



UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro

PALINOLOGIA APLICADA À SISTEMÁTICA DE PRIMULACEAE S.L. NO BRASIL

Ana Carolina da Silva Fourny

2015



UFRJ

PALINOLOGIA APLICADA À SISTEMÁTICA DE PRIMULACEAE S.L NO  
BRASIL

Ana Carolina da Silva Fourny

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

Orientadores: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudia Barbieri Ferreira Mendonça

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vania Gonçalves Lourenço Esteves

Rio de Janeiro

Fevereiro 2015

PALINOLOGIA APLICADA À SISTEMÁTICA DE PRIMULACEAE S.L. NO BRASIL

Ana Carolina da Silva Fourny

Orientadores: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Claudia Barbieri Ferreira Mendonça

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vania Gonçalves Lourenço Esteves

Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

Aprovada por:

---

Presidente, Prof.

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

Rio de Janeiro

Fevereiro 2015

**DEDICATÓRIA**

---

À minha amada avó Iva,  
A mais bela borboleta que  
pousou no jardim da minha  
vida, dedico.

## AGRADECIMENTOS

---

*‘Aliás, sabemos que todas as coisas concorrem para o bem daqueles que amam a Deus’.*

**Rm 8,28**

Ao Autor da minha vida, Deus, por ter me guiado, fortalecido e por me presentear com pessoas tão especiais, que em muitos momentos me estenderam a mão durante esta longa caminhada. ‘Fundamental é mesmo o amor, é impossível ser feliz sozinho!’

À minha orientadora e amiga, Dr<sup>a</sup> Cláudia Barbieri Ferreira Mendonça, que sempre esteve ao meu lado me apoiando, ensinando, aconselhando e me ajudando a crescer profissionalmente. Muito obrigada!

À minha orientadora, D<sup>ra</sup> Vania Gonçalves Lourenço Esteves, por toda confiança em mim depositada, ensinamentos, carinho e amizade ao longo de todos estes anos, com você aprendi a dar os primeiros passos e continuo aprendendo a trilhar os caminhos da pesquisa. Você é para mim, um belo exemplo de ética profissional, competência e humildade, sou muito grata e feliz por ser sua ‘cria’. Neste momento gostaria de expressar os meus mais sinceros agradecimentos, obrigada!

À minha ‘Co-orientadora’ Dr<sup>a</sup> Tatiana Tavares Carrijo, pela valiosa sugestão do estudo elaborado, pela parceria indispensável e disponibilidade no esclarecimento de dúvidas e nas revisões ao longo da realização desta pesquisa.

Às professoras Dr<sup>a</sup> Bárbara de Sá Haiad e Maria de Fátima de Freitas, pela disponibilidade e gentileza demonstradas em alguns momentos deste percurso.

Ao professor Dr. Roberto Lourenço Esteves, pelo carinho, conselhos e principalmente, pelo incentivo demonstrado, muitas vezes, com testemunho de vida, que me fizeram prosseguir.

À Sônia Maria Ignácio Teixeira pelo carinho, disponibilidade e pelos momentos de alegria e descontração, indispensáveis, na hora do almoço. Suas gargalhadas tornaram a rotina no laboratório mais leve e agradável.

À Rita de Cássia Pincano pela disponibilidade e solicitude durante todos esses anos de convivência.

Ao Pedro César Teixeira pela amizade, companheirismo, pelo auxílio técnico indispensável durante a minha jornada científica. Especialmente pelas acetólises nos momentos de sufoco e pelo cafezinho reanimador todas as tardes.

Aos professores do Departamento de Botânica do Museu Nacional por todo ensinamento durante minha caminhada acadêmica.

Às técnicas Noêmia Rodrigues Gonçalves e Amanda Garcez da Veiga, dos laboratórios de Ultraestrutura Celular, do Instituto de Biofísica da Universidade do Rio de Janeiro (UFRJ) e do Centro de Microscopia Eletrônica de Varredura do Departamento de Invertebrados - Museu Nacional / UFRJ, respectivamente, pela boa vontade, paciência e disponibilidade na captura das imagens de microscopia eletrônica de varredura.

Aos alunos Mario Ivo e Dayane Jhulli pela ajuda prestada.

Aos amigos do laboratório de palinologia: Ana Carolina Mezzonato, Elysiane Marinho, Gabrielle Reboredo, Hian Carlos, Jéssica, Luiz 'Roberto', Mariana, Priscilla, Raquel Maria, Tatiane e Vanessa Rigethi, pelo companheirismo demonstrado nos momentos de aflição e pela amizade construída. Aos demais amigos cujos nomes prefiro não citar, para não ser injusta, obrigada pela força, carinho, compreensão e incentivo em diversos momentos. Bendito encontro da vida, amigos!

Aos tios e primos pelo carinho e compreensão, principalmente nos momentos de ausência, muito obrigada!

À minha amada avó Adelaide, por me proporcionar o primeiro contato e ensinamentos botânicos no jardim do quintal, pela bênção matinal concedida todos os dias antes de sair de casa e por cada oração diante dos desafios enfrentados, obrigada vózinha!

À minha amada avó Iva, o meu muito obrigada! Por ser parte da minha vida! Por ter sonhado junto comigo com essa conquista. Hoje minha intercessora no céu, lindo céu!

Ao meu jardim secreto, minha MÃE! Por ser meu refúgio, meu escape nos momentos de tensão e nervosismo, por seu amor incondicional, carinho, zelo, paciência e por cada silêncio concedido nos momentos de extremo estresse, Eu te amo! Muito obrigada!

Ao meu querido pai, por me ensinar a ‘pescar’, pelo exemplo de luta e perseverança diante dos objetivos, pelo incentivo, pelo amor silencioso e por todo suporte a mim concedido! Valeu mesmo, FOURNY!

À minha irmã Marcella, pelo companheirismo, boa vontade, paciência inesgotável e por suas ‘valiosas’ contribuições analíticas diante dos resultados obtidos! Obrigada, irmã!

Ao meu namorado e amigo Rafael Gama, por ser meu maior incentivador em todos os aspectos da minha vida, pelo encorajamento a seguir em frente e a sempre buscar crescer profissionalmente, pelo companheirismo, paciência, por todo carinho e amor! Muito obrigada por tudo!

Ao meu cunhado Felipi e primo Flávio, pela paciência e compreensão, especialmente, durante a fase final desta longa caminhada. Obrigada!

Enfim a todos que direta ou indiretamente contribuíram e torceram pela minha vitória. Muito obrigada a todos!

Fourny, Ana Carolina da Silva

F77p      Palinologia aplicada à sistemática de Primulaceae S.l. no Brasil/  
Ana Carolina da Silva Fourny - Rio de Janeiro, 2015  
208f

.  
Orientadora: Claudia Barbieri Ferreira Mendonça

Coorientadora: Vania Gonçalves-Esteves

Tese (Doutorado) – UFRJ/ Museu Nacional/ Programa de Pós-graduação  
em Botânica, 2015.

1. Primulaceae. 2. Palinologia. 3. Sistemática. 4. Brasil I. Mendonça,  
Cláudia Barbieri Ferreira, orient. II. Esteves, Vania Gonçalves Lourenço,  
coorient. III. Palinologia aplicada à sistemática de Primulaceae *S.l.* no Brasil.

Rio de Janeiro

Fevereiro 2015



## PALINOLOGIA APLICADA À SISTEMÁTICA DE PRIMULACEAE S.L. NO BRASIL

Ana Carolina da Silva Fourny

Orientadores: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Claudia Barbieri Ferreira MendonçaProf<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vania Gonçalves Lourenço Esteves

Resumo da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

O trabalho apresentado teve por objetivo a caracterização morfológica de espécies brasileiras subordinadas aos gêneros: *Ardisia* Sw., *Clavija* Ruiz & Pavon, *Cybianthus* Mart., *Geissanthus* Hook. f., *Myrsine* L. (= *Rapanea* Aubl.), *Samolus* L. e *Stylogyne* A.DC. de Primulaceae s.l. além de analisar os atributos polínicos descritos e avaliar o potencial dessa estrutura como marcador morfológico para sustentar ou diferenciar categorias taxômicas existentes, bem como, delimitar gêneros e espécies, fornecendo dados para o estudo sistemático da família. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e ilustrados sob microscopia de luz, as descrições realizadas com base em microscopia eletrônica de varredura foram realizadas com grãos de polens não acetolisados. Foram estudadas características polínicas como forma, tamanho, abertura e padrão de ornamentação da exina. Os resultados encontrados mostraram dificuldade na delimitação dos gêneros *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne* e dos subgêneros de *Cybianthus* uma vez que os referidos táxons compartilham caracteres. Embora haja dificuldade na delimitação dos subgêneros e espécies em *Cybianthus*, o gênero apresenta características polínicas marcantes que permitem separá-lo dos demais gêneros analisados. *Clavija*, *Myrsine* e *Samolus* apresentaram atributos palinológicos exclusivos, quando comparados aos demais gêneros estudados. Os sete gêneros estudados puderam ser separados em tipos polínicos diferentes de acordo com os atributos apresentados, demonstrando que Primulaceae é uma família euripolínica.

Palavras-chave: Primulaceae, palinologia, sistemática

Rio de Janeiro

Fevereiro 2015

## PALYNOLOGY APPLIED TO SYSTEMATIC OF PRIMULACEAE S.L. IN BRAZIL

Ana Carolina da Silva Fourny

Orientadores: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Claudia Barbieri Ferreira Mendonça

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vania Gonçalves Lourenço Esteves

Abstract da Tese de Doutorado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Botânica).

The work presented aimed to morphopalinological characterization of Brazilian species subordinated to the genus: *Ardisia* Sw., *Clavija* Ruiz & Pavon, *Cybianthus* Mart., *Geissanthus* Hook.f., *Myrsine* L. (= *Rapanea* Aubl.), *Samolus* L. and *Stylogyne* A.DC. of Primulaceae *s.l.* besides analyzing the attributes described pollen and evaluate the potential of this structure as morphological marker to support or differentiate existing taxonomic categories, as well as defining genera and species, providing data for family systematic study. The pollen grains were acetolysed, measured, described and illustrated using light microscopy, the descriptions made based on scanning electron microscopy were performed with pollen grains not acetolysed. Pollen characteristics were studied as shape, size, openness and pattern of ornamentation of the exine. The results showed difficulty in the designation of *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne* genres and subgenres of the *Cybianthus* since these taxa share characters. Although it is difficult to delineate subgenera and species *Cybianthus*, gender shows remarkable pollen features that allow separate it from other genres analyzed. *Clavija*, *Myrsine* and *Samolus* presented palynological unique attributes compared to the other two genera. The seven separate genres could be studied in different types of pollen grains according to the attributes presented, demonstrating that it is a euripolínica Primulaceae family.

Keywords: Primulaceae, palynology, systematic

Rio de Janeiro

Fevereiro 2015

<b>Estrutura da tese</b> .....	xvi
<b>Introdução Geral</b> .....	1
Referências Bibliográficas.....	11
<b>Capítulo 1:</b> Implicação da morfologia polínica à delimitação infragenérica e específica em <i>Cybianthus s.l.</i> (Myrsinoideae-Primulaceae) .....	17
Resumo.....	18
Abstract .....	19
1.Introdução .....	20
2.Material e Métodos.....	23
3.Resultados .....	27
4.Discussão e conclusão.....	32
5.Referências bibliográficas .....	38
<b>Capítulo 2:</b> Palinotaxonomia de espécies de <i>Myrsine</i> L. (Myrsinoideae-Primulaceae) .....	58
Resumo.....	59
Abstract .....	60
1.Introdução .....	60
2.Material e métodos .....	64
3.Resultados .....	67
4.Discussão e conclusão.....	73
5.Referências bibliográficas .....	77
<b>Capítulo 3:</b> Palinotaxonomia de espécies de <i>Ardisia</i> Sw. (Myrsinoideae-Primulaceae), ocorrentes no Brasil e sua aplicação na delimitação de gêneros afins. ....	93
Resumo.....	94
Abstract .....	95
1.Introdução.....	96
2.Material e Métodos.....	100
3.Resultados .....	104
4.Discussão e conclusão .....	109
5.Referências bibliográficas .....	113
<b>Capítulo 4:</b> Estudo polínico de representantes de Theophrastoideae (Primulaceae) ocorrentes no Brasil .....	128
Resumo.....	129
Abstract .....	130
1.Introdução .....	131
2.Material e Métodos.....	135
3.Resultados .....	138
4. Discussão e conclusão .....	143
6. Referências bibliográficas .....	148
Abordagem combinada dos resultados & Conclusões gerais .....	163

## LISTA DE TABELAS

---

Medidas (em $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10) endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies do gênero <i>Cybianthus</i> .....	41
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar dos grãos de pólen e abreviações das espécies de <i>Cybianthus</i> .....	44
Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA).....	47
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25), ectoabertura (n=10), forma e tamanho dos grãos de pólen das espécies do gênero <i>Myrsine</i> .....	80
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar e padrão de ornamentação dos grãos de pólen de espécies de <i>Myrsine</i> .....	82
Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA).....	84
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10) endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies dos gêneros <i>Ardisia</i> e <i>Geissanthus</i> .....	117
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar e padrão de ornamentação dos grãos de pólen de espécies de <i>Ardisia</i> e <i>Geissanthus</i> .....	118
Matriz de dados com caracteres quantitativos e qualitativos, com suas respectivas numerações, de espécies de <i>Ardisia</i> , <i>Geissanthus</i> e <i>Stylogyne</i> .....	119
Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA).....	120
Medidas (em $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10) endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies de Theophrastaceae .....	154

Medidas (em $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar dos grãos de pólen e abreviações das espécies de Theophrastoideae .....	155
Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA).....	156
Variância acumulativa e valores dos vetores da análise combinada de componente principal (PCA) utilizando caracteres quantitativos e qualitativos .....	170
Matriz de dados com caracteres quantitativos e qualitativos, com suas respectivas numerações, de espécies de Primulaceae .....	171

