 2, p. 189-1273.
- MÜLLER, J.A., 1873. Família Euphorbiaceae. Classificação segundo a Flora Brasiliensis. **Flora Brasiliensis**, v. 11, p. 633-664.
- NOWICKE, J.W., TAKAHASHI, M., WEBSTER, G.L. 1998. Pollen morphology and exine structure of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). Part 1. Tribes Clutieae (Clutia), Pogonophoreae (Pogonophora), Chaetocarpeae (Chaetocarpus, Trigono pleura), Perea (Pera), Cheiloseae (Cheilosa, Neoscortechinia), Dicoelieae (Dicoelia), Galearieae (Galearia, Microdesmis, Panda) and Ampereae (Amperea, Monotaxis). **Rev. Palaeobot.Palynol.** 102, 115-152.
- NOWICKE, J.W., TAKAHASHI, M., 2002. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), Part 4 Tribes Acalypheae pro parte (*Erythrococca*, *Claoxylon*, *Claoxylopsis*, *Mareya*, *Mareyopsis*, *Discoclaoxylon*, *Micrococca*, *Amyrea*, *Lobanilia*, *Mallotus*, *Deuteromallotus*, *Cordemoya*, *Cococeras*, *Trewia*, *Neotrewia*, *Rockinghamia*, *Octospermum*, *Acalypha*, *Lasiococca*, *Spathiostemon*, *Homonoia*), Plukenetieae (*Haematostemon*, *Astrococcus*, *Angostyles*, *Romanoa*, *Eleutherostigma*, *Plukenetia*, *Vigia*, *Cnesmone*, *Megistostigma*, *Sphaerostylis*, *Tragiella*, *Platygyne*, *Tragia*, *Acidoton*, *Pachystylidium*, *Dalechampia*), Omphaleae

(*Omphalea*), and discussion and summary of the complete subfamily. Review of **Palaeobotany and Palynology** 121, 231-336.

PAX, F., HOFFMANN, K., 1919. Euphorbiaceae-Dalechampiae. In: Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus (A. Engler, ed.), **Leipzig**, 147 (helf 12): 1-59.

PAX, F., HOFFMANN, K., 1924. Euphorbiaceae – Crotonoideae – Acalypheae - Acalyphinae. In: Engler, Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus (A. Engler, ed.), **Leipzig**, 147 (helf 85) IV, 191-193.

PEREIRA-SILVA, R.A. 2016. *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae, Acalyphoideae) em Pernambuco. **Dissertação (Mestrado)**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PEREIRA-SILVA, R.A. 2019. Filogenia e taxonomia de *Dalechampia* com ênfase em *Dalechampia* sect. *Dalechampia*, Euphorbiaceae. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco 335 f.: il.

PEREIRA-SILVA, R.A.; ATHIÊ-SOUZA, S.M.; SECCO, R.S.; MELO, A.L.; SALES, M.F. DE. 2016. *Dalechampia erythrostyle* (Euphorbiaceae), a New Species from Northeastern Brazil. **Systematic Botany**, 41(4): 989-995.

PERVEEN, A., QAISER, M., 2005. Pollen Flora of Pakistan -XIV. Rutaceae. **Pakistan Journal of Botany**, Paquistão, v. 37, n.3, p. 495-501.

PLUMIER, P. C., 1703. **Nova Plantarum Americanarum Genera**, p.1-186 p.

PUNT, W., 1962. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. **Wentia**, 7: 1 116.

RADCLIFFE-SMITH, A. 2001. **Genera Euphorbiacearum**. **Royal Botanic Gardens**, Kew.

REIS, V.M.S. 2010. Dermatoses provocadas por plantas (fitodermatoses). **An. Bras. Dermatol.** Vol.85, nº4. Rio de Janeiro July/Aug. 2010. DOI: 10.1590/S0365-05962010000400009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962010000400009. Acessado em 10 de novembro de 2019.

RICE, A., GLICK, L., ABADI, S., EINHORN, M., KOPELMAN, N.M., SALMAN-MINKOV, A., MAYZEL, J., CHAY, O., MAYROSE, I. 2015. The Chromosome Counts Database (CCDB) – a community resource of plant chromosome numbers. **New Phytol.** 206 (1): 19-26. DOI: [org/10.1111/nph.13191](https://doi.org/10.1111/nph.13191).

SILVA, D.F. 2018. O gênero *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae – Acalyphoideae) na Região Sul do Brasil. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 128 p.

SOUZA, L.A., SILVA, A.C., MOSCHETA, I.S., 2010. Morphology and anatomy of flowers of *Dalechampia stipulacea* müll.arg. (Euphorbiaceae). **Acta Botanica Venezuelica**, v. 33, n. 1, p. 103-117.

STEVENS, P.F. 2014. **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 14, July 2017. Disponível em: <<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>> Acessado em 20 de novembro de 2019.

SUÁREZ-CERVERA, M.; GILLESPIE, L.; ARCALÍS, E.; THOMAS, D.; LOBREAUCALLEN; SEOANE-CAMBA, J.A. Taxonomic significance of sporoderm structure in pollen of Euphorbiaceae: Tribes Plukenetiae and Euphorbieae. **Grana**. 40: 78–104, 2001.

TROPICOS 2018. **Missouri Garden Botanical**. Disponível em <<http://www.tropicos.org/>> Acessado em 20 de outubro de 2019.

VANZELA, A.L.L.; RUAS, P. M.; MARIN-MORALES, M.A. 1997. Karyotype studies of some species of *Dalechampia* Plum. (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, 125(1), 25–33. DOI:10.1006/bojl.1997.0107

VENKATA RAO, C., 1971. Anatomy of the inflorescence of some Euphorbiaceae. With a discussion on the phylogeny and evolution of the inflorescence, including the cyathium. **Bot Notiser** 124: 39-64.

WEBER-EL GHOBARY, M.O. Pollen morphology of four succulent species of Euphorbia (Euphorbiaceae). **Anales de la Asociación de Palinólogos de Lengua Española** 2: 75–86, 1985.

WEBSTER, G.L., 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. **Taxon**. 24: 593-601.

WEBSTER, G.L. 1989. Three new species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) from Brazil. **Brittonia** 41(1): 1-9.

WEBSTER, G.L. 1991. A new brazilian species of *Dalechampia* subsect. Tryphyllae (Euphorbiaceae). **Annals of the Missouri Botanical Garden** 78(1): 255 – 258.

WEBSTER, G.L. 1994a. Classification of the Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 81: 3-32.

WEBSTER, G.L. 1994b. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 81: 33 – 144.

WEBSTER, G.L. 2014. **Euphorbiaceae**. In: The families and genera of Vascular Plants: Flowering Plants - Eudicots Malpighiales. Vol.XI, Springer.

WEBSTER, G.L., ARMBRUSTER, W.S., 1991. A synopsis of the neotropical species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 105, p. 137-177.

- WEBSTER, G. L.; WEBSTER, B. 1972. The morphology and relationships of *Dalechampia scandens* (Euphorbiaceae). **American Journal of Botany**, v. 59, n 6, p. 573-586.
- WHITTEN, W.M., YOUNG, A., WILLIAMS, N., 1989. Function of glandular secretions in fragrance collection by male euglossine bees (Apidae: Euglossini). **1. Chem. Ecol.**, 15: 1285-1295.
- WURDACK, K.J., HOFFMANN, P. & CHASE, M.W. 2005. Molecular phylogenetic analysis of uniovulate Euphorbiaceae (Euphorbiaceae sensu stricto) using plastid rbcL and trnLtrnF sequences. **American Journal of Botany** 92: 1397-1420.
- WURDACK, K.J. & DAVIS, C.C. 2009. Malpighiales phylogenetics: gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. **American Journal of Botany** 96(8): 1551-1570.
- YBERT, J.-P. 1975. Observations du pollen de *Afunihof* sp. (Euphorbiaceae) au microscope électronique B balayage. **Bull. SOC. Bot. Fr.** 122: 131-133.

4- Artigo científico

Artigo científico a ser encaminhado à Revista Flora (Jena).

Todas as normas de redação e citação, doravante, atendem as estabelecidas pela referida revista, exceto o idioma.

Morfologia polínica de *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) e implicações na classificação infragenérica

Keyla Patrícia dos Santos Silva^a, Rafaela Alves Pereira-Silva^b, Wesley Patrício Freire de Sá Cordeiro^c, Maria Teresa Aureliano Buril Vital^d, Sarah Maria Athiê-Souza^e, André Laurênio de Melo^f

^a Parte da dissertação de Mestrado da primeira autora. Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada-PE, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação, Fazenda Saco, S.N., C.P. 063, 56.900-000, Serra Talhada, PE, Brasil. Autora para correspondência: keylapatricia.biologa@gmail.com

^{b, c, d} Universidade Federal Rural de Pernambuco

^e Universidade Federal da Paraíba

^f Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada

RESUMO

As características palinomorfológicas de 28 espécies pertencentes a quatro seções (*Coriacea*, *Dalechampia*, *Dioscoreifoliae* e *Tiliifoliae*) e cinco subseções (*Brevipedes*, *Convolvuloides*, *Dalechampia*, *Humiles* e *Triphyllae*) de *Dalechampia* L. foram estudadas em detalhes. O objetivo deste estudo foi descrever a morfologia polínica desse gênero e encontrar possíveis diferenças entre as suas espécies e que possam ajudar a esclarecer a sua classificação infragenérica. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, analisados em microscopia óptica e eletrônica de varredura. As espécies analisadas possuem pólen em mônades, com diâmetros variando de 41,52 µm (*D. ficifolia*) a 114,19 µm (*D. sckenckiana*); isopolares, com âmbito circular ou triangular; forma oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolatos e prolatos; tricolporados, com colpos lalongados, muito estreitos, curtos ou longos; endocíngulo com costae proeminente, separando o grão em duas bandas, mas em *D. ficifolia*, *D. brasiliensis*, *D. brevipes* e *D. peckoltiana* há maior alargamento dessas bandas na região do poro; exina reticulada heterobrocada, com muros simplescolumelados na maioria das espécies, no entanto em *D. affinis*, *D. linearis*, *D. variifolia*, algumas columelas parecem unidas; na endoabertura a sexina se separa da nexina formando fastígio e a sexina é sempre mais espessa que a nexina. *Dalechampia* apresenta variações interespecíficas em relação ao tamanho, âmbito, forma e da ornamentação da exina e comprimento do cólporo. Foram adicionados dados micromorfológicos que poderão ser úteis para a identificação taxonômica de algumas espécies.

1. Introdução

Dalechampia L., o único gênero de Dalechampiinae (Acalyphoideae, Plukenetieae), apresenta aproximadamente 130 espécies, 90 das quais ocorrem na América tropical (Müller, 1866; Pax & Hoffmann, 1919; Webster, 1994). O Brasil, com 72 espécies (50 são endêmicas do país), é o principal centro de diversidade do gênero (Maya-L e Secco, 2013; Flora do Brasil, 2020 *in constr.*). Caracteriza-se pela inflorescência pseudantial com simetria bilateral, duas brácteas involucrais protegendo as flores estaminadas e pistiladas e um nectário laminar, na maioria das vezes, bem desenvolvido, aspectos esses que o diferenciam dos demais gêneros de Euphorbiaceae (Webster e Armbruster, 1991; Webster, 1994).

A primeira classificação infragenérica de *Dalechampia* foi proposta por Baillon (1858), na qual o gênero foi dividido em três seções com base na morfologia foliar e filotaxia (seção A, seção B e *Cremophyllum*). Posteriormente, diversos arranjos também baseados em aspectos vegetativos, foram publicados (Baillon 1865; Müller 1866, 1873; Pax & Hoffmann 1919; Michaelis 1924; Pax & Hoffmann 1924; Hutchinson 1969; Venkata Rao 1971). Contudo, o tratamento infragenérico mais recente e detalhado foi feito por Webster & Armbruster (1991) para as espécies neotropicais de *Dalechampia*. Nesse estudo foram reconhecidas seis seções (*D. sect. Coriaceae*, *D. sect. Cremophyllum*, *D. sect. Dalechampia*, *D. sect. Dioscoreifoliae*, *D. sect. Rhopalostylis* e *D. sect. Tiliifoliae*) e cinco subseções (*Brevipedes*, *Convolvuloides*, *Dalechampia*, *Humiles* e *Triphyllae*), todas subordinadas à *Dalechampia sect. Dalechampia*. Caracteres macromorfológicos foram utilizados para distinguir seções e subseções, e atributos polínicos foram mencionados para as seções *Cremophyllum* e *Dioscoreifoliae*. Armbruster (1997) reconheceu ainda *Dalechampia sect. Dalechampia* subsect. *Brevicolumnae* para abrigar *D. brevicolumna* Armbr.

Embora ainda não exista um estudo filogenético molecular completo para *Dalechampia*, pesquisa recente (Pereira-Silva, 2019) demonstrou que a classificação de Webster & Armbruster (1991) não é natural e tem grande sobreposição de caracteres morfológicos entre seções e entre subseções. Isso sugere que mais estudos necessitam ser realizados. Neste sentido, a morfologia polínica mostra-se como um meio promissor para elucidar problemas taxonômicos, tendo em vista a diversidade e complexidade de tipos polínicos já registrados em Euphorbiaceae.

A palinomorfolgia tem se mostrado importante instrumento para auxiliar a taxonomia de diferentes níveis hierárquicos em Euphorbiaceae (Erdtman 1952, Punt 1962, Gillespie 1994, Nowicke 1994, Webster 1994). O padrão *Croton* agrupa os gêneros de Crotonoideae (Nowicke, 1994), bem como os grãos de pólen tricolporados com exina perfurada são frequentes em toda a tribo Hippomaneae (Punt, 1962). Em Plukenetieae, Cardinal-McTeague & Gillespie (2016) têm demonstrado que a morfologia polínica é de grande importância na compreensão da filogenia do grupo, dando sustentação ao agrupamento de alguns gêneros e segregações em *Tragia*. A forma dos grãos, tamanho, definição das margens, número das aberturas, além de estrutura e ornamentação da exina, tem servido de suporte a grupos filogeneticamente relacionados.

Dentro de Plukenetieae, os grãos de pólen de *Dalechampia* são únicos, por apresentarem uma proeminente costa do endocíngulo e bandas equatoriais claramente visualizadas ao microscópio óptico, essa característica contribui para diferenciá-los de outros

tipos polínicos (Punt, 1962; Nowicke e Takahashi, 2002). A morfologia dos grãos de pólen de 25 espécies de *Dalechampia* é conhecida (Punt, 1962; Webster & Webster, 1972; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke & Takahashi, 2002; Perveen & Qaiser, 2005; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Côrrea *et al.*, 2010; Cardinal-McTeague & Gillespie, 2016; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017; Silva, 2018). Entretanto, esse número ainda é pequeno em relação à dimensão e complexidade taxonômica do gênero, e no geral esses estudos trazem descrições do pólen de espécies isoladamente ou em pequenos grupos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo da morfologia polínica de espécies de *Dalechampia* pertencentes a diferentes grupos taxonômicos (seções e subseções), verificar se os caracteres do pólen observados podem contribuir para uma melhor elucidação da classificação infragenérica proposta por Webster & Armbruster (1991) assim como reconhecer e descrever os padrões da morfologia polínica das espécies estudadas.

2. Materiais e métodos

Foi investigada a morfologia polínica de 28 espécies pertencentes a quatro seções e cinco subseções de *Dalechampia* (Tabela 1). Os grãos de pólen foram obtidos de botões florais de exsicatas depositadas nos herbários: BHCB, CEN, CEPEC, CESJ, EAC, FURB, HEPH, IAN, IBT, MBML, PAMG, PEUFR, SJRP, SMDB, UB, UEC, VIC (acrônimos de acordo com Thiers *et al.*, continuamente modificado). Foram analisados os grãos de pólen de até três exemplares por espécie e foi escolhida aleatoriamente uma amostra para descrição da morfologia dos grãos de pólen, mensurações e produção de imagens nos microscópios óptico e eletrônico de varredura.

Os botões florais foram macerados, submetidos à acetólise clássica (Erdtman, 1960) e analisados em microscopia óptica (MO). Após a preparação das lâminas, os grãos de pólen foram medidos em até sete dias (Melhem & Matos 1972; Salgado-Labouriau, 1973). As medidas dos eixos polar e equatorial foram feitas em 25 grãos de pólen tomados ao acaso, usando-se o microscópio BEL Photonics WF 10, distribuídos em pelo menos três lâminas (Salgado-Labouriau *et al.*, 1965). As medidas das aberturas e das camadas da exina foram realizadas em 10 grãos de pólen. O comprimento do colpo foi obtido dividindo o valor do eixo equatorial na vista equatorial pelo comprimento da abertura ($> 2,00$ para colpo curto e $< 1,99$ para colpo longo).

Foi verificado o âmbito na maioria das espécies (*D. adscendens*, *D. affinis*, *D. brasiliensis*, *D. brevipes*, *D. caperonioides*, *D. clausseniana*, *D. coriacea*, *D. erythrostyla*, *D. fernandesii*, *D. ficifolia*, *D. glechomifolia*, *D. guaranitica*, *D. hasseleriana*, *D. leandrii*, *D.*

margarethiae, *D. micromeria*, *D. peckoltiana*, *D. variifolia*, *D. violacea*). Entretanto, em *D. ilheotica*, *D. linearis*, *D. occidentalis*, *D. olfersiana*, *D. pernambucensis*, *D. scandens*, *D. schenckiana*, *D. stipulacea* e *D. sylvatica* não foi possível analisar esse aspecto por que os grãos de pólen se depositaram na lâmina na posição horizontal.

Para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) foram utilizados grãos de pólen acetolisados, que foram desidratados em série alcoólica de 50%, 70%, 90%, 100% e espalhados sobre suportes “stubs”, metalizados com ouro e em seguida, as amostras foram observadas e obtidas as imagens para análise.

Para os valores dos eixos polar e equatorial foram calculados, a média aritmética (X), o desvio padrão (S), a faixa de variação (FV) com índice de confiança de 95% (IC) e a relação média do eixo polar com o eixo equatorial (P/E). As medidas polares (P) e equatoriais (E) dos grãos de pólen de *Dalechampia* foram usadas para traçar um perfil de agrupamento das espécies, com base no intervalo de confiança (95%) (Figura 1 A e B).

As lâminas foram incorporadas ao laminário do Herbário do Semiárido do Brasil (HESBRA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST). A terminologia usada nas descrições do pólen seguiu Punt *et al.* (2007), Barth & Melhem (1988) e Erdtman (1952).

Tabela 1. Espécies estudadas de *Dalechampia*, organizadas de acordo com a classificação de Webster & Armbruster (1991) e os respectivos vouchers.

Seção/Subseção	Espécie	Voucher
<i>Coriaceae</i>	<i>D. coriacea</i> Klotzsch ex Müll. Arg.	Matos 14103 (EAC)*
<i>Dalechampia/</i> <i>Brevipedes</i>	<i>D. brevipes</i> Müll. Arg.	Windisch <i>et al.</i> 6580 (SJRP)
<i>Dalechampia/</i> <i>Convolvuloides</i>	<i>D. leandrii</i> Baill.	M.A. Assis <i>et al.</i> 441 (IBT)
	<i>D. scheckiana</i> Pax & K.Hoffm.	Pereira-Silva e Santos, 37 (PEUFR)
	<i>D. brasiliensis</i> Lam.	Maciel-Júnior <i>et al.</i> 225 (HESBRA); R.S. Cordeiro <i>et al.</i> 8 (HESBRA);
<i>Dalechampia/</i> <i>Dalechampia</i>	<i>D. ficifolia</i> Lam.	Salimena e Nobre 936 (UB); Augustin <i>et al.</i> 357768 (UB); Leitão Filho <i>et al.</i> 27368 (UEC); Brandão 10990 (PAMG);
	<i>D. pernambucensis</i> Baill.	Lima-Verde L.W., 815 (EAC);
	<i>D. scandens</i> L.	Mitzi Brandão 25365 (EPAMIG)

	<i>D. stipulacea</i> Müll. Arg.	Silva e Ribas 4615(ALCB); Verdi <i>et al.</i> 3043 (FURB)*;
	<i>D. adscendens</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	M.A. Batalha 2308 (UEC)
	<i>D. caperonioides</i> Baill.	Silva e Sebastião 1000 (UEC)*
<i>Dalechampia/</i>	<i>D. glechomifolia</i> Baill.	L. Kriger 709 (BHCB)
<i>Humiles</i>	<i>D. guaraníca</i> Chodat & Hassl.	I.V. Lima 523 (HEPH)
	<i>D. linearis</i> Baill.	A.A. Santos <i>et al.</i> 650 (CEN); W.D. Maia 022(UB)*
	<i>D. occidentalis</i> Müll. Arg.	R.C. Mendonça <i>et al.</i> 4451 (CEN)
	<i>D. clauseniana</i> Baill.	A. Custódio Filho, 2062 (IBT)
<i>Dalechampia/</i>	<i>D. hasseleriana</i> Chodat	M.L.Gavilanes,2741 (PAMG)
<i>Triphyllae</i>	<i>D. micromeria</i> Baill.	A.A. Filho 2499 (SMDB)*
	<i>D. olfersiana</i> Müll. Arg.	M.F.A. Lucena <i>et al</i> 456 (PEUFR)
	<i>D. erythrostyle</i> R.A.Pereira-Silva & A.L. Melo	Pereira Silva, 14 (PEUFR)
	<i>D. margarethiae</i> Pereira-Silva & Armb.	A.M.A. Amorim <i>et al.</i> 7149 (CEPEC)
<i>Dioscoreifoliae</i>	<i>D. peckoltiana</i> Müll. Arg.	Salino 3752 (BHCB); Oliveira 85a (BHCB)*
	<i>D. sylvatica</i> S. Moore	L. Kollman <i>et al.</i> 12632(MBML)
	<i>D. violaceae</i> Pax & K.Hoffm.	G.Hatschbach <i>et al.</i> 74740 (MBM)
	<i>D. affinis</i> Müll. Arg.	Sarquis e Sarquis-Ícaro 274 (IAN)*
<i>Tiliifoliae</i>	<i>D. fernandesii</i> G.L.Webster	Fernandes e Nunes s.n. (UFP)*
	<i>D. ilheotica</i> Wawra	E.M.N. Ferraz <i>et al.</i> 602 (PEUFR)
	<i>D. variifolia</i> Müll. Arg.	M.J.Silva 28 (PEUFR)*

* Espécimes analisados em MO e MEV

3. Resultados

3.1 Morfologia geral

Das 28 espécies aqui analisadas, 20 foram estudadas pela primeira vez (Tabela 2). O pólen de todas está em mônade, é isopolar, tricolporado, lalongado, tem aberturas estreitas, sem margem, endocíngulo com bandas equatoriais nitidamente separadas e com costa, e a ornamentação da exina é reticulado-heterobrocada. O tamanho, a forma, o âmbito, as

características das aberturas e da ornamentação da exina apresentaram variações, porém pouco relevantes do ponto de vista taxonômico. Através desse estudo e de dados da literatura (Punt, 1962; Webster e Webster, 1972; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke e Takahashi, 2002; Perveen & Qaiser, 2005; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Cardinal-McTeague & Gillespie, 2016; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017; Silva, 2018) apenas algumas espécies em *Dalechampia* podem ser facilmente identificadas pela morfologia polínica.