## LISTA DE FIGURAS

Árvore de parcimônia com base em dados moleculares.....	2
Árvore filogenética demonstrando a proximidade do gênero <i>Samolus</i> com os demais gêneros de Theophrastaceae e a transferência de gêneros entre Primulaceae e Myrsinaceae.....	4
Cladograma demonstrando a atual classificação da família Primulaceae <i>s.l.</i> , segundo AP WEB.....	5
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Cybianthus</i> pertencentes aos subgêneros <i>Conomorpha</i> e <i>Cybianthus</i> .....	48
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Cybianthus</i> pertencentes ao subgênero <i>Cybianthus</i> .....	49
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Cybianthus</i> pertencentes aos subgêneros <i>Laxiflorus</i> e <i>Weigeltia</i> .....	50
Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de <i>Cybianthus</i> por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4-5 primeiras letras do epíteto específico.....	51
Gráfico bidimensional representando os tipos de extremidade da endoabertura dos subgêneros/espécies de <i>Cybianthus</i> em PCA.....	52
Gráfico bidimensional representando os diferentes subgêneros/espécies de <i>Cybianthus</i> em PCA.....	53
Gráfico tridimensional representando os diferentes subgêneros/espécies de <i>Cybianthus</i> em PCA.....	54
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Myrsine</i> .....	85
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Myrsine</i> .....	86
Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de <i>Myrsine</i> .....	87
Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de <i>Myrsine</i> por análise hierárquica de aglomeração (AHC) .....	88
Gráfico bidimensional representando espécies de <i>Myrsine</i> em PCA .....	89

Gráfico tridimensional representando espécies de <i>Myrsine</i> em PCA .....	90
Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen do gênero <i>Ardisia</i> .....	121
Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen do gêneros <i>Ardisia</i> e <i>Geissanthus</i> .....	122
Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de <i>Ardisia</i> , <i>Geissanthus</i> e <i>Stylogyne</i> por análise hierárquica de aglomeração (AHC).....	123
Gráfico bidimensional representando espécies de <i>Ardisia</i> , <i>Geissanthus</i> e <i>Stylogyne</i> em PCA.....	124
Gráfico tridimensional representando espécies de <i>Ardisia</i> , <i>Geissanthus</i> e <i>Stylogyne</i> em PCA.....	125
Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Clavija</i> e <i>Jacquinia</i> .....	157
Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de <i>Samolus</i> .....	158
Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de Theophrastoideae por análise hierárquica de aglomeração (AHC) .....	159
Gráfico bidimensional representando espécies de Theophrastoideae em PCA.....	160
Gráfico tridimensional representando espécies de Theophrastoideae em PCA.....	161
Eletromicrografias com detalhamento da exina dos grãos de pólen dos tipos 1 e 2 de Primulaceae <i>s.l.</i> .....	174
Eletromicrografias com detalhamento da exina dos grãos de pólen dos tipos 3 e 4 de Primulaceae <i>s.l.</i> .....	175
Eletromicrografias com detalhamento da exina dos grãos de pólen dos tipos 5, 6, 7 e 8 de Primulaceae <i>s.l.</i> .....	176
Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de Primulaceae por análise hierárquica de aglomeração (AHC) .....	177
Gráfico bidimensional representando espécies de Primulaceae em PCA.....	178

O presente estudo teve como objetivo a descrição palinológica de espécies brasileiras distribuídas em diferentes subfamílias, gêneros e subgêneros de Primulaceae *s.l.* além de analisar os atributos polínicos descritos e avaliar o potencial dessa estrutura como marcador morfológico para sustentar ou diferenciar categorias taxômicas existentes, bem como, delimitar gêneros e espécies, fornecendo dados para o estudo sistemático da família.

A tese foi redigida contendo uma Introdução geral e quatro capítulos, seguidos das abordagem combinada dos dados e considerações finais.

Os capítulos são:

**Capítulo I: Implicação da morfologia polínica à delimitação infragenérica e específica em *Cybianthus s.l.* (Myrsinoideae-Primulaceae).** Neste capítulo é apresentada a morfologia polínica de 30 espécies de *Cybianthus* subordinadas a cinco subgêneros com ampla distribuição no território nacional.

**Capítulo II: Palinotaxonomia de espécies de *Myrsine* L. (Myrsinoideae-Primulaceae).** Neste capítulo, 22 espécies de *Myrsine*, incluindo a espécie tipo *Myrsine africana*, foram descritas morfopolinicamente.

**Capítulo III: Palinotaxonomia de espécies de *Ardisia* Sw. (Myrsinoideae-Primulaceae), ocorrentes no Brasil e sua aplicação na delimitação de gêneros afins.** As espécies de *Ardisia* Sw. com distribuição no território brasileiro foram analisadas palinologicamente e tiveram seus atributos comparados aos das espécies de *Geissanthus* Hook.f. e *Stylogyne* A. DC., dada a proximidade previamente sugerida entre os três gêneros.

**Capítulo IV: Estudo polínico de representantes de Theophrastoideae (Primulaceae) ocorrentes no Brasil.** Espécies de Theophrastoideae foram analisadas palinologicamente com o objetivo de contribuir para o esclarecimento de problemas envolvidos na recente circunscrição do gênero *Samolus* L.

**Abordagem combinada dos dados e considerações finais:** Todos os dados foram analisados em conjunto a fim de estabelecer tipos polínicos, que facilitem a delimitação taxonômica dos gêneros.



## INTRODUÇÃO GERAL

---

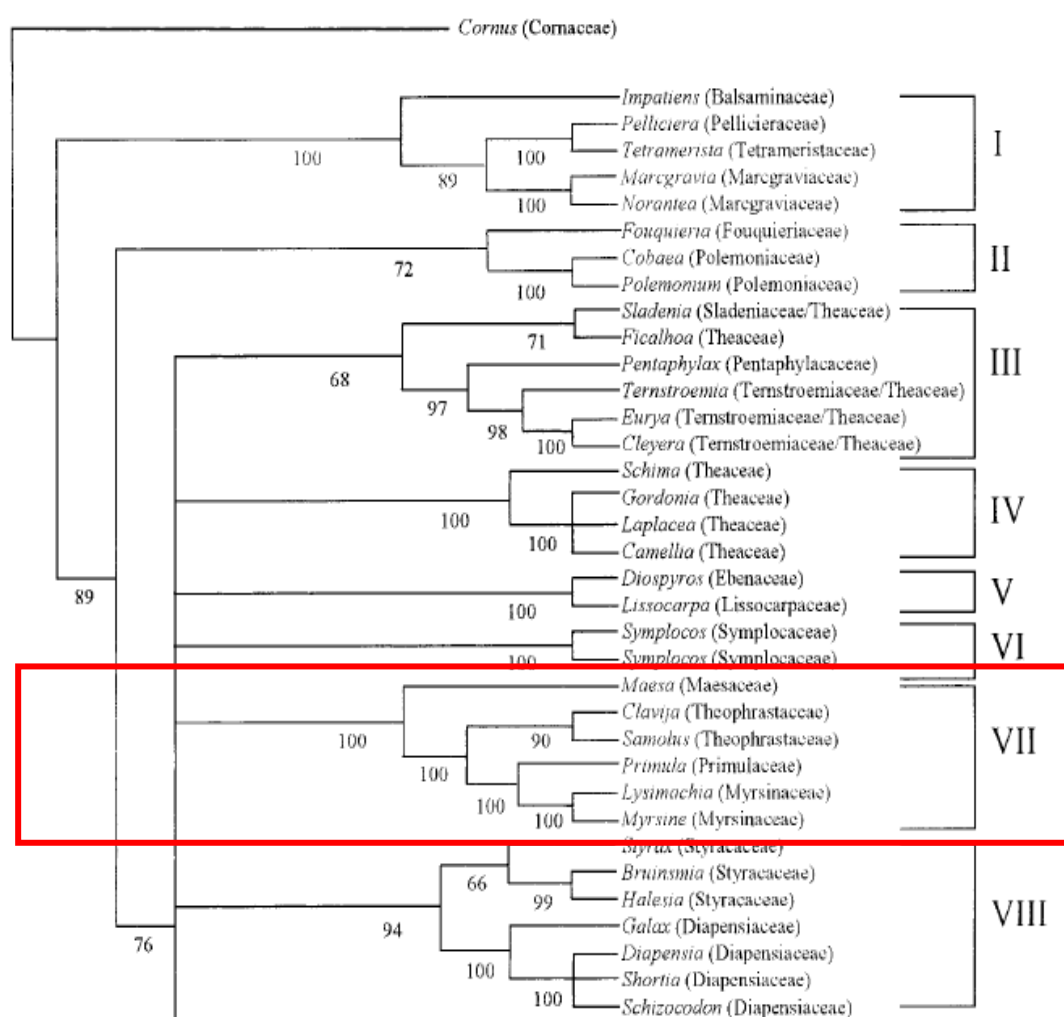
Primulaceae *s.l.*, como é atualmente circunscrita, está subordinada a ordem Ericales (APG III, 2009), abarcando 57 gêneros e 2.150 espécies de distribuição pantropical (Judd *et al.* 2009). No Brasil, a família apresenta ampla distribuição geográfica, 11 gêneros com cerca de 140 espécies, das quais 60 são endêmicas do território brasileiro (Freitas & Carrijo, 2014).

Anteriormente, com circunscrição mais restrita, Primulaceae *s.s.* era subordinada à ordem Primulales junto às famílias Myrsinaceae e Theophrastaceae. Tais famílias eram consideradas distintas entre si com base em caracteres morfológicos, que incluíam o hábito e morfologia das estruturas reprodutivas. Primulaceae abarcava espécies herbáceas de frutos deiscentes; Myrsinaceae incluía espécies arbustivas de frutos drupáceos, enquanto Theophrastaceae diferenciava-se de ambas pelas flores com um verticilo adicional de estaminódios (Cronquist, 1981, 1988; Takhtajan, 1997 e Souza & Lorenzi, 2008).

Análises filogenéticas com base apenas em dados moleculares revelaram o parafiletismo de Myrsinaceae e Primulaceae *s.s.* (Anderberg & Ståhl, 1995; Anderberg *et al.*, 2000; Kallersjö *et al.*, 2000). No entanto, ao combinar dados morfológicos e moleculares as análises filogenéticas evidenciaram o monofiletismo do grupo formado por essas famílias (Anderberg *et al.*, 1998).

O estudo realizado por Anderberg *et al.* (2002) utilizando sequência de genes de cloroplasto e mitocôndria, revelou a estreita relação entre as famílias Maesaceae, Myrsinaceae, Primulaceae e Theophrastaceae formando o clado ‘primulóide’, proposto por APG II (2003).

O gênero *Maesa* Forssk., tradicionalmente circunscrito por Mez (1902) na subfamília monogênica Maesoideae de Myrsinaceae, emergia separadamente como grupo irmão das demais famílias (Anderberg *et al.* 2000; Anderberg *et al.*, 2002), a solução encontrada pelos autores foi retirar o gênero *Maesa* da família Myrsinaceae e elevá-lo à família Maesaceae (Fig.1).

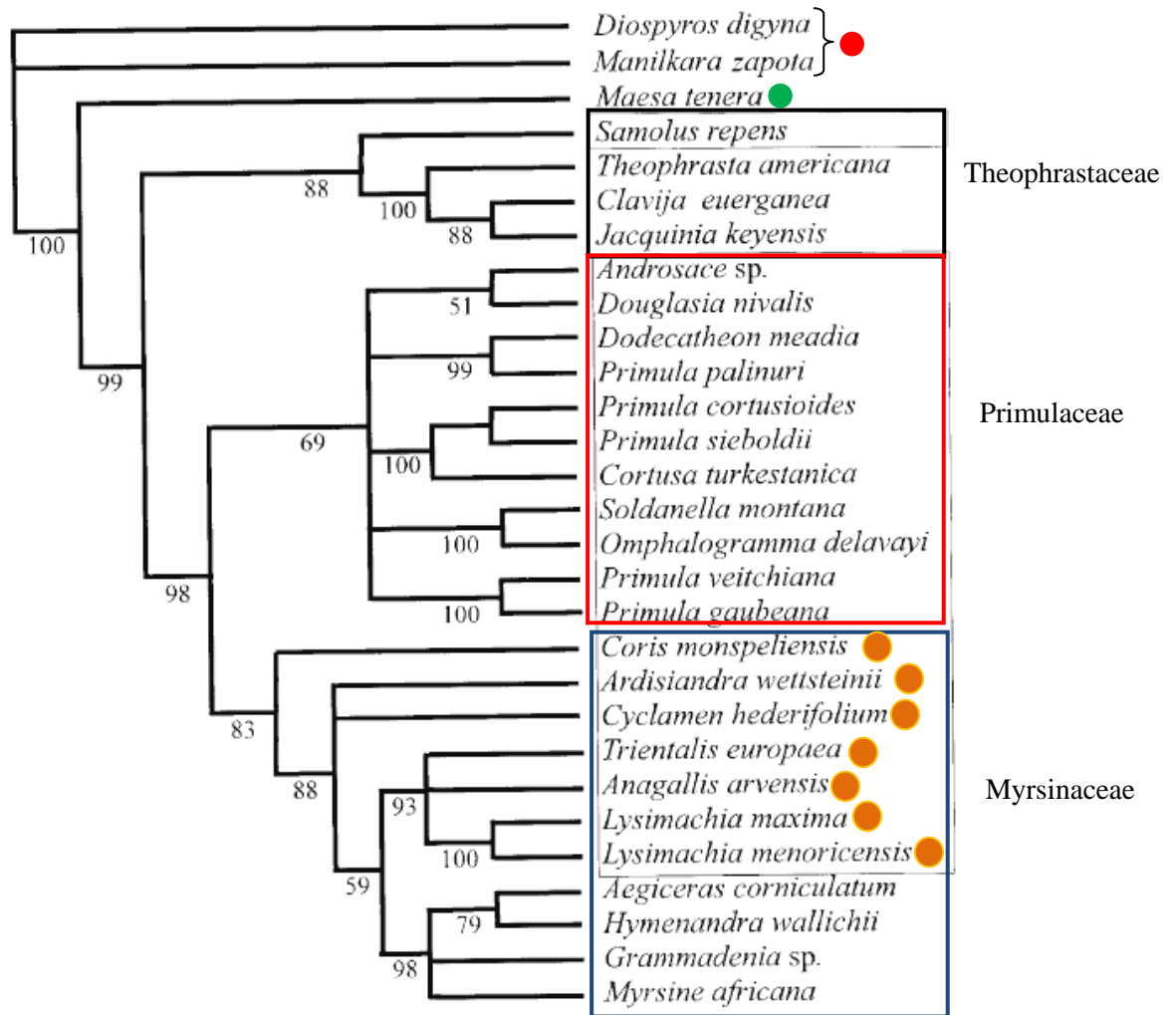


**Figura 1:** Árvore de parcimônia com base em dados moleculares, demonstrando a relação entre os gêneros das respectivas subfamílias de Primulaceae (VII) [crédito da imagem: Anderberg *et al.* 2002]

A proposta de reconhecer *Maesa* como uma família foi sugerida pela primeira vez por De Candolle (1841), mas foram Anderberg e Ståhl (1995) que efetivaram seu estabelecimento como uma família, categoria posteriormente confirmada por Anderberg *et al.* (2000, 2002). A posição de *Maesa* como irmão das demais Primulaceae *s.l.* é fortemente suportada na filogenia do grupo, além de refletir sua morfologia singular, principalmente, por apresentar flores com ovário semi-infero (Mez, 1902).