Todas as espécies aqui estudadas de *Dalechampia* mostraram grãos de pólen médios até muito grandes. A maioria das espécies (60,7%) apresentou apenas grãos de pólen grandes (Tabela 2). Em *D. ficifolia* foram observados exclusivamente grãos de pólen médios e em *D. schenckiana* muito grandes. *Dalechampia clauseniana*, *D. glechomifolia*, *D. guaranitica*, *D. leandrii*, *D. micromeria*, *D. occidentalis*, *D. peckoltiana* e *D. violacea* variaram entre grãos de pólen médios e grandes e *D. pernambucensis* entre grandes a muito grandes.

Em relação à forma, foram encontrados grãos de pólen oblato-esferoidais, prolato-esferoidais, subprolatos e prolatos, com grande predominância de subprolatos. O âmbito mostrou-se triangular em *D. affinis*, *D. ficifolia*, *D. glechomifolia*, *D. leandrii* e *D. violacea* e circular em *D. adscendens*, *D. brasiliensis*, *D. brevipes*, *D. caperonioides*, *D. clauseniana*, *D. coriacea*, *D. erythrostyla*, *D. fernandesii*, *D. guaranitica*, *D. hassleriana*, *D. margarethiae*, *D. micromeria*, *D. peckoltiana* e *D. variifolia*.

O comprimento do colpo variou de 14,01 μm (em *D. coriacea*) a 52,78 μm (*D. schenckiana*), sendo considerado curto na maioria das espécies, exceto em *D. ficifolia* (23,56 μm) e *D. margarethiae* (27,16 μm) que demonstraram ter colpos longos. *Dalechampia ficifolia*, *D. brasiliensis*, *D. brevipes* e *D. peckoltiana* apresentaram um maior alargamento entre as bandas do endocíngulo na proximidade do cólporo do que as demais espécies estudadas.

Nas espécies observadas em MEV foi possível verificar que a ornamentação da exina mostrou-se grosseiramente reticulada (muros visivelmente com maior espessura) em *D. affinis* (Fig. 2A), *D. peckoltiana* (Fig. 3C), *D. variifolia* (Fig. 2E) e *D. fernandesii* (Fig. 3D), e finamente reticulada (muros visivelmente com menor espessura) em *D. coriacea* (Fig. 3G), *D. stipulacea* (Fig. 3J), *D. caperonioides* (Fig. 2I) e *D. micromeria* (Fig. 2Q). Nessas mesmas espécies, os tetos variaram de muito sinuosos (*D. caperonioides* Fig. 2L, *D. micromeria* Fig. 2P, *D. coriacea* Fig. 3H e *D. stipulacea* Fig. 3K) a pouco sinuosos (*D. affinis* Fig. 2C, *D. variifolia* Fig. 2F, *D. linearis* Fig. 2O, *D. peckoltiana* Fig. 3C e *D. fernandesii* Fig. 3E).

Visivelmente é possível verificar que *D. peckoltiana* tem os lúmens menores do que todas as demais espécies observadas, embora ainda seja claramente heterobrocada.

Em MEV verificou-se grânulos nos lúmens de *D. micromeria* (Fig. 2T), *D. caperonioides* (Fig. 2L), *D. fernandesii* (Fig. 3F) e *D. linearis* (Fig. 2P) e báculos nos muros e lúmens em *D. stipulacea* (Fig. 3L) e *D. coriacea* (Fig. 3I). Em *D. peckoltiana*, *D. affinis* e *D. variifolia* o teto e os lúmens são psilados.

Os muros são altos em todas as espécies analisadas nesse trabalho, especialmente nas áreas polares e entre as aberturas. Em todas as espécies a sexina é mais espessa que a nexina e a espessura da sexina variou de 1,72 μm (em *D. micromeria*) a 4,99 μm (*D. caperonioides*) e a nexina de 0,57 μm (*D. micromeria*) a 1,85 μm (*D. adscendens*) (Tabela 3). A presença do fastígio é evidente em MO em todas as espécies. Em MEV, se observou com nitidez as camadas da exina (sexina + nexina) vistas pelo ângulo interno (Fig. 2G), através de um recorte do grão de pólen de *D. variifolia*. As espécies analisadas em MEV mostraram columelas simples, mas em algumas (*D. affinis*, *D. linearis*, *D. variifolia*), estas parecem coalescer (Figs. 2G e 2O).

3.2 Dados morfométricos

O eixo polar em vista equatorial (P) variou em média de 42,2 μm (em *D. ficifolia*) a 127,8 μm (*D. schenckiana*), e o eixo equatorial em vista equatorial (E) de 34,6 μm (*D. ficifolia*) a 94,6 μm (*D. schenckiana*).

Dalechampia ficifolia apresentou a menor média (34,6 μm) no comprimento do eixo equatorial e *D. schenckiana* (94,6 μm) a maior (Tabela 3).

Entre as espécies estudadas a faixa de variação de (P) formou dois agrupamentos: Grupo 1) espécies com grãos de pólen maiores, constituído por *D. pernambucensis* (96,23-104,08 μm) e *D. schenckiana* (114,19-141,47 μm) e Grupo 2); espécies com grãos de pólen menores formado pelas demais espécies com medidas entre 41,48 a 87,36 μm (Figura 1 A) (Tabela 3).

Em relação a faixa de variação do tamanho dos grãos de pólen, as maiores medidas de (E) ocorreram em *D. affinis* (56,65-60,34 μm), *D. adscendens* (41,68-60,43), *D. caperonioides* (52,59-55,71 μm), *D. coriacea* (60,18-62,56 μm), *D. erythrostyla* (57,79-61,56 μm), *D. guaranitica* (40,61-71,65 μm), *D. linearis* (55,43-56,32 μm), *D. olfersiana* (47,63-53,51 μm), *D. pernambucensis* (86,38-93,22 μm), *D. schenckiana* (78,28-111,01 μm) e *D. variifolia* (68,82-74,05 μm); e as menores foram de 24,9 a 48,61 μm nas demais espécies (Figura 1 B) (Tabela 3).

3.3 Distribuição de caracteres palinomorfológicos nas seções de Webster & Armbruster (1991)

O tamanho do pólen é um caráter mencionado pela maioria dos autores (Cardinal-McTeague & Gillespie, 2016; Corrêa *et al.*, 2010; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke & Takahashi, 2002; Perveen & Qaiser, 2005; Punt, 1962; Silva, 2018; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017), que estudaram a morfologia polínica em *Dalechampia* e é possível observar que grãos de pólen grandes são comuns em todas as seções, inclusive em *Dalechampia* sect. *Brevicolumnae* e *D.* sect. *Cremophyllum* não analisadas aqui, mas com registros na literatura (Cardinal-McTeague & Gillespie, 2016; Nowicke & Takahashi, 2002). Entretanto, o tamanho médio só foi encontrado, até agora, em *D.* sect. *Dalechampia* e *D.* sect. *Dioscoriaefoliae* e o tamanho muito grande surgiu em espécies destas duas seções e também em *Tiliifoliae* (Tabela 2).

A forma do grão de pólen é relatada para 44 espécies do gênero, incluindo as 28 aqui estudadas, porém há uma grande sobreposição de formas em várias seções, sendo prolato-esferoidais e subprolato encontrados em *D.* sect. *Brevicolumnae*, *D.* sect. *Coriaceae*, *D.* sect. *Dalechampia*, *D.* sect. *Dioscoriaefoliae* e *D.* sect. *Tiliifoliae*. Grãos de pólen prolato, são observados nessas mesmas seções, exceto na monoespecífica *D.* sect. *Coriaceae*. O oblato-esferoidal só foi verificado em *D.* sect. *Cremophyllum* (uma espécie) e *D.* sect. *Dalechampia* (três espécies).

O âmbito, que é um caráter de difícil observação em *Dalechampia*, é registrado para 23 espécies (quatro na literatura e 19 nesse estudo, ver Tabela 2) e quatro seções (*Coriaceae*, *Dalechampia*, *Dioscoriaefolia* e *Tilifoliae*) e varia entre circular, subcircular e triangular. Os âmbitos circular e triangular são encontrados nessas quatro seções, e o âmbito subcircular, reconhecido como intermediário entre os outros dois, foi encontrado em *D.* sect. *Dalechampia* e *D.* sect. *Dioscoriaefoliae*.

Adicionando as informações deste trabalho às encontradas na literatura, o tamanho do colpo foi analisado em 32 espécies de quatro seções (*Coriaceae*, *Dalechampia*, *Dioscoriaefolia* e *Tilifoliae*). A maioria das espécies e todas as quatro seções que possuem informações sobre colpos, mostram que estes são curtos, com exceção de três espécies de *D.* sect. *Dalechampia* que tem colpos longos, uma das quais também aparece com colpos médios e curtos (*D. ficifolia*) nos trabalhos de Cruz-Barros *et al.*, (2006) e Ybert *et al.*, (2017). Além dessas apenas *D. margarethiae* de *D.* sect. *Dioscoriaefoliae* também tem colpos longos, observados aqui pela primeira vez.

Em relação à morfologia polínica das subseções de *D. sect. Dalechampia* verifica-se que o tamanho, a forma, o âmbito, o comprimento do colpo, a ornamentação da exina, são caracteres em que os atributos estão sobrepostos de forma que dificultam quaisquer considerações taxonômicas. Isso mostra a complexidade, e sugere que mais análises sejam feitas.

Tabela 2. Descrição morfológica das características dos grãos de pólen de *Dalechampia*

ESPÉCIE	TAMA-NHO	FORMA	AMBITO	COLPO	ORNAMENTAÇÃO DA EXINA		REFERÊNCIA
<i>D. adscendens</i> (Müll. Arg.) Müll. Arg.	G	O-E; Sp	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e sinuoso	Este estudo
<i>D. affinis</i> Müll. Arg.	G	Sp a P	Triang	C	Grosseiramente reticulada	Lúmens irregulares, muro alto, pouco sinuoso e columelas coalescem	Este estudo
	Muito G	P-E	-	-	Reticulada	-	Punt, 1962
<i>D. allemii</i> G. L. Webster	G	Sp a P-E	Subcirc	C	Reticulada	Heterobrocada, muro simples, Costae e fastígio, muro Sinuoso e Contínuo	Souza <i>et al.</i> , 2017
<i>D. bernieri</i> var. <i>denisiana</i> Leandri	-	Sg a P	-	-	Reticulada	-	Cardinal-McTeague, & Gillespie, 2016
<i>D. brasiliensis</i> Lam.	G	P	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro Psilado, Sinuoso, Contínuo	Este estudo
	G	P-E	Subcir	M	Reticulada	Lúmens irregulares, muro simples mais alto no colpo e áreas interaperturais	Ybert <i>et al.</i> , 2017
	G	P-E	-	-	Reticulada	-	Punt, 1962
<i>D. brevipes</i> Müll. Arg.	G	P-E a P	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e Sinuoso	Este estudo
	M e G	Sp	-	C	Reticulada	muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. capensis</i> A. Spreng.	G	P-E	-	-	Finamente reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. caperonioides</i> Baill.	G	P-E a P	Circ	C	Finamente reticulada	Lúmens irregulares e com grânulos, muro alto, muito sinuoso	Este estudo
<i>D. cissifolia</i> Poepp.	G	Sp	-	-	Reticulada	(bandas mais largas nos cólporos), muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. clauseniana</i> Baill.	M e G	PE a P	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto	Este estudo
<i>D. clematidifolia</i> Bojer ex Baill.	G	Sp	-	-	Punctato-Perforada	(bandas mais largas no cólporo) e muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
	-	Sg a P	-	-	Reticulada	-	Cardinal-McTeague, & Gillespie, 2016