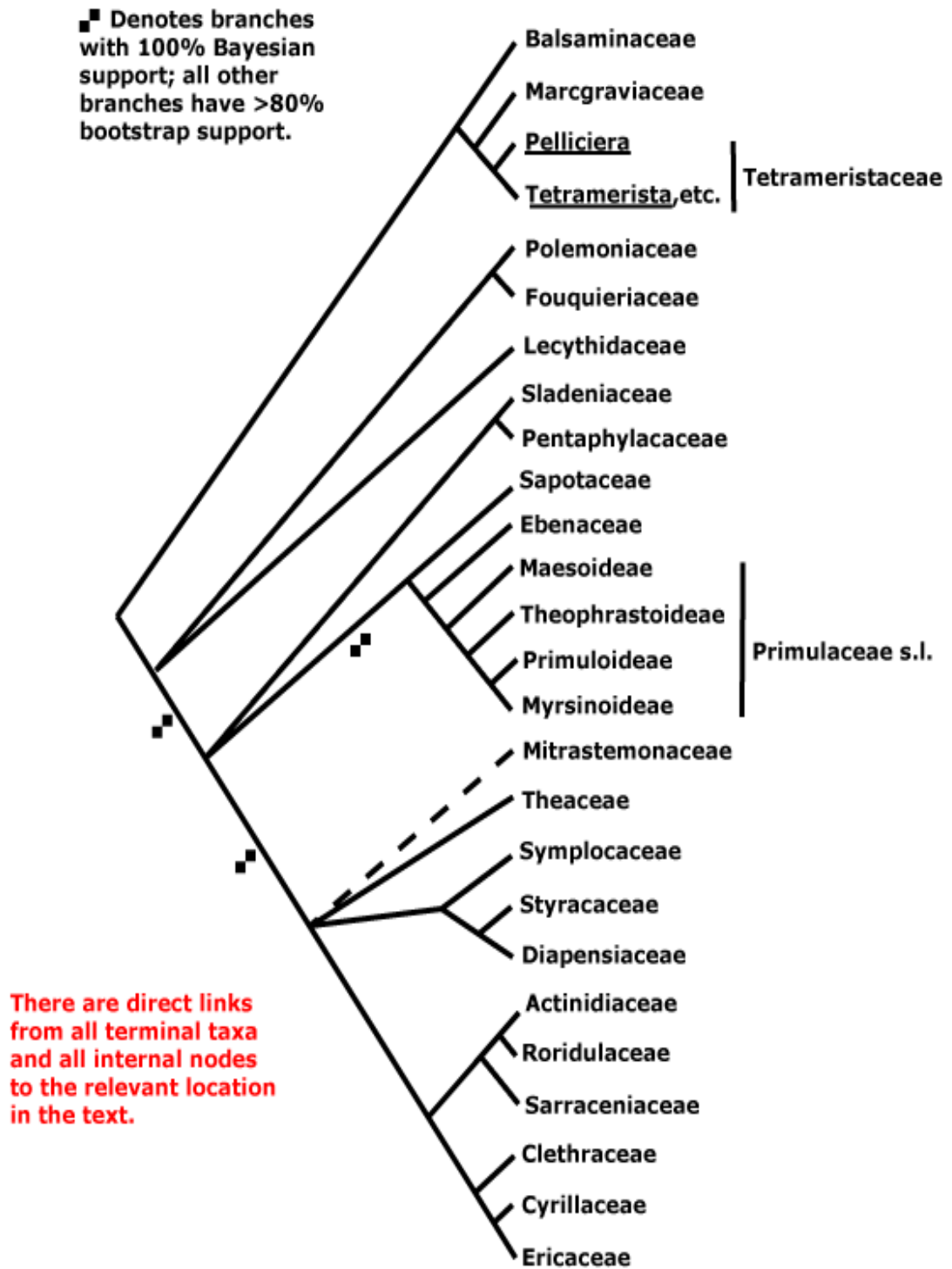
Além dessas alterações, diversos gêneros de Primulaceae *s.s.* foram transferidos para Myrsinaceae, tais como, *Amblyanthus* A.DC., *Amblyanthopsis* Mez, *Anagallis* L., *Antistrophe* A.DC., *Ardisiandra* Hook. f., *Asterolinon* Hoffmannsegg & Link, *Conandrium* Mez, *Coris* Tourn. ex L., *Cyclamen* L., *Elingamita* G.T.S. Baylis, *Emblemantha* B.C. Stone, *Fittingia* Mez, *Glaux* L., *Loheria* Merr., *Lysimachia* L., *Pelletiera* A.F.C. Saint-Hilaire, *Pleiomeris* A.DC., *Solonia* Hub., *Stimpsonia* C. Wright ex A. Gray, *Trientalis* L., *Vegaea* Urb. e *Yunckeria* Lundell, ampliando a circunscrição de Myrsinaceae. Por fim, o gênero *Samolus* L., tradicionalmente circunscrito em Primulaceae *s.s.*, emergiu em Theophrastaceae (Källersjö *et al.*, 2000; fig. 2).

Apesar da difícil delimitação morfológica pelo compartilhamento de caracteres entre Maesaceae, Myrsinaceae, Primulaceae e Theophrastaceae, estudos moleculares realizados por diversos autores (Anderberg e Ståhl, 1995; Bremer *et al.*, 2002; Kron & Chase, 1993; Olmstead *et al.*, 1992) comprovam que essas famílias emergem juntas como um grupo monofilético, com alto suporte estatístico. A alternativa mais razoável, neste contexto, foi circunscrevê-las como subfamílias (Maesoideae, Myrsinoideae, Primuloideae e Theophrastoideae) subordinadas à família Primulaceae amplamente circunscrita (APG III, 2009; fig. 3).



**Figura 2:** Árvore filogenética demonstrando a proximidade do gênero *Samolus* com os demais gêneros de Theophrastaceae e entre as famílias Primulaceae e Myrsinaceae [Crédito da imagem: Källersjö *et al.*, 2000].

**Legenda:** ● Grupo externo/ ● Gênero irmão/ ● Espécies transferidas de Primulaceae para Myrsinaceae



**Figura 3:** Cladograma demonstrando a atual classificação da família Primulaceae *s.l.*, segundo APG III. [créditos da imagem: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>, em 17/12/2014]

A carência de dados morfológicos que reflitam as filogenias embasadas em dados moleculares é um dos desafios atuais à sistemática da família Primulaceae (Carrijo; Freitas & Peixoto, 2009).

Cabe ressaltar que, as dúvidas em relação à sistemática de Primulaceae *s.l.* já eram bastante discutidas, por diversos autores, antes das alterações recentemente propostas. Pax (1889) reconheceu quatro subfamílias em Myrsinaceae, a saber: Theophrastoideae, compreendendo duas tribos Monotheceae e Theophrasteae; Aegiceratoideae e Maesoideae, ambas monogênicas (*Aegiceras* e *Maesa*, respectivamente) e Myrsinoideae, subdividida em quatro tribos, Myrsineae, Conomorphae, Ardisieae e Hymenandreae; tal classificação levou em consideração, principalmente, os diferentes tipos de prefloração da corola.

A família Myrsinaceae se diferenciava das demais, principalmente, por apresentar cavidades secretoras nas partes vegetativas e reprodutivas, óvulos totalmente ou parcialmente imersos no tecido placentário e fruto tipo drupa (Andenberg & Ståhl, 1995). No entanto, a utilização de caracteres pouco confiáveis como, por exemplo, tamanho das anteras e número e disposição dos óvulos foram apontados por Lundell (1966) como alguns dos principais fatores para a dificuldade encontrada na delimitação genérica em Myrsinaceae.

Posteriormente, Theophrastoideae foi elevada a categoria de família por Mez (1902). O autor considerou Myrsinaceae com apenas duas subfamílias; Maesoideae, proposta por Pax em 1889, e Myrsinoideae com duas tribos: Ardisieae, com muitos óvulos dispostos em mais de uma série e Myrsineae, com poucos óvulos dispostos em uma única série. O gênero *Aegiceras*, anteriormente pertencente à subfamília Aegiceratoideae, é incluído como membro da tribo Ardisieae de Myrsinoideae.

Diversos autores (Cronquist, 1981; Takhtajan, 1987; Ståhl, 1990a, 1990b; Thorne, 1992) concordaram com a classificação proposta por Mez (1902) para Theophrastaceae,

tendo a família sido considerada a mais primitiva do grupo por Melchior em 1964. A família se diferencia das demais por apresentar representantes arbustivos e árvores de pequeno porte, flores com estaminódios e fruto tipo baga.

Primulaceae *s.s.* é tradicionalmente subdividida em cinco tribos, a saber: Primuleae (ou Androsaceae), Samoleae, Lysimachieae, Cyclamineae e Corideae (Pax, 1889; Pax & Knuth, 1905). As tribos Primuleae e Lysimachieae, abarcam a maioria das espécies da família; a primeira é composta por espécies com corola de prefloração imbricada ou quinquencial e a segunda com corola de prefloração contorcida.

Cronquist (1981), separou os representantes de Primulaceae *s.s.* dos demais táxons por apresentar, na maioria das espécies, hábito herbáceo e frutos capsulares. Apesar das diferenças citadas, o autor observou semelhanças, como, por exemplo, a presença de cavidades secretoras utilizada para separar, na família Myrsinaceae, as espécies do gênero *Lysimachia*. A semelhança entre membros de Myrsinaceae e Primulaceae *s.s.* já havia sido mencionada por Handel-Manzetti (1928), ao observar as flores dispostas em cachos laterais, o autor menciona a possível relação entre os membros dessas famílias. Tal hipótese é reafirmada por Judd *et al.* (1994), que aponta a necessidade de estudos filogenéticos para elucidar a relação entre táxons.

Um dos principais desafios para a taxonomia de Primulaceae *s.l.* é a falta de clareza na delimitação de táxons, devido a grande semelhança morfológica entre gêneros, principalmente em Myrsinoideae (Carrizo *et al.*, 2009). Entre as principais problemáticas envolvendo o grupo, está a íntima relação entre os gêneros *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook. f. e *Stylogyne* A. DC., devida ao compartilhamento de caracteres. Estes gêneros são frequentemente confundidos entre si, o que resulta em grande problemática em suas delimitações (Ricketson & Pipoly, 1997).

O gênero *Stylogyne* A. DC. foi circunscrito por De Candolle (1841). Miquel (1856), no entanto, tratou as espécies de *Stylogyne* descritas por De Candolle (1841) em *Ardisia*, principalmente, por apresentarem inflorescência em panícula com eixo alongado e flores monóclicas. Posteriormente, Mez (1902) sugeriu que *Ardisia* e *Stylogyne* pertenceriam a tribos distintas: Ardisiatae e Myrsineae devido à diferença de placentação entre ambos - numerosos óvulos plurisseriados na primeira tribo, englobando as espécies de *Ardisia* e poucos óvulos unisseriados na segunda tribo, abrangendo as espécies de *Stylogyne*. Tratando-os como gêneros separados, entretanto, Ricketson & Pipoly (1997) indicaram que espécies de *Stylogyne* podem ter placentação semelhante àquela de espécies de *Ardisia*, além de apresentarem cálice e corola contortos, característica essa que também ocorre em *Ardisia*.

Para Carrijo *et al.* (2011), a problemática entre *Stylogyne* e *Ardisia* se deve ao fato de *Stylogyne* ser circunscrito por um conjunto de caracteres compartilhados com espécies de *Ardisia*. O melhor entendimento desta problemática passa, necessariamente, pelo desenvolvimento de estudos morfológicos e filogenéticos.

*Geissanthus* Hook. f. foi separado de *Ardisia* e *Stylogyne* pelos autores Pipoly (1991, 1996) e Ricketson & Pipoly (1997) por apresentar cálice com 2-8 sépalas irregulares, enquanto os dois últimos gêneros apresentam 4-5 sépalas regulares e corola imbricada, característica não encontrada nas espécies do gênero *Geissanthus*. No entanto, estudo recente (Carrijo & Freitas, 2009) revelou que esta característica não é comum a todas as espécies de *Stylogyne*, o que limita sua utilização taxonômica demonstrando falta de clareza na delimitação desses gêneros.