<i>D. convolvuloides</i> Lam.	G	P-E a Sp	Triang	M	Reticulada	Lúmens pequenos e irregulares, muro simples mais alto nas áreas interaperturais	Ybert <i>et al.</i> , 2017
<i>D. coriacea</i> Klotzsch ex Müll. Arg.	G	P-E a Sp	Circ	C	Finamente reticulada	Lúmens irregulares e com báculos, muro muito sinuoso e Contínuo	Este estudo
<i>D. dioscoreifolia</i> Poepp.	Muito G	P	-	-	Reticulada	-	Punt, 1962
	G	P-E	-	-	Reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. erythrostylis</i> R. A. Pereira-Silva & A. L. Melo	G	Sp a P	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro Psilado e Contínuo	Este estudo
<i>D. fernandesii</i> G. L. Webster	G	P	Circ	C	Grosseiramente reticulada	Lúmens irregulares com grânulos, muro alto, pouco sinuoso e com grânulos	Este estudo
<i>D. ficifolia</i> Lam.	M	P-E a Sp	Triang	L	Reticulada	Lúmens irregulares, muro Psilado, Sinuoso, Contínuo	Este estudo
	M e G	Sp	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muros psilados, sinuosos.	Cruz-Barros <i>et al.</i> , 2006
	G	P-E	-	-	-	-	Silva, 2018
	G	P-E a Sp	Triang	M	Reticulada	Lúmens irregulares, Muro simples mais alto nas áreas interaperturais	Ybert <i>et al.</i> , 2017
<i>D. glechomifolia</i> Baill.	M e G	P-E a Sp	Triang	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro mais alto entre as aberturas	Este estudo
	M	P-E	-	-	-	-	Silva, 2018
<i>D. guaranitica</i> Chodat & Hassl.	M e G	O-E a P-E	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro mais alto entre as aberturas	Este estudo
<i>D. hassleriana</i> Chodat	G	P-E a Sp	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro mais alto entre as aberturas	Este estudo
<i>D. heteromorpha</i> Pax & K. Hoffm.	G	Sp	-	-	Reticulada	(bandas mais largas no cóporo), muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. humilis</i> Müll. Arg.	G	Sp	-	-	Reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
<i>D. ilheotica</i> Wawra	G	Sp	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e sinuoso	Este estudo
<i>D. leandrii</i> Baill.	M e G	Sp a P	Triang	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto	Este estudo
<i>D. linearis</i> Baill.	G	P-E a P	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares com grânulos, muro alto, pouco sinuoso com grânulos, columelas coalescem	Este estudo
<i>D. margarethiae</i> Pereira-Silva & Armbr.	G	Sp a P	Circ	L	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e uniforme	Este estudo

						em todo o grão	
<i>D. micromeria</i> Baill.	M e G	O-E. a Sp	Circ	C	Finamente reticulada	Lúmens irregulares, com grânulos, muro alto, muito sinuoso, com grânulos	Este estudo
	G	O-E a Sp	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro simples mais alto nas áreas polares	Ybert <i>et al.</i> , 2017
<i>D. occidentalis</i> Müll. Arg.	M e G	P-E a P	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro mais alto nos polos e mesocolpo	Este estudo
<i>D. offersiana</i> Müll. Arg.	G	P-E a Sp	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro com altura uniforme em todo o grão	Este estudo
<i>D. peckoltiana</i> Müll. Arg.	M e G	P-E a P	Circ	C	Reticulada	Lúmens irregulares, pequenos, muro alto, contínuo	Este estudo
	G	Sp a P-E	Subcir	C	Reticulada	Heterobrocada, muro simples, Sinuoso e Contínuo, Costae e fastígio	Souza <i>et al.</i> , 2017
<i>D. pernambucensis</i> Baill.	G e Muito G	P-E a Sp	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto	Este estudo
<i>D. purpurata</i> Cordeiro	G	Sp	Subcir	C	Reticulada	Heterobrocada, muro simples, Sinuoso e Contínuo Costae e fastígio, Báculos dentro dos lúmens	Souza <i>et al.</i> , 2017
<i>D. scandens</i> L.	G	P-E a P	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e contínuo	Este estudo
	G	Sp	-	-	Reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
	G	Sp	-	-	Grosseiramente reticulada	-	Perveen & Quaiser, 2005
	Muito G	O-E	-	-	Reticulada	-	Punt, 1962
	G	-	-	-	-	-	Webster & Webster (1972)
<i>D. schenckiana</i> Pax & K. Hoffm.	Muito G	S-P a P	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e contínuo	Este estudo
<i>D. spathulata</i> (Scheidw.) Baill.	G	O-E	-	-	Reticulada	-	Punt, 1962
	-	-	-	Equatorial	-	-	Matamoro-Vidal et al, 2012
<i>D. stenosepala</i> Müll. Arg.	M e G	P-E	-	-	Reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002
	G	P-E	-	-	-	-	Silva, 2018
<i>D. stipulacea</i> Müll. Arg.	G	P-E a Sp	-	M	Finamente reticulada	Lúmens irregulares, com báculos, muro alto, muito sinuoso,	Este estudo
	G	P-E	-	-	-	-	Silva, 2018
<i>D. subternata</i> Müll. Arg.	G	Sp	-	-	Finamente Reticulada	Muro incompleto	Nowicke e Takahashi, 2002

	-	Sg a P	-	-	Reticulada	-	Cardinal-McTeague, & Gillespie, 2016
<i>D. sylvatica</i> S. Moore	G	Sp	-	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto e sinuoso	Este estudo
<i>D. aff. tamifolia</i> Lam.	-	Sg a P	-	-	Reticulada	-	Cardinal-McTeague, & Gillespie, 2016
<i>D. tiliifolia</i> Lam.	G e Muito G	P	-	-	Reticulada	Muro incompleto, columelas parecem coalescer	Nowicke et al, 2002
	G	Sp	-	-	Per-Reticulate	Lúmens irregulares, muro simples incompleto	Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980
<i>D. triphylla</i> Lam.	G	P-E	Circ	C	Reticulada	Muro sinuoso	Corrêa <i>et al.</i> , 2010
	G	P-E	-	-	-	-	Silva, 2018
<i>D. variifolia</i> Müll. Arg.	G	P-E a P	Circ	C	Grosseiramente Reticulada	Lúmens irregulares, muro alto, pouco sinuoso e columelas coalescem	Este estudo
<i>D. violacea</i> Pax & K.Hoffm.	M e G	P-E a P	Triang	C	Reticulada	Lúmens irregulares, muro mais alto nos polos e no mesocolpo	Este estudo

Legenda: M = Médio (25-50µm), G = Grande (50-100µm), Muito G = Muito Grande (100-200µm); P-E – Prolato-esferoidal; P - Prolato, O-E – Oblato-Esferoidal, Sg - Subgloboso, Sp - Subprolato; C. - Curto, L. - Longo, M. - Médio; Circ. - Circular, Triang. - Triangular.

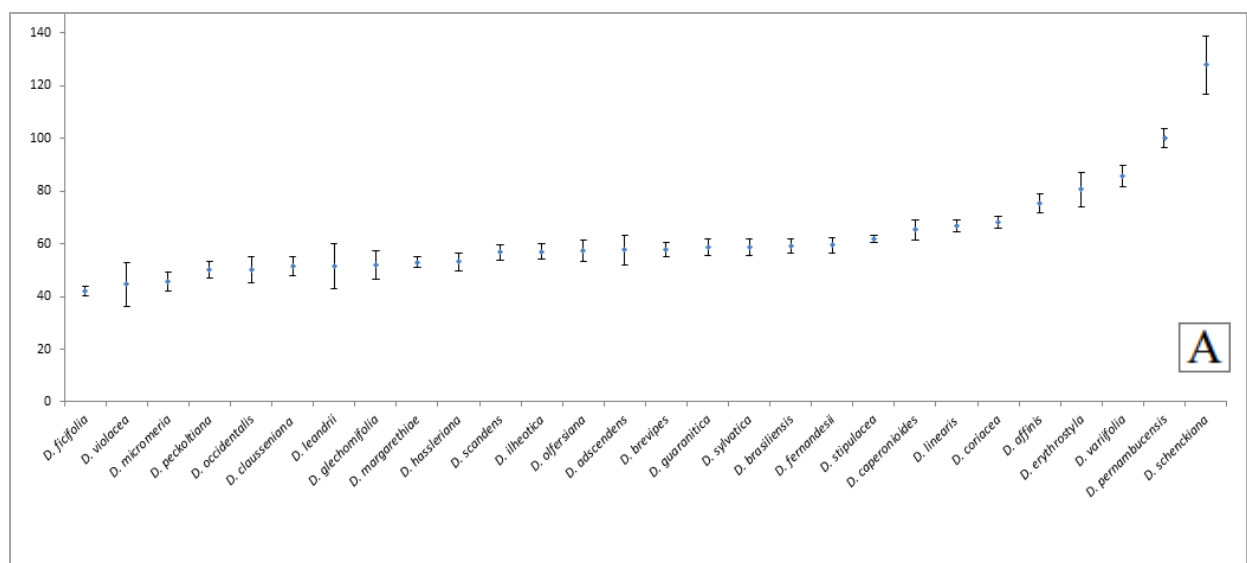
Tabela 3. Dados morfométricos dos grãos de pólen de *Dalechampia*

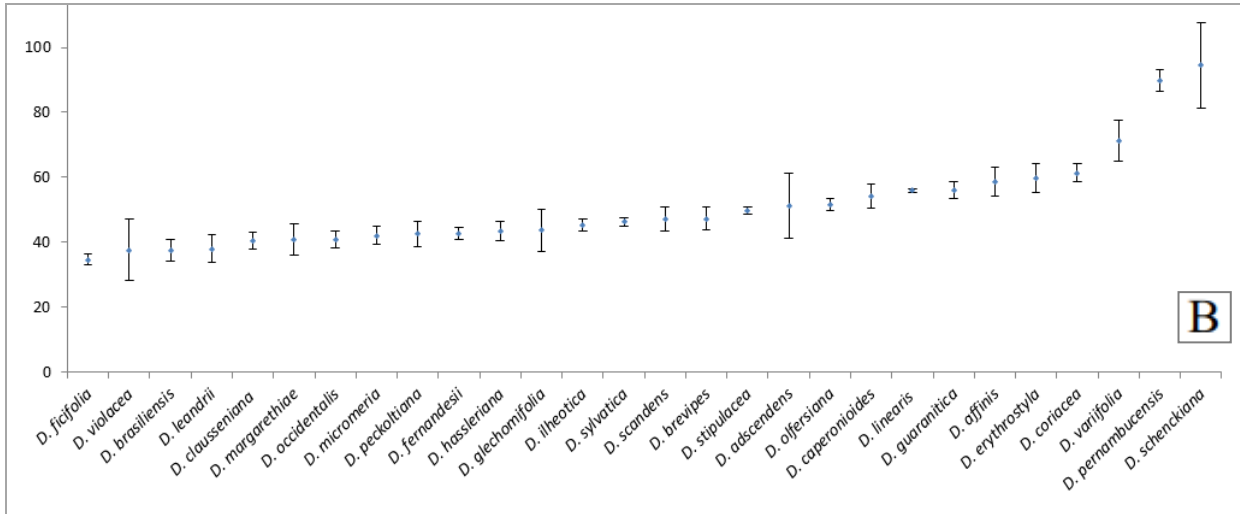
Espécies	Eixo Polar		Eixo Equatorial		P/E	Colpo	Sex	Nex
	X ± S	FV	X ± S	FV				
<i>D. adscendens</i>	57,6±5,47	52,5-62,62	51,1 ±10,1	41,68-60,43	1,16	26,85	3,75	1,85
<i>D. affinis</i>	75,3±3,56	73,78-76,72	58,5 ±4,48	56,65-60,34	1,29	31,7	3,6	1,41
<i>D. brasiliensis</i>	59,24±2,81	55,75-62,72	37,58±3,41	33,35-41,81	1,58	34,28	2,78	0,63
<i>D. brevipes</i>	57,7±2,61	56,66-58,82	47,2 ±3,48	45,74-48,61	1,23	18,67	2,03	1,09
<i>D. caperonioides</i>	65,4±3,82	63,84-66,99	54,2 ±3,79	52,59-55,71	1,21	26,24	4,99	1,25
<i>D. clauseniana</i>	51,5±3,62	34,62-68,45	40,5±2,57	24,9-56,11	1,3	23,88	2,83	0,83
<i>D. coriacea</i>	68,4±2,12	67,52-69,27	61,37 ±2,88	60,18-62,56	1,12	14,01	1,88	0,66
<i>D. erythrostyla</i>	80,6±6,62	77,89-83,36	59,7 ±4,57	57,79-61,56	1,35	35,48	2,79	0,96
<i>D. fernandesii</i>	59,48±2,87	57,08-61,87	42,64±1,92	41,04-44,24	1,40	25,98	3,01	1,12
<i>D. ficifolia</i>	42,2±1,87	41,48-43,02	34,6 ±1,77	33,83-35,3	1,22	23,56	2,31	1,02
<i>D. glechomifolia</i>	51,9±5,44	45,12-58,63	43,7±6,54	35,55-51,81	1,2	25,08	2,07	1,4
<i>D. guaranítica</i>	58,7±3,1	42,39-74,93	56,1±2,5	40,61-71,65	1,05	25,23	3,25	1,24
<i>D. hassleriana</i>	53,18±3,38	48,99-57,37	43,47±3,00	39,74-47,2	1,23	18,96	2,41	0,58

<i>D. ilheotica</i>	57,05±2,8	54,90-59,20	45,23±1,71	43,92-46,55	1,26	27,04	2,36	1,24
<i>D. leandrii</i>	51,6±8,55	45,02-58,17	37,9±4,32	33,37-42,45	1,36	22,6	2,69	0,96
<i>D. linearis</i>	66,8±2,4	62,08-65,52	55,88 ±0,62	55,43-56,32	1,15	27,67	3,12	0,9
<i>D. margarethiae</i>	53,01±1,94	48,18-57,83	40,8±4,8	28,87-52,74	1,31	27,16	1,77	0,73
<i>D. micromeria</i>	45,7±3,7	44,17-47,23	42,0 ± 2,73	40,92-43,17	1,09	14,75	1,72	0,57
<i>D. occidentalis</i>	50,1±4,97	42,2-58,01	40,99±2,6	36,86-45,12	1,22	24,49	1,77	0,67
<i>D. olfersiana</i>	57,24±4,00	50,86-63,61	50,57±1,85	47,63-53,51	1,13	18,34	2,31	1,09
<i>D. peckoltiana</i>	50,03±3,23	48,7-51,37	42,57 ±3,94	40,94-44,20	1,18	21,58	1,94	0,63
<i>D. pernambucensis</i>	100,16±3,74	96,23-104,08	89,8±3,26	86,38-93,22	1,12	44,12	4,56	1,2
<i>D. scandens</i>	56,68±3,03	55,43-57,93	46,97 ±3,75	45,43-48,52	1,21	21,62	3,09	1,38
<i>D. schenckiana</i>	127,8±10,98	114,19-141,47	94,6±13,18	78,28-111,01	1,36	52,78	4,74	1,58
<i>D. stipulacea</i>	61,8±1,47	58,12-65,43	49,7 ±1,09	46,99-52,43	1,24	17,07	3,16	0,7
<i>D. sylvatica</i>	58,72±3,09	53,8-63,64	46,27 ±1,39	44,06-48,48	1,27	28,75	2,96	1,03
<i>D. variifolia</i>	85,7±3,89	84,14-87,36	71,4 ±6,33	68,82-74,05	1,21	36,56	4,53	1,52
<i>D. violácea</i>	44,54±8,42	35,71-53,38	37,53±9,43	27,63-47,42	1,21	19,47	2,75	0,96

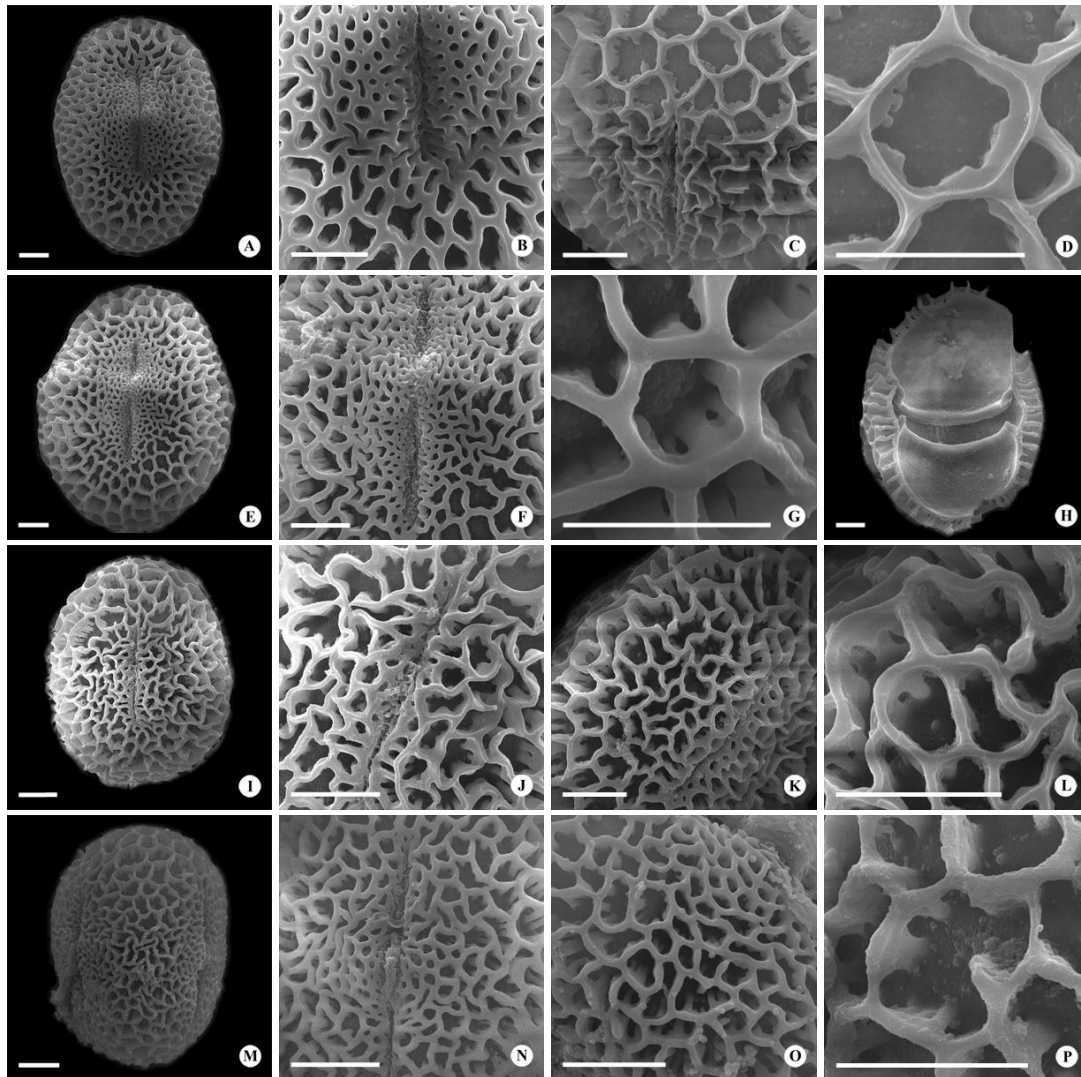
Medidas (μm) em vista equatorial dos grãos de pólen de *Dalechampia* L. X - média aritmética; S - desvio padrão da média; FV – faixa de variação; P/E - relação entre o eixo polar e o eixo equatorial

Figura 1. Faixa de variação do diâmetro de grãos de pólen (vista equatorial) de espécies de *Dalechampia* (IC = 95%). A. Polar. B. Equatorial.





Legenda: Os limites superior e inferior representam a faixa de variação com intervalo de confiança (95%), os pontos medianos representam a média aritmética. Os valores são dados em µm.



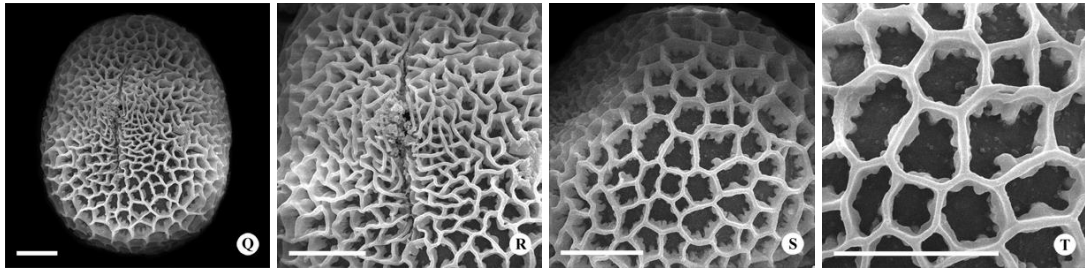


Figura 2. A-D: *D. affinis*; A. Vista equatorial; B. Abertura; C. Retículo; D. Detalhe do retículo; E-H: *D. variifolia*; E. Vista equatorial; F. Abertura; G. Detalhe do retículo; H. Detalhe do endocíngulo; I-L: *D. caperonioides*; I. Vista equatorial; J. Abertura; K. Retículo; L. Detalhe do retículo; M-P: *D. linearis*; M. Vista equatorial; N. Abertura; O. Retículo; P. Detalhe do retículo; Q-T: *D. micromeria*; Q. Vista equatorial; R. Abertura; S. Retículo; T. Detalhe do retículo.