O gênero *Rapanea* foi estabelecido por Aublet (1775), e diferenciado de *Myrsine* L. pela presença de anteras completamente sésseis aderidas ao tubo da corola. Esta



classificação foi seguida por Mez (1902). No entanto, autores subsequentes que analisaram espécies de *Rapanea* da América do Sul e Ásia (Hosaka, 1940; Pipoly, 1991, 1996; Pipoly & Chen, 1995; Otegui, 1998; Freitas & Kinoshita, 2005) descreveram variações no androceu, como a presença de filetes reduzidos e/ou parcialmente aderidos ao tubo da corola. Estes autores questionaram a distinção dos gêneros considerando *Rapanea* como sinônimo de *Myrsine*.

Agostini, em 1980, revisando o gênero *Cybianthus* Mart. considerou sua delimitação complexa devido ao compartilhamento de características com gêneros próximos. O autor propõe, então, a inclusão dos gêneros *Comomyrsine* Hook.f., *Conomorpha* A.DC., *Cybianthopsis* Mez, *Microconomorpha* Mez, *Weigeltia* A.DC., *Iteoides* G. Agostini, *Laxiflorus* G. Agostini, *Cybianthopsis* Mez, *Triadophora* Mez e *Grammadenia* (Benth.) em *Cybianthus*. Posteriormente, Pipoly (1981) e Pipoly & Lundell (1982), reconhecem os dez subgeneros com aproximadamente 160 espécies propostos por Agostini (1980).

Informações sobre a morfologia polínica foram incluídas na filogenia de Ericales (Kallersjö *et al.*, 2000; Anderberg *et al.*, 2000; Anderberg *et al.*, 2002;), e utilizados na circunscrição de gêneros em Primulaceae (Anderberg & El-Ghazaly, 2000).

O primeiro estudo palinológico foi realizado por Pope (1925), que analisou a morfologia polínica de diversas famílias botânicas dentre elas, Primulaceae com a espécie *Cyclamen europaeum* L. Em 1952, Erdtman estudou 11 gêneros subordinados às subfamílias Primuloideae e Theophrastoideae.

Dentre as espécies estudadas por Nowicke & Skvarla, em 1979, estão *Anagallis linifolia* L. e *Primula officinalis* L. Jacq. Punt (1976) e Walker & Doyle (1975), buscaram na palinologia informações que contribuíssem com a classificação de diversas famílias, incluindo Primulaceae. Fonnegra- Gomez (1986) analisou espécies de *Ardisia*, *Cybianthus*,

e *Myrsine* ocorrentes no Brasil. Em 1992, Wadi & Richards, estudaram três espécies do gênero *Primula* L., ocorrentes no Himalaia. Melhem *et al.*, (2003) estudando a variabilidade polínica de Campos do Jordão, analisaram os grãos de pólen da espécie *Anagallis filiformis* Cham. & Schltdl. Estudo polínico de espécies de *Ardisia* e *Stylogyne*, visando auxiliar na delimitação conflituosa entre os gêneros foi realizada por Carrijo *et al.* (2011).

Pelo exposto fica clara a dificuldade na abordagem sistemática de Primulaceae *s.l.* e o reduzido conhecimento de sua diversidade polínica. Assim, o presente estudo objetivou caracterizar a morfologia polínica das espécies brasileiras de Primulaceae e através do estudo minucioso dos grãos de pólen de diferentes espécies, gêneros e subfamílias. Buscou-se investigar se a diversidade polínica condiz com a sistemática atualmente aceita para subgêneros, gêneros e subfamílias de Primulaceae e, dessa forma, avaliar o potencial dessa estrutura como marcador morfológico para sustentar clados e diferenciar táxons relacionados ou circunscrever grupos taxonômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Agostini, G. 1980. Una nueva clasificación del género *Cybianthus* (Myrsinaceae). *Acta Biologica Venezuelica* 10(2): 129-185.
- Anderberg, A. A. & Ståhl, B. 1995. Phylogenetic interrelationships in the order Primulales, with special emphasis on the family circumscriptions. *Canadian Journal of Botany* 73: 1699-4730.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 1998. Phylogenetic relationships in the Primulales inferred from *rbcL* sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 211: 93–102.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 2000. Maesaceae, a new primuloid family in the order Ericales s.l. *Taxon* 49: 183–187.
- Anderberg, A.A. & El-Ghazaly, G. 2000. Pollen morphology in *Primula* sect. *Carolinella* (Primulaceae) and its taxonomic implication. *Nordic J. Bot.* 20 (1): 5-14.
- Anderberg, A. A.; Rydin, C. & Källersjö, M. 2002. Phylogenetic Relationships in the order Ericales S.l.: Analyses of molecular data from five genes from the plastid and mitochondrial genomes. *American Journal of Botany* 89(4): 677–687.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 141 (4): 339-436.

- Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 17p.
- Aublet, F. 1775. *Histoire des Plantes de la Guiane Fran-jeoise*, 2vols. Pierre-Francoise Didot., Paris.
- Bremer, B.; Bremer, K.; Heidari, N., Erixon, P.; Olmstead, R. G. P.; Anderberg, A. A.; Källersjö, M. & Barkhordarian, E. 2002. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 24 (2): 274-301.
- Carrijo, T. T. & Freitas M. F. 2009. *Stylogyne carautae* (Myrsinaceae), a new species from south-eastern Brazil. *Kew Bulletin* 64: 695–699.
- Carrijo, T. T.; Freitas, M. F. & Peixoto, A. L. 2009. The identity and typification of *Stylogyne laxiflora* (Myrsinaceae). *Nordic Journal of Botany* 27: 454 - 455.
- Carrijo, T.T.; Fourny, A.C.S.; Freitas, M.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2011. Insights on *Ardisia* and *Stylogyne* (Myrsinoideae–Primulaceae) based on pollen morphology. *Plant Systematics and Evolution*; 297(3-4):261-269.
- Carrijo, T.T.; Freitas, M.F. & Peixoto, A. L. 2012. The genus *Stylogyne* (Myrsinoideae - Primulaceae) in Brazil. *Systematic Botany* 37(2):478-489.
- Carrion, J.S., Delgado, M.J. & Garcia, M. 1993. Pollen grain morphology of *Coris* (Primulaceae). *Pl. Syst. Evol.* 184 (1): 89-100.
- Cronquist, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York.

- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants, 2<sup>nd</sup> edition. The New York Botanical Garden, New York. 555 pp.
- De Candolle, A. 1841. Deuxieme memoire sur les Myrsineacees. Annals Science Natural Botany, ser. 2, 16: 65-97.
- Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 539pp.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T.T. *Primulaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB121874>>. Acesso em: 20 Dez. 2014.
- Freitas, M.F. & Kinoshita L. S. 2005. Novas espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) para o Brasil. Rodriguésia 56 (87): 67-72.
- Handel-Mazzetti, H. 1928. Uma revisão des espécies chinesas de *Lysimachia*, com nova classificação para o gênero. Notes R. Bot. Gard. Edinb. 16 (5): 1-122.
- Hosaka, E. Y. 1940. A revision of Hawaiian species of *Myrsine* (*Suttonia*, *Rapanea*), Myrsinaceae. Occasional papers of Bernice Bishop Museum. Hawaii 16: 25-76.
- Jacks, B. 2005. Studies in Australian Myrsinaceae: *Tapeinosperma* Hook.f. *Austrobaileya* 7(1):99-110.
- Judd, W.S., Sanders, R.W. & Donoghue, M.J. 1994. Angiosperm family pairs: preliminary phylogenetic analyses. Harv. Pap. Bot. 5: 1-51.
- Judd, W.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M. 2009. Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético. Artmed, 3<sup>a</sup> edição.

- Källersjö, M; Bergqvist, G; Anderberg, A.A. 2000. Generic realignment in primuloid families of the Ericales *s.l.*: a phylogenetic analysis based on DNA sequences from three chloroplast genes and morphology. *American Journal of Botany* 87: 1325–1341.
- Kron, K. A. & Chase M. W. 1993. Systematics of the Ericaceae, Empetraceae, Epacridaceae and related taxa based upon *rbcL* sequence data. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 735–741.
- Lundell C. L. 1966. Studies of the American Myrsinaceae I. *Wrightia* 3 (5): 77-90.
- Melchior, H. 1964. Primulales. In *Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien* 2. Edited by H. Melchior. Gebriüder Borntrager, Berlin. pp. 389 -394.
- Melhem, T. S. 1978. Palinologia- suas aplicações e pespectivas no Brasil. *Coleção Museu Paulista. Série Ensaio* 2: 325-368.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G. 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Mez, C. 1902. Myrsinaceae. *Das Pflanzenreich* (9): 1-437.
- Miquel, F. A. G. 1856. Myrsineae. *In*: Martius, C. F. P.; Eichler, A. W. & Urban, I. P.(eds.). *Flora Brasiliensis* 10: 269-338.
- Nowicke, J. W. & Skvarla, J. J. 1979. Pollen Morphology: The Potential Influence in Higher Order Systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66 (4): 633-700.

- Olmstead, R. G.; Michaels, H. J.; Scott, K. M. & Palmer J. D. 1992. Monophyly of the Asteridae and identification of their major lineages inferred from DNA sequences of *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 249–265.
- Otegui, M. 1998. Sinopsis del género *Myrsine* L. (Myrsinaceae) en el Cono Sur de América del Sur. *Candollea* 53(10): 133-157.
- Pax, F. 1889. Myrsinaceae. In *Die natürlichen Pflanzenfamilien* 4(1). Edited by A. Engler and K. Prantl. Engelmann, Leipzig, Germany. pp. 84-97.
- Pax, F. & Knuth, R. 1905. Primulaceae. In *Das Pflanzenreich* 22 (IV, 237). Edited by A. Engler. Engelmann, Leipzig. pp. 1-386.
- Pipoly, J.J. & Lundell, C. L. 1982. Contributions toward a monograph of *Cybianthus* (Myrsinaceae): If. The systematic position of *Ardisia perpuncticulosa*. *Wrightia* 7: 52-54.
- Pipoly, J. J. 1991. Notas sobre el género *Ardisia* Swartz en Colombia. *Caldasia* 16(78): 277-284.
- Pipoly, J. J. & Chen, C. 1995. Nomenclatural notes on the Myrsinaceae of China. *Novon* 5: 357-361.
- Pipoly, J. J. 1996. New species of *Ardisia* (Myrsinaceae) from Ecuador and Peru. *Sida* 17(2): 445-458.
- Pope, M. A. 1925. Pollen Morphology as an Index to Plant Relationship. I. Morphology of Pollen. *Botanical Gazette* 80 (1): 63-73.
- Punt, W. 1976. *The Northwest European Pollen Flora*. I. Elsevier, Amsterdam, 145pp.

- Ricketson, J. M. & Pipoly, J. J. 1997. Nomenclatural notes and a synopsis of Mesoamerican *Stylogyne* (Myrsinaceae). *Sida* 17(3): 591-597.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. *Botânica Sistemática*. Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Stahl, B. 1990a. Estudos taxonômicos em Theophrastaceae. Ph.D. tese. Departamento de Botânica e sistemática, Goteborgs Universitet, Goteborg, Suécia.
- Stahl, B. 1990b. Theophrastaceae. In *Flora of Ecuador* 39. Edited by G. Harling and L. Andersson. Copenhagen, pp. 1-21.
- Takhtajan, A. 1997. *Diversity and classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.
- Thorne, R.F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. *Bot. Rev.* 58: 225-348.
- Wadi, H. Al & Richards, A. J. 1992. Palynological Variation in *Primula* L. Subgenus *Sphondylia* (Duby) Rupr., and the Relationship of this Group to *Dionysia* Fenzl. *New Phytologist* 121 (2): 303-310.
- Walker, J. W. & Doyle J. A. 1975. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62 (3): 664-723.



## **Capítulo 1**

**Implicação da morfologia polínica à delimitação infragenérica e específica em  
*Cybianthus s.l.* (Myrsinoideae-Primulaceae)**

**Resumo**

Espécies de subgêneros de *Cybianthus s.l.* tiveram seus grãos de pólen analisados com o objetivo de investigar se morfologia polínica reflete a classificação sistemática a nível infragenérico atualmente aceita para o gênero, assim como se é informativa para a delimitação das espécies. Grãos de pólen acetolisados foram analisados, medidos, descritos e fotomicrografados, e grãos de pólen não acetolisados foram analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura. Todas as espécies apresentaram grãos de pólen isopolares e em mônades, podendo variar entre pequenos ou médios, suprolatos ou prolatos, 3-colporados, rugulados ou rugulado-perfurados. Os diferentes métodos analíticos utilizados evidenciaram que a morfologia polínica é informativa na delimitação de espécies do gênero. No entanto, os caracteres polínicos entre os subgêneros de *Cybianthus s.l.* são, em geral, bastante uniformes, devido ao compartilhamento de muitos atributos, não oferecendo, portanto, subsídios à delimitação dos mesmos. Tais resultados corroboram a classificação taxonômica de *Cybianthus*, atualmente aceita.

Palavras-chave: Primulaceae, *Cybianthus*, Palinologia, Sistemática, Taxonomia

**Abstract**

Species of the subgenres of the *Cybianthus s.l.* had their pollen grains analyzed in order to investigate whether pollen morphology reflects the systematic classification infrageneric level currently accepted for the genus, and it is informative for distinguishing these species. Acetolysed pollen grains were analyzed, measured, described and photomicrographed, and pollen grains not acetolysed were analyzed using scanning electron microscopy. All species showed isopolar pollen grains and monads, ranging from small to medium, suprolates or prolates, 3-colporates, rugulates or rugulate-drilled. The different analytical methods used showed that the pollen morphology is informative in the delimitation of the genus. However, the pollen characters between the subgenres of *Cybianthus s.l.* are generally quite uniform, due to sharing many attributes, not offering therefore subsidies to the delimitation of the same. These results support the taxonomic classification of *Cybianthus* currently accepted.