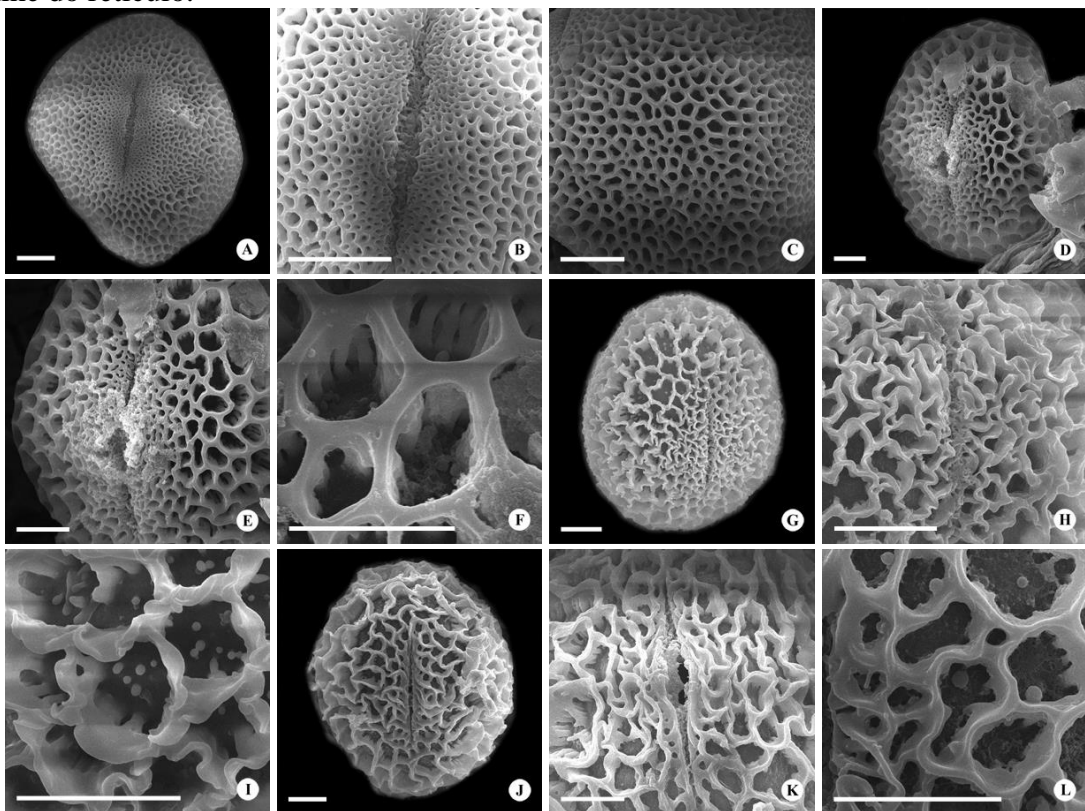


Figura 3. A-C: *D. peckoltiana*; A. Vista equatorial; B. Abertura; C. Retículo; D-F: *D. fernandesii*; D. Vista equatorial; E. Abertura; F. Detalhe do Retículo; G-I: *D. coriacea*; G. Vista equatorial; H. Abertura; I. Detalhe do Retículo (báculos); J-L: *D. stipulacea*; J. Vista equatorial; K. Abertura; L. Detalhe do Retículo. (Escala = 10 μ m)

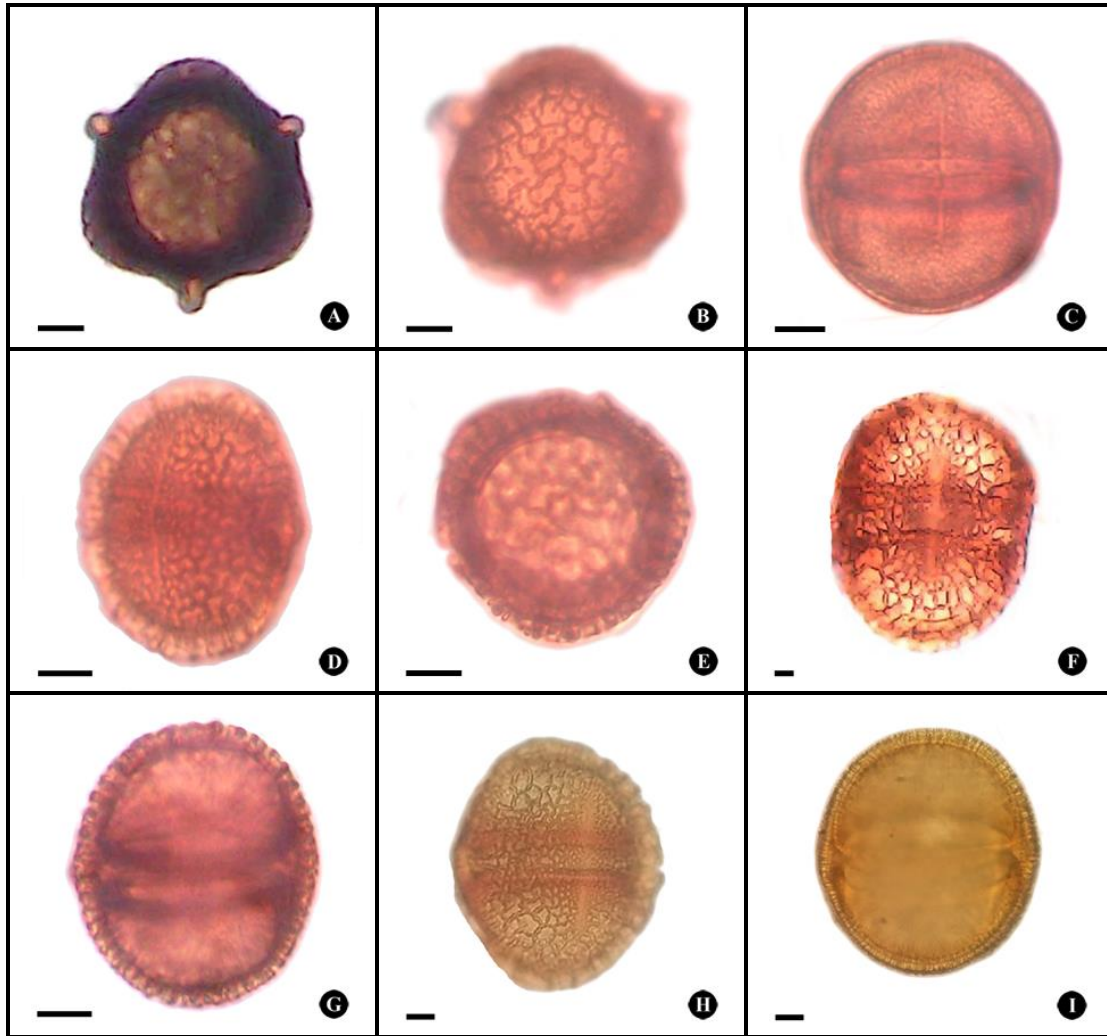


Figura 4. A-B: *D. leandrii*; A. Vista polar; B. Detalhe retículo; C.: *D. margarethiae*; C. Vista equatorial; D-E: *D. glechomifolia*; D. Vista equatorial; E. Vista polar; F.: *D. schenckiana*; F. Vista equatorial; G.: *D. clauseniana*; G. Vista equatorial; H-I: *D. variifolia*; H.: Vista equatorial; I. Detalhe do contorno meridional em vista equatorial. (Escala = 10 μm)

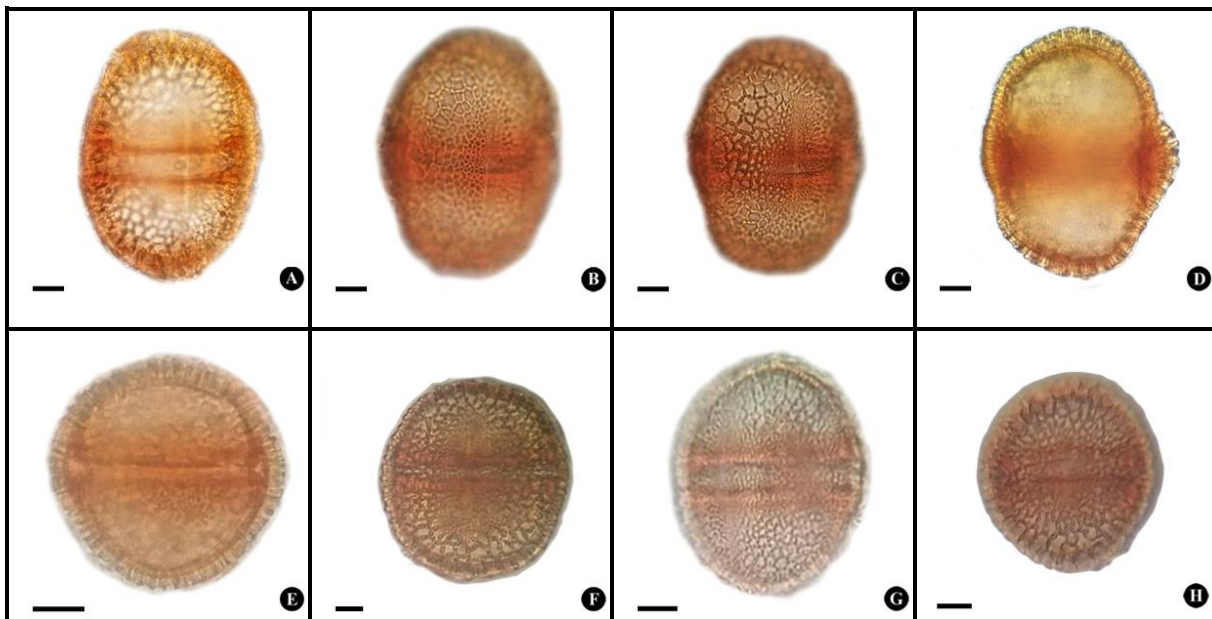


Figura 5. A-D: *D. erythrostyle*; **A.** Vista equatorial; **B.** Detalhe retículo; **C.:** Abertura; **D.:** Contorno meridional em vista equatorial; **E.:** *D. micromeria*; **E.** Vista equatorial; **F.:** *D. affinis*; **F.** Vista equatorial; **G.** *D. brasiliensis*; **G.** Vista equatorial; **H.** *D. brevipes*; **H.** Vista equatorial. (Escala = 10 µm)

4. Discussão

A análise da distribuição das características palinomorfológicas das espécies de *Dalechampia* mostrou que devido a grande uniformidade da maioria dos caracteres e pela sobreposição destes nas diferentes seções, a morfologia polínica não é útil para distinção dos grupos infragenéricos propostos por Webster & Armbruster (1991). Alguns atributos exclusivos (grãos de pólen tetra ou pentacolporados, exina punctado-perfurada) de uma espécie, podem ser autapomorfias e estes ajudam a identificar estes táxons, enquanto atributos relacionados a poucas espécies (pólen de tamanhos médios e muito grandes, colpos longos, forma oblato-esferoidal, maior alargamento das bandas na região do cólporo, entre outras), aparecem frequentemente em espécies não taxonomicamente relacionadas (sensu classificação de Webster & Armbruster, 1991).

O trabalho de Pereira-Silva (2019) sobre filogenética e biogeografia de *Dalechampia* abrangendo 42 espécies do velho e do novo mundo, infere que a sobreposição dos atributos nos caracteres das seções e subseções sugere que a classificação de Webster & Armbruster (1991) não é natural e comenta que mais estudos devem ser realizados para propor uma nova classificação para o gênero.

Até o momento, as espécies de *Dalechampia* (Bulalacao & Van Der Ham, 2003; Cardinal-McTeague & Gillespie, 2016; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Fernández-González & Lobreau-Callen, 1996; Gillespie, 1994; Nowicke *et al.*, 1998; Nowicke *et al.*, 1999; Nowicke & Takahashi, 2002; Perveen & Qaiser, 2005; Punt, 1962; Souza *et al.*, 2017; Takahashi *et al.*, 2000; Webster & Webster, 1972), incluindo as descritas aqui, apresentam-se como tricolporadas, com excessão de *D. capensis* (espécie endêmica da África) que possui grãos de pólen tetracolporados ou pentacolporados (Nowicke & Takahashi, 2002). É provável que esta característica de *D. capensis* seja uma autapomorfia.

A ornamentação da exina reticulado-heterobrocada foi verificada em todas as espécies aqui analisadas e também na maioria das descritas na literatura (Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke e Takahashi, 2002; Perveen & Quaiser, 2005; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017), exceto em *D. clematidifolia* que apresentou exina punctada-perfurada, de acordo com Nowicke & Takahashi (2002). Essa

característica pode ser autapomórfica visto que só foi mencionada para essa espécie endêmica de Madagascar.

Todas as espécies de *Dalechampia* apresentaram como característica marcante e evidente ao microscópio óptico, a abertura endocingulada proeminente com costas espessas nas duas bandas equatoriais, corroborando com o que foi observado em diversos estudos (Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke *et al.*, 1998; Nowicke *et al.*, 1999; Nowicke & Takahashi, 2002; Perveen & Qaiser, 2005; Punt, 1962; Souza *et al.*, 2017). A origem dessas bandas ainda não foi esclarecida (Nowicke & Takahashi, 2002).

As espécies estudadas apresentaram grãos de pólen variando de médio a muito grande, sendo a maioria destas com grãos de pólen grandes, o que está de acordo com o constatado na literatura (Punt, 1962; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke e Takahashi, 2002; Perveen & Quaiser, 2005; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017; Silva, 2018). O tamanho médio e muito grande são condições pouco mencionadas em *Dalechampia*. Grãos de pólen médios haviam sido descritos apenas para *D. brevipes* por Nowicke & Takahashi (2002), *D. ficifolia* por Cruz-Barros *et al.* (2006), *D. glechomifolia* por Silva (2018) e *D. stenosepala* por Nowicke & Takahashi (2002) (Tabela 2). Punt (1962) registrou grãos de pólen muito grandes em *D. affinis*, *D. dioscoreifolia* e *D. scandens* (Tabela 2) e Nowicke e Takahashi (2002) em *D. tiliifolia*. No presente estudo, foi observada a variação de tamanho em nove espécies, que podem ter grãos de pólen médios e grandes ou grãos de pólen grandes e muito grandes. Essa variação de tamanho numa mesma espécie havia sido registrada para *D. brevipes*, *D. stenosepala*, *D. tiliifolia* (Nowicke e Takahashi, 2002) e *D. ficifolia* (Cruz-Barros *et al.*, 2006).

A literatura (Punt, 1962; Diaz Zavaleta & Palacios-Chavez, 1980; Nowicke e Takahashi, 2002; Perveen & Quaiser, 2005; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Cardinal-McTeague, & Gillespie, 2016; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017; Silva, 2018) menciona as mesmas formas do pólen encontradas no presente estudo (Tabela 2). As formas prolato-esferoidal e subprolata são mais comumente encontradas. A maioria dos grãos de pólen de *Dalechampia* possui a proporção P/E variando de 1,01 a 2 μm estando, portanto, na escala prolato. Porém, em algumas espécies também são observados grãos de pólen oblato-esferoidais, como foi verificado no presente estudo em *D. adscendens*, *D. guaranitica* e *D. micromeria* e também em *D. micromeria* por Ybert *et al.*, (2017), *D. scandens* por Punt (1962), *D. spathulata* por Punt (1962).

Poucos estudos (Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017) trazem informações sobre o âmbito do pólen de *Dalechampia* e apenas

para seis espécies. De um modo geral, esses autores relatam também âmbito circular e triangular como no presente estudo, além do subcircular em *D. brasiliensis*, *D. peckoltiana* e *D. purpurata* (Tabela 2). Não foram verificados mais de um âmbito entre as espécies analisadas, porém é possível que exista essa variação, uma vez que há certa divergência entre o âmbito de algumas espécies observado aqui e na literatura. Em geral, estas diferenças representam pouca variação, como entre circular e subcircular vistos em *D. brasiliensis* e *D. peckoltiana* (Tabela 2). Entretanto, para *D. ficifolia* foram observados aqui grãos de pólen triangulares, o que corrobora Ybert *et al.* (2017), mas discorda de Cruz-Barros *et al.* (2006), que verificou pólen circular para a mesma espécie. Este caráter é de difícil observação para este gênero e necessita de técnica específica que requer uma quantidade maior de material polínico disponível.

O comprimento do colpo é mencionado por poucos autores (Nowicke e Takahashi, 2002; Cruz-Barros *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2017; Ybert *et al.*, 2017;). A maioria das espécies analisadas apresentou colpos curtos, exceto *D. ficifolia* e *D. margarethiae*, com colpos longos. Ybert *et al.* (2017) mencionaram que *D. brasiliensis* e *D. ficifolia* têm colpos de tamanho médio, diferentemente do que foi encontrado aqui; colpos curtos para *D. brasiliensis* e longos para *D. ficifolia*. O alargamento entre as bandas do endocíngulo na proximidade do cólporo encontrado em quatro espécies aqui, foi também observado em outras três espécies (*D. heteromorpha*, *D. clematidifolia* e *D. cissifolia*) por Nowicke & Takahashi (2002). Dessa forma, é a primeira vez que essa característica é observada em *D. ficifolia*, *D. brasiliensis*, *D. brevipes* e *D. peckoltiana*.

Nas espécies observadas em MEV foi possível verificar que a ornamentação da exina mostrou-se grosseiramente reticulada (muros visivelmente com maior espessura) em *D. affinis* (Fig. 2A), *D. peckoltiana* (Fig. 3C), *D. variifolia* (Fig. 2E) e *D. fernandesii* (Fig. 3D), e finamente reticulada (muros visivelmente com menor espessura) em *D. coriacea* (Fig. 3G), *D. stipulacea* (Fig. 3J), *D. caperonioides* (Fig. 2I) e *D. micromeria* (Fig. 2Q). Nessas mesmas espécies, os tetos variaram de muito sinuosos (*D. caperonioides* Fig. 2L, *D. micromeria* Fig. 2P, *D. coriacea* Fig. 3H e *D. stipulacea* Fig. 3K) a pouco sinuosos (*D. affinis* Fig. 2C, *D. variifolia* Fig. 2F, *D. linearis* Fig. 2O, *D. peckoltiana* Fig. 3C e *D. fernandesii* Fig. 3E). Visivelmente é possível verificar que *D. peckoltiana* tem os lúmens menores do que todas as demais espécies observadas, embora ainda seja claramente heterobrocada.

Báculos nos lúmens foram também registrados por Souza *et al.*, (2017) em *D. purpurata*. Enquanto, grânulos nos muros e lúmens de *D. micromeria*, *D. caperonioides* e *D. stipulacea*, é aqui relatada pela primeira vez para o gênero. Columelas coalescentes foram

observadas em três espécies nesse trabalho (Tabela 2), e também por Nowicke & Takahashi (2002) em *D. tiliifolia*.

A presença de fastígio em todas as espécies aqui estudadas mostra que essa característica deve ser comum a todo o gênero, mas anteriormente só havia sido relatada por Souza *et al.*, (2017) para três espécies (*D. alemii*, *D. peckoltiana* e *D. purpurata*).

Ainda que haja grande dificuldade em utilizar os caracteres morfológicos do pólen de *Dalechampia* para distinguir espécies, os dados apresentados nesse estudo podem auxiliar na distinção de alguns táxons. Por exemplo, de acordo com Silva (2018), *D. glechomifolia* e *D. guaranitica* são de difícil diferenciação macromorfológica (ambas pertencentes à *D. sect. Dalechampia* subsect. *Humiles*). Entretanto, o âmbito dos grãos de pólen as diferencia, sendo triangular em *D. glechomifolia*, e circular em *D. guaranitica*. O mesmo ocorre com duas espécies de *D. sect. Dioscoreifoliae*, taxonomicamente relacionadas (Silva, 2018), que também se distinguem pelo âmbito, circular em *D. erythrostyla* e triangular em *D. violacea*.

A subseção *Convolvuloides* apresenta espécies exclusivamente trepadeiras, com folhas simples e inteiras, brácteas inteiras a 3-lobadas e coluna estilar pouco dilatada no ápice (Webster e Armbruster, 1991). As duas espécies desta subseção que foram analisadas aqui têm grande semelhança na morfologia foliar e são diferenciadas especialmente pelas sépalas pistiladas (Silva, 2018). Os grãos de pólen também podem separá-las, *D. leandrii* tem colpos curtos, enquanto *D. schenckiana* colpos longos.

A uniformidade das características morfológicas do pólen de *Dalechampia* encontradas aqui reforça a ideia de que o tipo polínico do gênero é peculiar e facilmente distinguível dos demais gêneros de Plukenetieae, assim como mencionado por Nowicke & Takahashi (2002) e justifica o seu posicionamento na subtribo monogénica, Dalechampiinae.

5. Conclusões

Os caracteres do pólen analisados não dão suporte ao arranjo infragenérico de Webster & Armbruster (1991). Diversos atributos (pólen de tamanhos médios e muito grandes, colpos longos, forma oblato-esferoidal, maior alargamento das bandas na região do cólporo, entre outras) aparecem sobrepostos em espécies não relacionadas na classificação proposta por esses autores.

Mesmo considerando uma grande uniformidade morfológica e sobreposição nos caracteres, o pólen pode auxiliar na distinção de algumas espécies. Alguns atributos raros (grãos de pólen tetra ou pentacolporados, exina punctado-perfurada) para o gênero ajudam a

diferenciá-las. Assim como alguns atributos diferentes (por ex. âmbito triangular vs. circular) em espécies macrotaxonomicamente relacionadas as distingue.

Referências

- Armbruster, W. S. 1994. Early evolution of *Dalechampia* (Euphorbiaceae): Insights from phylogeny, biogeography, and comparative ecology. *Annals of Missouri Botanical Garden* 81: 302–316.
- Armbruster, W.S., 1996. Cladistic Analysis and Revision of *Dalechampia* Sections *Rhopalostylis* and *Brevicolumnae* (Euphorbiaceae). *Systematic Botany*, v. 21, n. 2, p. 209-235.
- Armbruster, W.S., Herzig, A.L., Clausen, T.P., 1992. Pollination of two sympatric species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae) in Suriname by male euglossine bees. *Am.J. Bot.*, 79: 1374-1381.
- Armbruster, W.S., Keller, C.S., Matsuki, M., Clausen, T.P., 1989. Pollination of *Dalechampia magnoliifolia* (Euphorbiaceae) by male euglossine bees (Apidae: Euglossini). *Am. J. Bot.*, 76: 1279-1285.
- Armbruster, W.S., Lee, J., Baldwin, B.G., 2009. Macroevolutionary patterns of defense and pollination in *Dalechampia* vines: Adaptation, exaptation, and evolutionary novelty. *PNAS* 106(43): 18085-18090.
- Armbruster, W.S., Lee, J., Edwards, M.E., Baldwin, B.G., 2012. Floral paedomorphy leads to secondary specialization in pollination of Madagascar *Dalechampia* (Euphorbiaceae). *Evolution*, v. 67 n. 4, p. 1196–1203.
- Baillon, H., 1858. Étude générale du groupe Euphorbiacées, Librairie de Victor Masson, 698 p.
- Baillon, H., 1865. Recueil d'observations botaniques/redigé par le Dr. H. Baillon. *Adansonia*, v. 1, p. 309-317.
- Barth, O.M.; Melhem, T.S. Glossário ilustrado de palinologia. Campinas: Editora da UNICAMP, 1988.
- Blackmore, S., Barnes, S.H., 1984. Harmomegathic mechanisms in pollen grains. In: Blackmore S, Ferguson IK, editors. *Pollen and spores: Form and function*. London, UK: Academic Press; p. 137–149.
- Buchmann, S. L. & J. P. Hurley. 1978. A biophysical model for buzz pollination in angiosperms. *J. Theor. Biol.* 72: 639–657.