Keywords : Primulaceae , *Cybianthus*, Palynology, Systematics, Taxonomy

## 1. Introdução

*Cybianthus* Mart. é um gênero neotropical, com aproximadamente 160 espécies distribuídas em 10 subgêneros (Pipoly, 1987). É constituído por indivíduos com inflorescências axilares, variando entre racemos, panículas, espigas ou cimosa; flores gamossépalas e gamopétalas; estames epipétalos, com ou sem filetes, sendo estes mais curtos do que a corola e adnatos a ela, formando ou não um tubo estaminal (Jung-Mendaçolli *et al.* 2010).

O gênero foi descrito por Martius em 1829 e passou por muitas modificações em sua sistemática, o autor caracterizou o gênero por apresentar flores tetrâmeras, corolas rotáceas e anteras subsésseis com poros terminais. Posteriormente, De Candolle (1844) incluiu neste gênero as espécies com filetes alongados.

Em 1856, Miquel expandiu o conceito genérico de *Cybianthus* proposto por Martius (1829) e De Candolle (1844) incluindo espécies com corola cupuliforme e anteras com deiscência longitudinal e dividiu o gênero em três seções: *Eucybianthus*, *Cybianthoides* e *Weigeltia*.

*Weigeltia* foi descrito inicialmente, como um gênero independente por De Candolle em 1834, diferenciando-se de *Cybianthus* pelo tipo de inflorescência paniculada, enquanto *Cybianthus* apresenta inflorescência em racemo simples; Miquel (1856) considera *Weigeltia* uma seção de *Cybianthus*; Mez (1902) considera o então gênero dividido em três subgêneros: *Euweigeltia*, *Conomyrsine* e *Triadophora* e inclui no gênero flores unissexuais e pentâmeras, até então não descrito no grupo.

Em 1980, Agostini discutiu as evidências morfológicas utilizadas para delimitar os gêneros *Conomorpha*, *Cybianthus* e *Weigeltia*. Segundo o autor, os caracteres tradicionalmente utilizados, tais como: posição, comprimento e largura das anteras, bem como, número e posição dos óvulos são pouco evidentes devido ao seu pequeno tamanho.

Além disso, o compartilhamento de caracteres entre *Cybianthus* e os gêneros relacionados, *Conomorpha* A.DC., *Cybianthopsis* Mez e *Weigeltia* A.DC., dificulta sua delimitação.

O gênero *Conomorpha*, foi estabelecido por De Candolle (1834) como gênero independente dos demais, por apresentar inflorescência em forma de funil, Miquel (1856) dividiu o gênero em três seções: *Euconomorpha*, *Conomorphida* e *Aconomorpha*. Posteriormente, Mez (1902) dividiu o gênero em dois subgêneros, a saber: *Microconomorpha* e *Euconomorpha*.

A dificuldade de delimitação dos grupos relacionados é evidente, quando considerado o compartilhamento de caracteres morfológicos acima citados. Agostini (1980) fez, então, um estudo comparativo entre os gêneros relacionados à *Cybianthus*, (*Comomyrsine* Hook. f., *Conomorpha* A.DC., *Corelliana* D'Arcy, *Cybianthopsis* Mez, *Cybianthus*, *Grammadenia* Benth. e *Weigeltia* A.DC.), e destacou a dificuldade de diferenciar os gêneros *Conomorpha*, *Cybianthus* e *Weigeltia*, devido ao pequeno tamanho das flores e anteras, mencionando a necessidade de modificar a sistemática de muitos táxons.

A solução encontrada pelo autor foi tratar *Cybianthus sensu lato*, ou seja, incluir os 9 gêneros estritamente relacionados a *Cybianthus* como subgêneros. Esta decisão se justifica ao considerar que os subgêneros estão feneticamente mais relacionados entre si do que a outros gêneros da família. Ao agrupar todas as espécies sob *Cybianthus s.l.*, o autor evitou a criação de novos nomes genéricos, além de ter reforçado a marcante similaridade entre os táxons estudados.

*Cybianthus* amplamente circunscrito, certamente trouxe maior clareza à sua taxonomia. No entanto, a relação entre esses subgêneros ainda é pouco clara, visto que apenas *Conomorpha* e *Grammadenia* Benth. (Pipoly 1987) tiveram suas espécies revisadas após Agostini (1980). Embora haja diversos estudos para o gênero, a grande maioria

apresenta um enfoque taxonômico ou florístico e de caráter regional, entre eles estão: Jung-Mendaçolli & Bernacci (1997; 2001), Pipoly (1992), Pippoly & Ricketson (1997), Jung Mendaçolli *et al.* (2005), Freitas & Carrijo (2008), Freitas *et. al* (2009).

Análises filogenéticas contribuíram na tentativa de elucidar as relações de parentesco entre gêneros (Anderberg & Ståhl, 1997, Källersjö *et. al*, 2000). Este trabalho tem como objetivo investigar se a morfologia polínica reflete a classificação sistemática atualmente aceita para *Cybianthus s.l.*, bem como verificar se estes atributos são informativos para a delimitação das espécies.

## 2. Material e Métodos

Dos subgêneros propostos por Agostini (1980), foram analisados os caracteres polínicos de espécies subordinadas aos subgêneros: *Conomorpha* (5 spp), *Cybianthus* (12 spp), *Laxiflorus* (4 spp), *Triadophora* (2 spp) e *Weigeltia* (7 spp), totalizando 30 espécies do gênero *Cybianthus*.

Realizou-se um levantamento prévio da distribuição da coleção dos subgêneros através do *Species Link* ([splink.cria.org.br/](http://splink.cria.org.br/), em 2013), com o objetivo de definir os principais herbários a serem visitados. A partir dessa relação foram priorizados os herbários com maior representatividade e variedade de espécies.

O material polínico estudado foi obtido a partir de anteras férteis de flores em antese e/ou em pré-antese, provenientes de exsicatas depositadas nos herbários (R), (RB) e (INPA), siglas de acordo com o Index Herbariorum (Thiers *et al. continuous up date*). Priorizaram-se materiais com distribuição no território brasileiro e identificados por especialista na família, afim de, evitar erros durante as análises palinológicas e.

O material utilizado no presente estudo foi listado em ordem alfabética de espécie, seguido das principais informações de coleta (Apêndice 1).

As lâminas utilizadas no estudo foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia Álvaro Xavier Moreira, do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ.

Foram analisadas cinco espécies, de um total de sete, do subgênero *Conomorpha*. Das duas espécies do subgênero não estudadas, apenas *Cybianthus peruvianus* apresenta distribuição no território brasileiro, no entanto a análise palinológica foi inviável devido à escassez de material fértil nos herbários consultados. O subgênero *Cybianthus* abarca aproximadamente 30 espécies, atualmente aceitas no Brasil, das quais 12 espécies tiveram

seus grãos de pólen analisados. As demais espécies não foram aqui tratadas pela dificuldade de coleta dos respectivos exemplares.

O subgênero *Laxiflorus* é composto por cinco espécies e uma subespécie. Dos táxons atualmente aceitos, apenas dois não foram contemplados neste trabalho por não apresentar representantes no território brasileiro. Das três espécies subordinadas ao subgênero *Triadophora*, apenas *Cybianthus spectabilis* (Standl.) G. Agostini não foi analisada no presente estudo, por não apresentar representantes na área de estudo.

*Weigeltia* está representado no território brasileiro por 12 táxons, dos quais 7 tiveram seus grãos de pólen analisados no presente estudo. As demais espécies não foram analisadas devido à dificuldade de coleta nos herbários consultados, seja por falta de material ou ausência de materiais férteis.

Os demais subgêneros (*Comomyrsine*, *Cybianthopsis*, *Iteoides*, *Stapfia* e *Microconomorpha*) não tiveram representantes analisados neste trabalho por não ocorrer no território brasileiro, além da dificuldade de coleta de botões florais com anteras férteis e/ou dificuldades durante o processo acetolítico.

Para o estudo em microscópio de luz, o material polínico foi preparado segundo o método acetolítico de Erdtman (1952) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau 1973), fotografados e eletromicrografados.

Do material padrão foram mensurados 25 grãos de pólen, aleatoriamente, em vista equatorial (diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE)). Foram realizadas análises estatísticas (tab. 1), sendo calculados, a média aritmética (X); o desvio padrão da média (SX); coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, endoabertura, DEVP, LA, camadas da exina e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se apenas a média aritmética.



Para análise do padrão de ornamentação da exina foi utilizada a técnica descrita por Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados.

As descrições polínicas e terminologia adotada seguiram os critérios de Barth & Melhem (1988) e de Punt *et al.* (2007) levando-se em consideração o tamanho, a forma, o número de aberturas e o padrão de ornamentação da sexina. Os resultados do tratamento estatístico foram expressos em forma de tabelas.

Com o auxílio do programa PC-ORD versão 5.31 (McCune & Mefford 2011) foi realizada a análise exploratória dos dados. Os atributos polínicos das espécies analisadas foram organizados em uma matriz com um total de 15 variáveis, para melhor organização dos dados, nos gráficos elaborados, abreviou-se o nome das espécies com as primeiras três/cinco letras dos epítetos (tab. 2) e os atributos polínicos (variáveis) foram expressos por números.

As variáveis incluídas nas análises multivariadas foram: DP (1), DE (2), P/E (3), comprimento (4) e largura do colpo (5), comprimento (6) e largura da endoabertura (7), DEVP (8), LA (9), IAP (10), exina (11), sexina (12), nexina (13), endoabertura afilada (14) e endoabertura bifurcada (15), com suas respectivas numerações.

Os dados qualitativos foram expressos na matriz, levando em consideração a presença ou ausência dos referidos caracteres, através de numerações: (1) para caracteres presentes ou (zero) para caracteres ausentes.

Variáveis categóricas, a saber, forma e tamanho dos grãos de pólen e área polar, foram retiradas da matriz de análise por apresentarem variáveis mensuráveis correspondentes (P/E, DP, DE e IAP), a fim de evitar ambiguidades de caracteres e minimizar possíveis erros na organização das espécies nos métodos analíticos utilizados.

A matriz utilizada para a análise multivariada (PCA e Cluster) foi transformada pela raiz quadrada de potência 0.5 a fim de padronizar os dados mensuráveis.

Para a ordenação das variáveis realizou-se a análise de componente principal (PCA) para verificar se os atributos polínicos permitem o agrupamento das espécies. A matriz de variância e covariância (var-cov) foi obtida a partir da média dos dados morfométricos na análise palinológica, coordenadas em um gráfico biplot com base na distância euclidiana. Os resultados foram mostrados em um gráfico bidimensional com o primeiro e segundo componente principal. Os valores dos vetores em cada eixo e o total da variância acumulativa foram representados em tabelas, assim como a matriz de caracteres para análise de agrupamento.

Foi realizada a análise de agrupamento (Cluster-AHC) com o objetivo de classificar as espécies analisadas, em grupos que compartilham (similaridade) variáveis polínicas. Foram considerados dois aspectos em relação aos grupos formados e ao conjunto de variáveis analisadas: o percentual de informações (variáveis) necessário para chegar aos grupos, associado à quantidade final de grupos formados. Na análise de Cluster (AHC) foi construído um dendrograma usando a medida de distância euclidiana (Caccavari *et al.* 2008), com método de linkage Ward's.

As fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia de luz foram realizadas com auxílio de câmera digital Canon Power Shot G6 acoplada ao microscópio Zeiss Axiostar Plus, na objetiva 100X, as eletromicrografias foram realizadas com um microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DS M960. As ilustrações representam os grãos de pólen em vista polar e equatorial, detalhando a ornamentação da sexina e, sempre que possível das aberturas, todas as imagens foram expressas em forma de prancha.

### 3. Resultados

A descrição palinológica está organizada de acordo com os seguintes caracteres polínicos: tamanho, polaridade, unidade de dispersão, forma, tipo e número de abertura, área polar e padrão de ornamentação da sexina.

#### 3.1. Descrição polínica

**3.1.1. Tamanho** - Grãos de pólen pequenos na maioria das espécies analisadas, variando entre 16,9-25,0  $\mu\text{m}$  em diâmetro polar (DP). Grãos de pólen médios foram registrados apenas nas espécies *Cybianthus cuneifolius*, *C. goyazensis*, *C. fulvopulverulentus*, *C. potaei*, *C. schlimii*, *C. multiflorus* (DP = 26,0-29,2  $\mu\text{m}$ ) (Tab.1).

**3.1.2. Polaridade, unidade de dispersão e forma** – Todas as espécies apresentam grãos de pólen isopolares e em mônades, a forma variou entre suprolata e prolata. Entre as espécies do subgênero *Conomorpha* estudadas, apenas *C. cardonae* e *C. guyanensis* apresentaram grãos de pólen prolatos; a maioria das espécies do subgênero *Cybianthus* apresentou forma prolata exceto, *C. alpestris*, *C. cuneifolius*, *C. fuscus* e *C. macrophylus* que apresentaram grãos de pólen subprolatos. No subgênero *Laxiflorus*, apenas a espécie *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius* apresentou a forma prolata enquanto as demais apresentaram grãos de pólen subprolatos; a maioria das espécies do subgênero *Weigeltia* apresentou grãos de pólen prolatos, exceto a espécie *C. potaei*; todas as espécies do subgênero *Triadophora* analisadas apresentaram grãos de pólen prolatos (Tab. 1).

**3.1.3. Abertura e área polar** – Grãos de pólen 3-colporados em todas as espécies, colpos com extremidades afiladas (figs. D, H, I, O, R, Y). O comprimento do colpo variou entre curto e longo; área polar pequena ou grande, conforme o índice da área polar (IAP) (Tab. 2); colpos com membrana granulada, sendo esses grânulos mais conspícuos nas espécies *C. detergens*, *C. fulvopulverulentus* e *C. fuscus*; endoabertura nitidamente lalongada em todas

as espécies (Tab. 1) com extremidades afiladas ou bifurcadas (figs A, B). No subgênero *Conomorpha* apenas *C. amplus* e *C. brasiliensis* apresentaram endoabertura com extremidades afiladas (Fig. A) e nas demais espécies, a endoabertura possui extremidades bifurcadas (Fig. D); dentre as espécies do subgênero *Cybianthus* a maioria apresenta endoabertura com extremidades afiladas (Figs. G, Q), exceto *C. detergens*, *C. fuscus* e *C. penduliflorus* com extremidades bifurcadas (fig. L); a maioria das espécies do subgênero *Laxiflorus* apresentou endoabertura com extremidades bifurcadas, exceto *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius*; no subgênero *Weigeltia* apenas as espécies *C. barrosoanos*, *C. poepigii* e *C. quelchii* apresentam endoabertura com extremidades afiladas (Fig. W) , enquanto as demais espécies apresentaram endoabertura com extremidades bifurcadas (Fig. B1); do subgênero *Triadophora*, *C. schilimii* apresentou endoabertura com extremidades afiladas e *C. multiflorus*, com extremidades bifurcadas.