- Bulalacao, L.J., Van Der Ham, R.W.J.M., 2003. Pollen of Southeast Asian *Alchornea* (Euphorbiaceae), with an overview of the pollen fossil record. *Blumea* 48: 515-522
- Cardinal-McTeague, W.M., Gillespie, L.J., 2016. Molecular Phylogeny and Pollen Evolution of Euphorbiaceae Tribe Plukenetieae. *Systematic Botany*, 41(2): pp. 329-347.
- Cruz-Barros, M.A., Corrêa A.M.S., Makino-Watanabe, H., 2006. Estudo polínico das espécies de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 145-162.
- Erdtman, G., 1952. Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms. Stockholm: Almqvist and Wiksell.
- Erdtman, G., 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 54: 561-564.
- Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 25 Maio 2019
- Fægri, K., Iversen, J., 1975. Textbook of pollen analysis. 3 ed. Munksgaard, Copenhagen. 295p.
- Fernandez-Gonzalez, D., Lobreau-Callen, D., 1996. Le pollen de la tribu des Acalypheae (Acalyphoideae, Euphorbiaceae). *Grana* 35, 266-284.
- Furness, C. A. 2013. Evolution of pollen and tapetal characters in Ochnaceae (Malpighiales). *Int. J. Pl. Sci.* 174: 1134-1152.
- Gillespie, L.J., 1994. Pollen morphology and phylogeny of the tribe Plukenetieae (Euphorbiaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 317-348.
- Harder, L.D., 1998. Pollen-size comparisons among animal-pollinated angiosperms with different pollination characteristics. *Biological Journal of the Linnean Society*. 64(4):513-525. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1998.tb00347.x>
- Hutchinson, J., 1969. Tribalism in the family Euphorbiaceae. *Am. J. Bot.* 56, 738-758.
- Knight, C.A., Clancy, R.B., Goetzenberger, L., Dann, L., Beaulieu, J.M., 2010. On the relationship between pollen size and genome size. *Journal of Botany*. 2010:1-7.
- Kriebel, R., Khabbazian, M., Sytsma, K.J., 2017. A continuous morphological approach to study the evolution of pollen in a phylogenetic context: An example with the order Myrtales. *PLoS ONE* 12(12):e0187228. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187228>
- Kubitzki, K. & M. C. E. Amaral. 1991. Transference of function in the pollination system of

- the Ochnaceae. *Pl. Syst. Evol.* 177: 77–80.
- Linnaeus, C. , 1753. *Exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digestas. Species plantarum*, v. 2, 1054 p.
- Maya-L, C. A., Secco, R., 2013. *Dalechampia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17549>> Acesso em: 24 de maio de 2019.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanbe, H., Silvestre Capelato, M.S.F., Esteves, V.L.G., 2003. Variabilidade Polínica em Plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16:15-104.
- Melhem, T.S., Matos, M.E.R., 1972. Variabilidade de forma nos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth. *Labiatae. Hoehnea* 2:1-10.
- Mendes J.C.R., 2018. *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae) na Amazônia brasileira. Masters dissertation. Universidade Federal Rural da Amazônia e Museu Paraense Emílio Goeldi, 129 p.
- Michaelis, P., 1924. Bliiten morphologische Untersuchungen an den Euphorbiaceen. *Bot. Abh.* 3: 1-150.
- Müller, J., 1866. Euphorbiaceae. In: DE CANDOLLE, A. P. (ed) *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis*, v. 15, n. 2, p. 189-1273.
- Müller, J.A., 1873. Família Euphorbiaceae. Classificação segundo a Flora Brasiliensis. *Flora Brasiliensis*, v. 11, p. 633-664.
- Nowicke, J.W., Takahashi, M., Webster, G.L., 1998. Pollen morphology and exine structure of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). Part 1. Tribes Clutieae (Clutia), Pogonophoreae (Pogonophora), Chaetocarpeae (Chaetocarpus, Trigono pleura), Pereae (Pera), Cheiloseae (Cheilosa, Neoscortechinia), Dicoelieae (Dicoelia), Galearieae (Galearia, Microdesmis, Panda) and Ampereae (Amperea, Monotaxis). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 102, 115-152.
- Nowicke, J.W., Takahashi, M., Webster, G.L., 1999. Pollen morphology and exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae). Part 2. Tribes Agrostistachydeae (Agrostistachys, Pseudagrostistachys, Cyttaranthus, Chondrostylis), Chrozophoreae (Speranskia, Caperonia, Philyra, Ditaxis, Argythamnia, Chiropetalum, Doryxylon, Sumbaviopsis, Thyrsanthera, Melanolepis, Chrozophora), Caryodendreae (Caryodendron, Discoglyprena, Alchorneopsis),

- Bernardieae (Bernardia, Necepsia, Paranecepsia, Discocleidion, Adenophaedra), Pycnocomae (Pycnocomia, Droceloncia, Argomuelleria, Blumeodendron, Podadenia, Ptychopyxis, Botryophora). Rev. Palaeobot. Palynol. 105, 1-62.
- Nowicke, J.W., Takahashi, M., 2002. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), Part 4 Tribes Acalypheae pro parte (*Erythrocoeca*, *Claoxylon*, *Claoxylopsis*, *Mareya*, *Mareyopsis*, *Discoclaoxylon*, *Micrococca*, *Amyrea*, *Lobanilia*, *Mallotus*, *Deuteromallotus*, *Cordemoya*, *Cococeras*, *Trewia*, *Neotrewia*, *Rockinghamia*, *Octospermum*, *Acalypha*, *Lasiococca*, *Spathiostemon*, *Homonoia*), Plukenetieae (*Haematostemon*, *Astrococcus*, *Angostyles*, *Romanoa*, *Eleutherostigma*, *Plukenetia*, *Vigia*, *Cnesmone*, *Megistostigma*, *Sphaerostylis*, *Tragiella*, *Platygyne*, *Tragia*, *Acidoton*, *Pachystylidium*, *Dalechampia*), Omphaleae (*Omphalea*), and discussion and summary of the complete subfamily. Review of Palaeobotany and Palynology 121, 231-336.
- Pax, F., Hoffmann, K., 1919. Euphorbiaceae-Dalechampiae. In: Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus (A. Engler, ed.), Leipzig, 147 (helf 12): 1-59.
- Pax, F., Hoffmann, K., 1924. Euphorbiaceae – Crotonoideae – Acalypheae - Acalyphinae. In: Engler, Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus (A. Engler, ed.), Leipzig, 147 (helf 85) IV, 191-193.
- Pereira-Silva, R.A., 2019. Filogenia e taxonomia de *Dalechampia* com ênfase em *Dalechampia* sect. *Dalechampia*, Euphorbiaceae. Tese. Universidade Federal Rural de Pernambuco 335 f.: il.
- Perveen, A., Qaiser, M., 2005. Pollen Flora of Pakistan -XIV. Rutaceae. Pakistan Journal of Botany, Paquistão, v. 37, n.3, p. 495-501.
- Plumier, P. C., 1703. Nova Plantarum Americanarum Genera, p.1-186 p.
- Punt, W., 1962. Pollen morphology of the Euphorbiaceae with special reference to taxonomy. Wentia, 7: 1 116.
- Punt, W, Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilson, S., Le, Thomas A., 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Rev Palaeobot Palynol 143:1–81.
- Salgado-Labouriau, M.L., Vanzolini, P.E., Melhem, T.S., 1965. Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of *Cassia*. Grana 6:166-176.
- Salgado-Labouriau, M.L., 1973. Contribuição à palinologia dos cerrados. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências. 154-158.
- Souza, L.A., Silva, A.C., Moscheta, I.S., 2010. Morphology and anatomy of flowers of

- Dalechampia stipulacea* müll.arg. (Euphorbiaceae). *Acta Botanica Venezuelica*, v. 33, n. 1, p. 103-117.
- Souza, L.R., Carneiro-Torres, D.S., Saba, M.D., Santos, F.A.R., 2017. Pollen morphology of the Acalyphoideae and Euphorbioideae (Euphorbiaceae) of the Caatinga ecoregion in Brazil. *Plant Systematics and Evolution*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317598919>. Acessado em 24 de Maio de 2019.
- Takahashi, M., Nowicke, J.W., Webster, G.L., Orli, S.S., Yankowski, S., 2000. Pollen morphology, exine structure and systematics of Acalyphoideae (Euphorbiaceae), Part 3. Tribes Epiprinae (*Epiprinus*, *Symphyllia*, *Adenochlaena*, *Cleidiocarpon*, *Koilodepas*, *Cladogynous*, *Cephalocrotonopsis*, *Cephalocroton*, *Cephalomappa*), *Adelieae* (*Adelia*, *Crotonogynopsis*, *Enriquebeltrania*, *Lasiocroton*, *Leucocroton*), Alchorneae (*Orçlea*, *Alchornea*, *Coelebogyne*, *Aparisthmium*, *Bocquillonia*, *Conceveiba*, *Gavarretia*), Acalypheae pro parte (*Ricinus*, *Adriana*, *Mercurialis*, *Leidesia*, *Dysopsis*, *Wetria*, *Cleidion*, *Sampantaea*, *Macaranga*). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 110, 1-66.
- Tao, Z.-B., Wortley, A. H., Lu, L., Li, D.-Z., Wang, H., & Blackmore, S. (2018). *Evolution of Angiosperm Pollen. 6. The Celastrales, Oxalidales, and Malpighiales (Com) Clade and Zygothylales*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 103(3), 393-442. doi:10.3417/2018074
- Torres, C., 2000. Pollen size evolution: correlation between pollen volume and pistil length in Asteraceae. *Sexual Plant Reproduction*. 12(6):365–370. <https://doi.org/10.1007/s004970000030>
- Venkata Rao, C., 1971. Anatomy of the inflorescence of some Euphorbiaceae. With a discussion on the phylogeny and evolution of the inflorescence, including the cyathium. *Bot Notiser* 124: 39-64.
- Webster, G.L., Armbruster, W.S., 1991. A synopsis of the neotropical species of *Dalechampia* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 105, p. 137-177.
- Webster, G.L., Webster, B.D., 1972. The morphology and relationships of *Dalechampia scandens* (Euphorbiaceae). *American Journal of Botany* 59: 573–586.
- Webster, G.L., 1994. Synopsis of the genera and suprageneric taxa of Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 81: 33-144.
- Webster, G.L., 1975. Conspectus of a new classification of the Euphorbiaceae. *Taxon*. 24:

593 601.

Whitten, W.M., Young, A., Williams, N., 1989. Function of glandular secretions in fragrance collection by male euglossine bees (Apidae: Euglossini). *1. Chem. Ecol.*, 15: 1285-1295.

Wodehouse, R.P., 1935. Pollen grains. McGraw-Hill, New York.

Ybert, J.P., 1975. Observation du pollen de *Manihot* sp. (Euphorbiaceae) au microscope électronique à balayage. *Bulletin, Société Botanique de France*, 122, Colloque Palynologie 131–133.

5- Considerações finais

A morfologia polínica observada não dá suporte à classificação proposta por Webster & Armbruster (1991). Diversos atributos (pólen de tamanhos médios e muito grandes, colpos longos, forma oblato-esferoidal, maior alargamento das bandas na região do cólporo, entre outras) aparecem sobrepostos em espécies não relacionadas na classificação proposta por esses autores.

Mesmo considerando uma grande uniformidade morfológica e sobreposição nos caracteres, o pólen pode auxiliar na distinção de algumas espécies. Alguns atributos raros (grãos de pólen tetra ou pentacolporados, exina punctado-perfurada) para o gênero ajudam a diferenciá-las. Assim como alguns atributos diferentes (por ex. âmbito triangular vs. circular) em espécies macrotaxonomicamente relacionadas as distingue.

Declaração sobre plágio

Eu, Keyla Patrícia dos Santos Silva, autora da dissertação intitulada “Morfologia polínica de *Dalechampia* L. (Euphorbiaceae)”, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco, declaro que:

- O trabalho de pesquisa apresentada nesta dissertação, exceto onde especificado, representa uma pesquisa original desenvolvida por mim;
- Esta dissertação não contém material escrito ou dados de terceiros, de qualquer fonte bibliográfica, a menos que devidamente citada e referenciada no item “Referências Bibliográficas”.

Serra Talhada, 20 de janeiro de 2020.

Keyla Patrícia dos Santos Silva