**3.1.4. Estratificação e padrão de ornamentação da exina** – Exina variando entre 1,1 -2,0 µm; sexina mais espessa que a nexina na maioria das espécies ou tão espessa quanto a nexina apenas em *C. brownii*, *C. coriaceus* e *C. schilimii*; nexina mais espessa que a sexina apenas nas espécies *Cybianthus cardonae*, *C. detergens*, *C. fuscus*, *C. goyazensis* e *C. quelchii* (Tab. 2). Padrão de ornamentação da sexina é de difícil visualização sob microscopia de luz, sendo possível sua visualização apenas sob microscopia eletrônica de varredura, sendo descrita como rugulada-perfurada. Nas espécies do subgênero *Conomorpha*, apenas *Cybianthus cardonae* apresenta ornamentação mais conspícua (Fig. C), em *C. pseudoicacoreus* as rúgulas se tornam mais tênues tornando a região do apocolpo quase psilada com perfurações esparsas (Fig. D); no subgênero *Cybianthus* as espécies apresentam superfície rugulada-perfurada, sendo as rúgulas mais conspícuas quando comparadas com os outros subgêneros (Figs. F, H, P, S), na espécies *Cybianthus glaber* o padrão de ornamentação é constante em toda a superfície do grão de pólen (fig.

N). No subgênero *Laxiflorus*, *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius* apresentou superfície rugulada-perfuranda com poucas perfurações (figs. T, V); o padrão de ornamentação se torna tênue na região do apocolpo tornando a região quase psilada nas espécies *C. fulvopulverulentus* e *C. reticulatus* (figs. T, X); as espécies do subgênero *Weigeltia* apresentaram superfície rugulada-perfurada (figs. Z, A1), sendo *C. gardneri*, *C. longifolius* e *C. quelchii* com poucas perfurações; todas as espécies do subgênero *Triadophora* apresentaram padrão de ornamentação rugulada-perfurada.

### 3.2. Análises multivariadas

#### 3.2.1. Análise de agrupamento hierárquico (HCA)

As relações entre espécies dos diferentes subgêneros de *Cybianthus*, produziu um dendrograma com cerca de 92,41% de explicação dos dados. Ao levar em consideração o percentual de informações (variáveis) e a quantidade final de grupos formados, observa-se a formação de três grupos, quando analisado 50 % das informações remanescentes. A maioria das espécies do grupo 1 são subordinadas ao subgênero *Cybianthus*, excetos pelas espécies *C. amplus* e *C. brasiliensis*(subg. *Conomorpha*), *C. barrosoanus* , *C. poepigii* e *C. quelchii* (subg. *Weigelttia*) e *C. fulvopulverulentus* subs. *magnolifolius* (subg. *Laxiflorus*). O grupo 2 com as espécies *C. cardonae*, *C. guyanensis* e *C. pseudoicacoreus* (subg. *Conomorpha*); *C. densiflorus* e *C. potiaei* ( subg. *Weigelttia*) e o grupo 3 com as espécies *C. detergens* e *C. fuscus* (subg. *Cybianthus*); *C. fulvopulverulentus*, *C. reticulatus* e *C. spicatus* ( subg. *Laxiflorus*); *C. gardneri* e *C. longifolia* (subg. *Weigelttia*). Tais grupos são sobrepostos em apenas dois grandes grupos (1' e 2'), ao ampliar a quantidade de variáveis analisadas (cerca de 75% de informações remanescentes). Neste caso observa-se que o grupo 2' é composto pelas espécies anteriormente pertencentes aos grupos 2 e 3, enquanto o grupo 1' permanece igual (fig. 4).

O grupo 1' é composto, predominantemente, por espécies do subgênero *Cybianthus*, apenas as espécies *C. detergens* e *C. fuscus* deste subgênero ficaram no grupo 2', separadas das demais; as espécies *C. multiflorus* e *C. schlimii* emergiram juntas, mantendo o subgênero *Triadophora* coeso; somente as espécies *C. amplus* e *C. brasiliensis*, subordinadas ao subgênero *Conomorpha*, ficaram separadas das demais. A espécie *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius* (subgênero *Laxiflorus*) emergiu no grupo 1, separada das demais espécies do mesmo subgênero; *Weigeltia* está representado, neste grupo, pelas espécies *C. barrosoanus*, *C. poepigii* e *C. quelchii*. O grupo 2' apresenta menor número de espécies, sendo a maioria pertencente ao subgênero *weigeltia* (*C. densiflorus*, *C. gardneri*, *C. longifolius*, *C. potiaei*); a maioria das espécies analisadas subordinadas ao subgênero *Laxiflorus* (*C. fulvopulverulentus*, *C. reticulatus* e *C. spicatus*), se mantiveram dentro do grupo 2', demonstrando certa coesão nos caracteres polínicos analisados (fig 4).

### 3.2.2. Análise de componente principal (PCA)

O resultado do PCA explicou 81,82% do total da variância. Os dois primeiros eixos principais foram significativos, com 66,39% e 15,42% de variância respectivamente. O tipo de extremidade da endoabertura: afilada (14) ou bifurcada (15), as larguras do colpo (5) e da endoabertura (7), foram as variáveis mais significativas do primeiro componente principal. No segundo eixo as variáveis que apresentaram maiores valores foram: diâmetro polar/DP (1), diâmetro equatorial/ DE (2), comprimento do colpo (4) e DEVP (8) (tab. 3).

O eixo 1 apresenta espécies bastante dispersas entre os polos positivo e negativo, o mesmo resultado não é constatado ao analisar o eixo 2, onde as espécies estão pouco dispersas em ambos os polos, com exceção das espécies *C. detergens* e *C. fuscus* que se destacam das demais no polo negativo do eixo 2. A disposição das espécies, dificulta a

formação de grupos bem estabelecidos, isso se deve ao fato de tais espécies apresentarem poucas características que as diferencie entre si (figs. 5, 6).

É possível observar a separação das espécies, inicialmente em dois grandes grupos definidos pelas variáveis 14 e 15 (endoabertura com extremidades afiladas ou bifurcadas, respectivamente), por apresentar os maiores valores quando comparados eixo 1 e eixo 2 (figs. 5, 7; tab. 3). Além do tipo de extremidade da endoabertura, os valores de DP, DE, P/E, comprimento e largura do colpo e endoabertura, DEVP, LA e camadas da exina foram caracteres que diferenciaram espécies.

A maioria das espécies do subgênero *Cybianthus*, se separou dos demais subgêneros pelos valores de DP (1), DE (2), P/E (3), comprimento do colpo (4) e largura da endoabertura (7); *C. detergens* e *C. fuscus* se apresentaram polarizadas em relação às demais espécies do subgênero por possuírem endoabertura com extremidades bifurcadas diferentemente da maioria das espécies; *C. macrophylus* e *C. penduliflorus* ficaram próximas entre si e se distanciaram das demais, principalmente, pelos valores de DP, largura do colpo e camadas da exina (fig. 6).

As espécies *C. fulvopulverulentus* e *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnoliifolius* subordinadas ao subgênero *Laxiflorus*, se distanciaram das demais espécies pelos valores P/E (3), do comprimento da abertura (4) e DEVP (8) e tipo de extremidade da endoabertura (14), respectivamente. Os subgêneros *Conomorpha* e *Triadophora* se revelaram os mais coesos, apresentando espécies próximas entre si na análise do componente principal (fig.6).

No subgênero *Weigeltiia* observou-se maior diversidade de caracteres, resultando na separação das espécies em polos diferentes de ambos os eixos. *C. poepigii*, embora apresente endoabertura com extremidade afilada diferentemente das demais, se apresenta intimamente relacionada às espécies *C. densiflorus* e *C. gardneri* pelos valores de IAP (5)

e comprimento do colpo (10), em contrapartida, *C. potiaei* está afastada das demais, principalmente, pelos valores de DP (1), DE (2) e largura da endoabertura (7) (Fig. 6).

#### 4. Discussão e conclusão

As 30 espécies de *Cybianthus* estudadas mostraram homogeneidade quanto ao tipo de abertura (cólporos), endoabertura lalongada e padrão de ornamentação da sexinarugulada com perfurações em todas as espécies, com rugulas variando entre conspícuas e inconspícuas nas diferentes espécies.

As diferenças descritas com relação às extremidades da endoabertura (afiladas e bifurcadas) foram descritas pela primeira vez no presente estudo. A maioria das espécies analisadas apresentou endoabertura com extremidade afilada. Os subgêneros *Conomorpha* e *Triadophora* foram os mais homogêneos, os demais subgêneros apresentaram heterogeneidade com relação a esta característica.

Com relação ao tamanho da área polar, as espécies do subgênero *Conomorpha* apresentaram apenas área polar média, enquanto os outros três subgêneros estudados (*Laxiflorus*, *Cybianthus* e *Weigeltia*) tiveram área polar classificada como pequena e média.

Quanto à forma, os grãos de pólen variaram entre subprolatos e prolatos. Os subgêneros *Weigeltia* e *Triadophora* mantiveram a forma constante na maioria das espécies analisadas (prolata), exceto *C. potiaei*, pertencente ao subgênero *Weigeltia*, que apresentou grãos de pólen subprolatos. Os demais subgêneros apresentaram heterogeneidade quanto à forma dos grãos de pólen. No subgênero *Conomorpha* as espécies *C. amplus*, *C. brasiliensis* e *C. pseudoicacoreus* apresentaram a forma subprolata enquanto *C. cardonae* e *C. guyanensis* prolata; as espécies do subgênero *Cybianthus* apresentaram grãos de pólen, predominantemente, prolatos exceto pelas espécies *C.*



*alpestris*, *C. browni*, *C. cuneifolius*, *C. fuscus*, *C. macrophylus*, *C. prieurrii* (subprolatos); somente as espécies *C. fulvopulverulentus* subs. *fulvopulverulentus* e *C. fulvopulverulentus* subs. *magnolifolius*, subordinadas ao subgênero *Laxiflorus*, diferiram das demais quanto a forma (prolata).

A análise hierárquica de cluster realizada (AHC) revelou grupos compostos por espécies dos diferentes subgêneros e a disposição dos pontos (representando as espécies) ao longo do gráfico na análise de componentes principais (PCA) permitiu a individualização de táxons, no entanto, observa-se grande dificuldade na delimitação de grupos ao longo dos eixos de ordenação revelando o compartilhamento de atributos polínicos e a similaridade de algumas espécies subordinadas a subgêneros diferentes.

A maioria das espécies pertencentes ao subgênero *Cybianthus*, são encontradas no mesmo grupo quando observados HCA, estando próximas uma das outras na análise de componente principal (PCA). Ao analisar o dendrograma observa-se que apenas *C. detergens* e *C. fuscus* emergiram separadamente das demais espécies do grupo. Tal informação é corroborada pelo PCA, onde é possível visualizar que apenas duas espécies se encontram no polo negativo do eixo 1. Essa separação se deve ao fato de ambas as espécies apresentarem endoabertura com extremidades bifurcadas, diferentemente das demais espécies do mesmo subgênero, sendo esta característica contrastante às demais espécies.

Em contrapartida o subgênero *Conomorpha* apresentou, predominantemente, espécies com endoabertura de extremidades bifurcadas, exceto as espécies *C. brasiliensis* e *C. amplus*, que foram separadas das demais espécies do subgênero na análise de clusters, esta separação foi confirmada pela análise de componente principal, ao observar que ambas se encontram mais próximas da variável 14 e subordinada ao grupo 1, enquanto as demais espécies deste subgênero foram subordinadas ao grupo 2. O PCA mostra que, *C.*

*cardonae* está mais afastada das demais espécies do subgênero devido aos valores de IAP (10) e largura do colpo (5).

Os grãos de pólen das espécies do subgênero *Laxiflorus* apresentaram, predominantemente, endoabertura com extremidades bifurcadas. Exceto as espécies *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius*, que foi separada das espécies *C. fulvopulverulentus*, *C. reticulatus* e *C. spicatus*. A análise do dendrograma confirmou a proximidade entre *C. fulvopulverulentus*, *C. reticulatus* e *C. spicatus* (AHC). A análise do componente principal (PCA) corrobora a proximidade entre os dois últimos gêneros citados, no entanto, revela o afastamento de *C. fulvopulverulentus* das demais espécies, principalmente, pelos valores do comprimento do colpo (4) e DEVP (8).

O mesmo ocorre com as espécies do subgênero *Welgeltia*, *C. barrosoanos*, *C. quelchii* e *C. poepigii* pertencem ao mesmo cluster (1), enquanto as demais espécies pertencem ao cluster 2 (*C. potiaei* e *C. densiflorus*) e 3 (*C. gardneri* e *C. longifolius*). O resultado apresentado pelo PCA indica a proximidade entre *C. barrosoanos* e *C. quelchii*, porém, afasta *C. poepigii* pelos valores de largura do colpo (5) e IAP (10). As espécies *C. potiaei* e *C. densiflorus* são afastadas entre os eixos principais pelos valores de DE (2), comprimento e largura da endoabertura (6 e 7).

Ambas as espécies pertencentes ao subgênero *Triadophora* (*C. multiflorus* e *C. quelchii*) apresentam proximidade, quando comparadas a análise de grupamento (AHC) e análise do componente principal (PCA).

Os resultados encontrados apresentam valor taxonômico e sistemático, dado que ao mesmo tempo que possibilitaram distinguir alguns táxons por caracteres pontuais, inclusive espécies estritamente relacionados, revelaram um padrão polínico geral consistente para *Cybianthus s.l.*, conforme proposto por Agostini (1980) e aceito por

Pipoly (1981, 1983). Para o autor, estes gêneros deveriam ser circunscritos como subgêneros de *Cybianthus*, posicionamento este aceito por Pipoly (1981, 1983).

Embora os estudos realizados por Agostini (1980) e Pipoly (1981, 1983) sejam contribuições importantes para a classificação de *Cybianthus s.l.*, são utilizadas características morfológicas variáveis aumentando a dúvida quanto à delimitação dos subgêneros. Em 1986, Fonnegra-Gomez analisou comparativamente a morfologia polínica de espécies dos gêneros *Conomorpha*, *Cybianthus* e *Weigeltia*. O autor propôs pesquisas nas áreas de embriologia, anatomia, fitoquímica e citogenética em busca de evidências que contribuam para a atual classificação. Os dados polínicos aqui encontrados, na maioria dos subgêneros, não corroboram a organização como entidades taxonômicas independentes, uma vez que as características polínicas são semelhantes entre as espécies.

O primeiro a descrever de forma superficial, os grãos de pólen dos gêneros *Cybianthus* e *Conomorpha* foi De Candolle (1834). O autor descreveu os grãos de pólen como esféricos. Tal resultado difere daqueles aqui obtidos e, acredita-se que seja devido às técnicas utilizadas e aos métodos de visualização empregados na época.

Espécies subordinadas aos subgêneros *Conomorpha*, *Cybianthus*, *Laxiflorus* e *Weigeltia*, foram analisadas por Fonnegra-Gomez (1986). O autor descreveu grãos de pólen de quinze espécies subordinadas ao subgênero *Conomorpha*, dentre elas, *C. amplus*, *C. fuscus*, *C. prieurii* e *C. pseudoicacoreus*, analisadas no presente trabalho. O autor descreveu os grãos de pólen como 3-colporados, endoabertura lalongada, subprolatos ou prolatos (*C. amplus*). Os resultados aqui encontrados são semelhantes no que se refere ao tipo e número de abertura (3-colporados), mas diferem do autor quanto à forma (prolata em *C. amplus*) e padrão de ornamentação (psilada) em *C. amplus* e *C. pseudoicacoreus*. Das 12 espécies subordinadas ao subgênero *Cybianthus* analisadas no presente estudo, apenas *C. alpestris* não foi analisada pelo autor. Os resultados aqui obtidos são semelhantes,

diferindo apenas quanto à forma descrita por Fonnegra-Gomez (1986) como sendo subprolata em *C. detergens* e prolato-esferoidal em *C. glaber*.

Das três espécies do subgênero *Laxiflorus*, analisadas no presente trabalho, duas (*C. fulvopulverulentus* e *C. spicatus*) também foram analisadas por Fonnegra-Gomez (1986) que as descreveu como possuindo âmbito triangular, área polar pequena e padrão de ornamentação da sexina psilado o que difere dos resultados encontrados neste trabalho. Em relação à forma (prolata-esferoidal em *C. spicatus* e subprolata em *C. fulvopulverulentus*), ao número e tipo de abertura (3-colporados) das espécies analisadas pelo autor estes resultados foram semelhantes àqueles aqui encontrados. Todas as espécies subordinadas ao subgênero *Wegeltia* analisadas no presente estudo (*C. densiflorus*, *C. gardnei* e *C. longifolius*), também foram analisadas por Fonnegra-Gomez (1986). Os resultados foram divergentes quanto à forma do grão de pólen e padrão de ornamentação da sexina, que o autor descreveu como subprolata e psilada, respectivamente. Enquanto no presente estudo os grãos de pólen foram descritos como prolatos com padrão de ornamentação rugulado.

Valenti-Rull (2003) analisou os grãos de pólen de cerca de 20 famílias e 50 espécies de angiospermas, ocorrentes na Venezuela. Dentre as espécies estudadas pelo autor está *Cybianthus ptariensis* Steyerm., não incluída neste estudo. As características polínicas descritas para esta espécie, no entanto, assemelham-se no que se refere ao tipo e número de abertura (3-colporados), diferindo quanto ao padrão de ornamentação, encontrada pelo autor (psilada), ornamentação não encontrada em nenhuma das espécies aqui analisadas.

Cabe ressaltar que as espécies *C. alpestris*, *C. barrosoanus*, *C. cardonae*, *C. poepigii*, *C. potiaei*, *C. quelchii*, *C. reticulatus* e *C. schlimii* foram estudadas palinologicamente pela primeira vez no presente trabalho.

Conclui-se que espécies de *Cybianthus* analisadas apresentam variações morfológicas dentre as quais, a forma, o tamanho e o tipo de extremidade da endoabertura, que permitem a distinção dos táxons analisados. No entanto, não foram encontrados caracteres exclusivos a cada subgênero devido ao compartilhamento de atributos polínicos. Sendo assim, não foi possível delimitar os subgêneros de *Cybianthus* com base nos caracteres morfológicos confirmando a circunscrição, atualmente aceita, para o gênero.

## 5. Referências bibliográficas

- Agostini, G., 1980. Uma nueva clasificación del género *Cybianthus* (Myrsinaceae). *Acta Biologica Venezuelica* 10(2): 129-185.
- Anderberg, A. A. & Ståhl, B., 1997. Phylogenetic interrelationships in the order Primulales, with special emphasis on the family circumscriptions. *Canadian Journal of Botany* 73: 1699-4730.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S., 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas: Ed. Unicamp. 75p.
- Caccavari, M.A.; Naab, O.A. & Tamame, M.A., 2008. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(4): 566-576.
- De Candolle, M. A., 1834. Revue de La famille des Myrsinées. *Annals Sci. Nat.* 2: 285-301
- De Candolle, M. A., 1844. Myrsinaceae. In. Candolle, A. *Prodomus Systematis* 8: 75-140.
- Erdtman, G., 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms*. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 539pp.
- Fonnegra-Gómez, R.J., 1986. *Palinologia da família Myrsinaceae R. Br. no Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 220p.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T. T., 2008. A família Myrsinaceae nos contrafortes do Maciço da Tijuca e contrafortes do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguesia*, v. 59, p. 813-828.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T. T.; Kinoshita, L.S., 2009. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Myrsinaceae. <http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/11771>. *Boletim do Instituto de Botanica (Sao Paulo)*, v. 27, p. 259-267.
- Jung-Mendaçolli, S.L. & Bernacci, L.C., 1997. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (SP, Brasil): Myrsinaceae.

- Jung-Mendaçolli, S.L. & Bernacci, L.C., 2001. Myrsinaceae da APA do Cairúçu, Parati. *Rodriguésia* 52 (81): 49-64.
- Jung-Mendaçolli, S. L., Bernarcci, L.C. & Freitas, M.F., 2005. Myrsinaceae. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S. & Giulietti, A.M.. *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, v.4, p.279-300.
- Jung-Mendaçolli, S. L.; Bernacci, L. C.; Freitas, M. F, 2010. Nova espécie de *Cybianthus* Mart. (Myrsinaceae) do sudeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24 (3)671-673.
- Källersjö, M; Bergqvist, G; Anderberg, A.A., 2000. Generic realignment in primuloid families of the Ericales *s.l.*: a phylogenetic analysis based on DNA sequences from three chloroplast genes and morphology. *American Journal of Botany* 87: 1325–1341.
- McCune B, Mefford M J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G., 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Mez, C. 1902. Myrsinaceae. *Das Pflanzenreich* (9): 1-437.
- Miquel, F. A. G., 1856., Myrsineae. In: Martius, C. F. P.; Eichler, A. W. & Urban, I. P.(eds.). *Flora Brasiliensis* 10: 269-338.
- Pipoly, J.J., 1981. Contributions toward a monograph of *Cybianthus* (Myrsinaceae): I. subgenus *Iteoides* and the identity of *Conomorpha loretensis*. *Brittonia* 33(4): 493-497.
- Pipoly, J.J., 1983. Contributions toward monograph of *Cybianthus* (Myrsinaceae): III. A revision of subgenus *Laxiflorus*. *Brittonia* 35 (1): 61-80.
- Pipoly, J.J., 1987. A systematic revision of the genus *Cybianthus* subgenus *Grammadenia* (Myrsinaceae). *Mem. New York Bot. Gard.* 43:1-76.
- Pipoly, J.J., 1992. The Genus *Cybianthus* subgenus *Conomorpha* (Myrsinaceae) in Guayana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79:908-957.

- Pipoly III, J.J. & Ricketson, J.M. 1997. Myrsinaceae In. Checklist of the Plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). Department of Botany, National Museum of Natural History, Washington, DC.
- Punt, W.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A., 2007. Glossary of pollen and spore. Glossary of pollen and spore terminology. Review Palaeobotany Palynology 143:1 – 81.
- Rull, V., 2003. An illustrated key for the identification of pollen from Pantepui and the Gran Sabana (eastern Venezuelan Guayana). Palynology, 27:99-133.
- Salgado-Labouriau, M.L., 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291p.
- Species link - Centro de referência em informação ambiental - CRIA. Disponível em: <<http://smlink.cria.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- Thiers, B. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>.2013



**Tabela 1.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10) endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies do gênero *Cybianthus*

Espécies	DP( $\mu\text{m}$ )( $\bar{x}$ )	IC 95%	DE( $\mu\text{m}$ )( $\bar{x}$ )	IC 95%	DP/DE	Colpo		Endoabertura		Forma	
						comp.	larg.	comp.	larg.	SP	P
Subgênero <i>Conomorpha</i>											
<i>Cybianthus amplus</i>	18.7(19.7)21.2	19.4-20.0	15.5(15.7)16.2	15.4-16.0	1.25	15.6	3.0	1.7	10.2	+	-
<i>C. brasiliensis</i>	17.5(18.1)20.0	17.7-18.6	15.0(15.4)17.5	15.0-15.8	1.17	16.5	7.0	1.3	6.7	+	-
<i>C. cardonae</i>	20.0(21.6)22.5	21.2-22.0	15.0(15.4)17.5	15.1-15.7	1.40	15.6	2.3	2.6	11.0	-	+
<i>C. guyanensis</i>	21.2(21.9)22.5	21.6-22.2	15.0(15.2)16.2	15.0-15.5	1.43	12.8	4.1	3.1	5.4	-	+
<i>C. pseudoicacoreus</i>	17.5(17.7)20.0	17.4-17.9	13.7(15.4)17.5	15.0-15.8	1.15	14.4	2.8	2.8	9.4	+	-
Subgênero <i>Cybianthus</i>											
<i>C. alpestris</i>	18.7(20.5)23.7	20.0-21.0	17.5(17.7)20.0	17.4-18.0	1.18	16.5	8.0	1.8	8.1	+	-
<i>C. brownii</i>	22.5(24.5)25.0	24.0-24.8	15.0(15.4)17.5	15.0-15.7	1.59	20.4	4.3	2.5	12.5	-	+
<i>C. coriaceus</i>	22.5(23.4)27.5	23.6-25.5	15.0(16.1)18.7	16.5-17.4	1.45	17.5	3.5	3.2	10.5	+	-
<i>C. cuneifolius</i>	25.0(26.0)27.5	25.5-26.5	20.0(21.4)22.5	21.0-22.0	1.21	19.4	3.1	4.0	12.2	+	-
<i>C. cuyabensis</i>	22.5(22.6)23.7	22.3-22.8	15.0(15.8)17.5	15.3-16.3	1.43	14.6	2.5	2.8	10.6	-	+

<i>C. detergens</i>	17.5(21.2)22.5	20.4-22.0	12.5(15.0)17.5	14.1-15.2	1.41	18.6	7.0	2.3	6.7	-	+
<i>C. fuscus</i>	22.5(24.3)27.5	23.6-25.0	17.5(19.0)22.5	18.2-19.7	1.27	19.7	8.5	3.2	4.0	+	-
<i>C. glaber</i>	22.5(24.2)25.0	23.8-24.6	15.0(16.8)18.7	16.4-17.2	1.44	17.5	4.2	4.5	9.3	-	+
<i>C. goyasensis</i>	25.0(26.2)27.5	25.8-26.7	13.7(15.2)16.2	14.9-15.5	1.72	21.2	2.4	3.2	11.7	-	+
<i>C. macrophylus</i>	17.5(18.9)21.2	18.5-19.4	15.0(15.4)16.2	15.1-15.7	1.23	13.0	2.6	2.4	7.8	+	-
<i>C. penduliflorus</i>	17.5(18.0)18.7	17.8-18.3	12.5(13.2)15.0	12.8-13.6	1.36	14.8	2.9	2.9	5.8	-	+
<i>C. prieurrii</i>	22,5(25,0)26,2	24,4-25,4	20,0(20,7)22,5	20,3-21,0	1,20	16,5	6,5	3,4	12,1	-	+
Subgênero <i>Laxiflorus</i>											
<i>C. fulvopulverulentus</i>	23.7(26.0)27.5	25.3-26.5	18.7(20.1)21.2	19.8-20.4	1.29	21.3	9.5	2.0	8.6	+	-
<i>C. fulvopulverulentus subsp. magnolifolius</i>	17.5(18.9)20.0	18.5-19.3	12.5(13.4)15.0	13.0-13.8	1.41	11.8	2.1	2.1	7.5	-	+
<i>C. reticulates</i>	15.5(16.9)17.5	16.4-17.3	12.5(13.2)15.5	12.7-13.6	1.28	13.0	7.5	0.9	4.6	+	-
<i>C. spicatus</i>	17.5(18.5)20.0	18.0-19.0	17.5(18.2)20.0	17.6-18.7	1.01	10.0	5.5	4.0	9.2	-	-
Subgênero <i>Weigeltia</i>											
<i>C. barrosoanus</i>	21.2(22.0)22.5	21.7-22.3	13.7(15.2)16.2	14.9-15.5	1.45	14.5	4.2	3.5	10.5	-	+
<i>C. densiflorus</i>	20.0(21.4)22.5	21.0-22.0	13.7(14.8)15.0	14.4-15.2	1.44	16.6	2.6	0.6	2.8	-	+
<i>C. gardneri</i>	18.7(21.2)22.5	20.8-21.6	12.5(13.4)15.0	13.1-13.7	1.58	19.6	5.2	1.8	8.1	-	+
<i>C. longifolius</i>	17.5(18.0)18.5	17.6-18.1	12.5(13.0)13.7	12.6-13.1	1.38	16.0	6.5	1.4	9.5	-	+

<i>C. potiaei</i>	25.0(26.9)30.0	22.3-31.5	20.0(21.6)25.0	17.9-25.3	1.24	15.2	2.7	2.8	8.2	+	-
<i>C. poeppigii</i>	20.0(21.9)22.5	21.5-22.3	13.7(14.6)15.0	14.3-14.8	1.50	16.4	3.8	2.8	6.6	-	+
<i>C. quelchii</i>	21.2(22.0)22.5	21.8-22.3	15.0(15.9)17.5	15.4-16.3	1.38	15.4	2.6	2.4	11.0	-	+
Subgênero <i>Triadophora</i>											
<i>C. schilimii</i>	27.5(28.8)30.0	28.4-29.2	17.5(19.1)20.0	18.6-19.5	1.51	16.2	3.15	2.2	11.0	-	+
<i>C. multiflorus</i>	27.5(29.2)30.0	28.6-29.2	20.0(21.5)25.0	17.9-25.4	1.39	16.5	4.5	2.5	12.0	-	+

( $\bar{x}$ ) - média aritmética; I.C. - intervalo de confiança; comp.- comprimento; larg. – largura; SP- subprolato; P- prolato

**Tabela 2.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar dos grãos de pólen e abreviações das espécies de *Cybianthus*

Espécies	DEVP	LA	IAP	Exina			Área polar		Abreviações
	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	total	sexina	nexina	P	G	
Subgênero <i>Conomorpha</i>									
<i>Cybianthus amplus</i>	15.1	8.6	0.57	1.7	1.0	0.7	-	+	ampl
<i>C. brasiliensis</i>	15.7	8.5	0.53	1.7	1.0	0.7	-	+	brasi
<i>C. cardonae</i>	15.6	7.1	0.45	1.2	0.5	0.7	+	-	card
<i>C. guyanensis</i>	13.7	7.1	0.52	1.8	1.0	0.8	-	+	guya
<i>C. pseudoicacoreus</i>	12.1	7.1	0.58	1.7	1.0	0.7	-	+	pseu
Subgênero <i>Cybianthus</i>									
<i>C. alpestris</i>	15.3	7.8	0.51	1.8	1.0	0.8	-	+	alpes
<i>C. brownii</i>	16.7	6.5	0.39	2.0	1.0	1.0	+	-	brown
<i>C. coriaceus</i>	18.5	7.5	0.40	2.0	1.0	1.0	+	-	coria
<i>C. cuneifolius</i>	17.0	9.6	0.56	1.8	1.0	0.8	-	+	cunei
<i>C. cuyabensis</i>	15.7	7.1	0.45	1.2	0.75	0.5	+	-	cuya

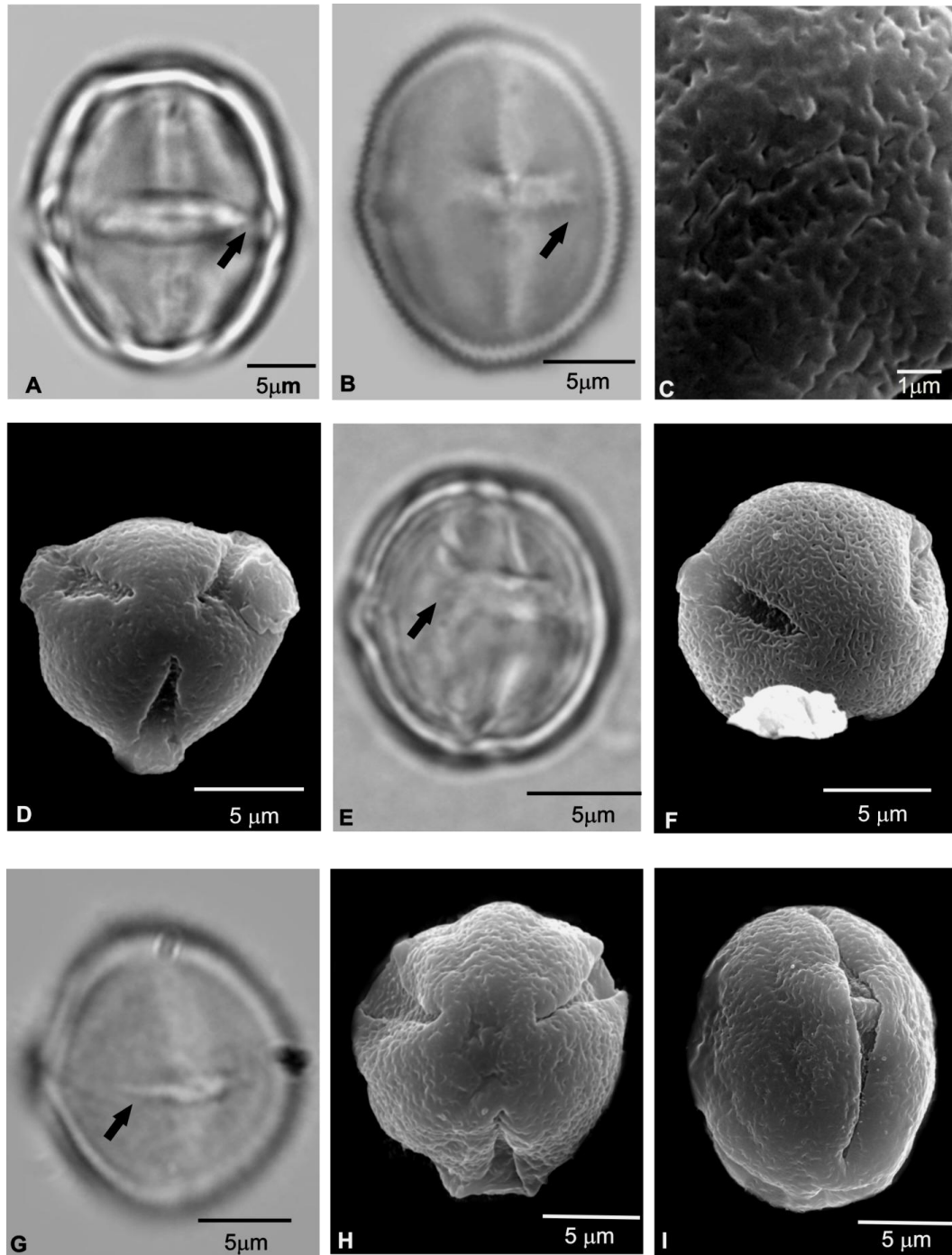
<i>C. detergens</i>	16.7	12.0	0.71	1.1	0.5	0.6	-	+	deter
<i>C. fuscus</i>	20.7	15.7	0.75	1.2	0.5	0.7	-	+	fusc
<i>C. glaber</i>	13.0	4.5	0.34	1.8	1.0	0.8	+	-	glab
<i>C. goyasensis</i>	18.0	6.2	0.35	1.3	0.5	0.8	+	-	goyaz
<i>C. macrophylus</i>	16.2	10.1	0.61	1.8	1.0	0.8	-	+	macro
<i>C. penduliflorus</i>	13.2	5.4	0.40	1.8	1.0	0.8	+	-	pend
<i>C. prieurrii</i>	20.7	6.3	0.30	1.7	1.0	0.7	-	+	prieu
Subgênero <i>Laxiflorus</i>									
<i>C. fulvopulverulentus</i>	20.3	7.0	0.34	1.8	1.0	0.8	+	-	fulv
<i>C. fulvopulverulentus subsp. magnolifolius</i>	15.4	6.3	0.40	1.8	0.8	1.0	+	-	subma
<i>C. reticulates</i>	14.5	6.3	0.43	1.1	0.6	0.5	+	-	reti
<i>C. spicatus</i>	17.0	9.7	0.57	1.5	1.0	0.5	-	+	spic
Subgênero <i>Weigeltia</i>									
<i>C. barrosoanus</i>	15.5	7.5	0.48	1.5	1.0	0.5	+	-	barro
<i>C. densiflorus</i>	15.5	8.7	0.56	1.7	1.0	0.7	-	+	densi
<i>C. gardneri</i>	15.2	7.5	0.49	1.3	0.8	0.5	+	-	gard
<i>C. longifolius</i>	14.2	7.7	0.54	1.6	1.0	0.6	-	+	longi

<i>C. potiaei</i>	20.0	7.5	0.40	1.5	1.0	0.5	+	-	poti
<i>C. poeppigii</i>	14.4	9.6	0.67	1.8	1.0	0.8	+	-	poep
<i>C. quelchii</i>	15.5	7.5	0.48	1.5	0.5	1.0	-	+	quelc
Subgênero <i>Triadophora</i>									
<i>C. schilimii</i>	21.5	11.2	0.52	2.0	1.0	1.0	-	+	schil
<i>C. multiflorus</i>	21.5	10.5	0.49	1.5	1.0	0.5	-	+	multi

\*P-Área polar pequena; G-Área polar grande

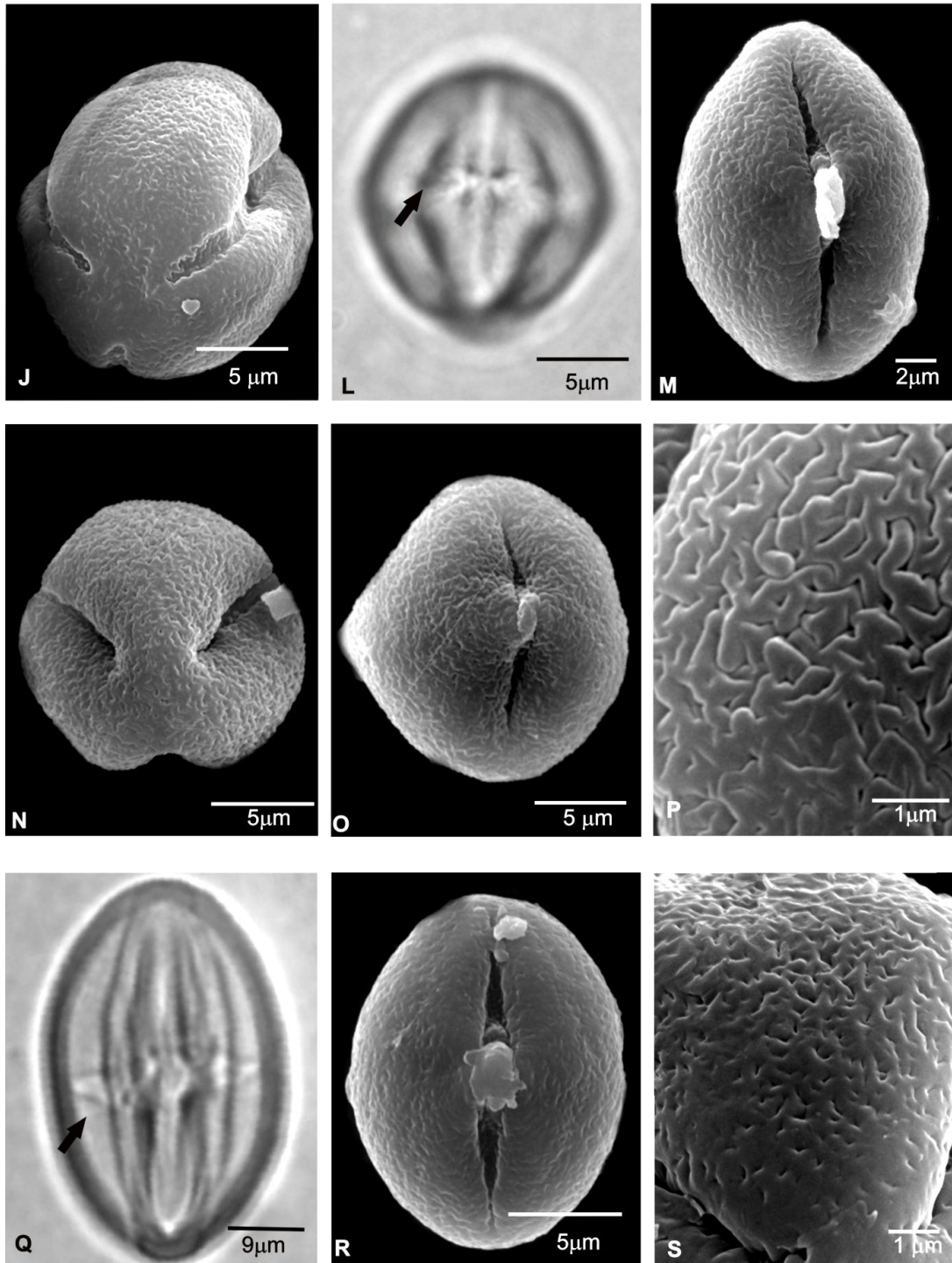
**Tabela 3.** Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA)

<b>Eixo principal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Variância acumulativa (%)	66.39	15.432
<b>Caracteres</b>	<b>Eixos</b>	
Endoabertura com extremidade afilada	-0.572	0.183
Endoabertura com extremidade bifurcada	0.572	-0.183
Largura do colpo	0.337	-0.307
Largura da endoabertura	-0.355	-0.341
Diâmetro polar (DP)	-0.197	-0.437
Diâmetro equatorial (DE)	-0.123	-0.381
DEVP	-0.109	-0.399

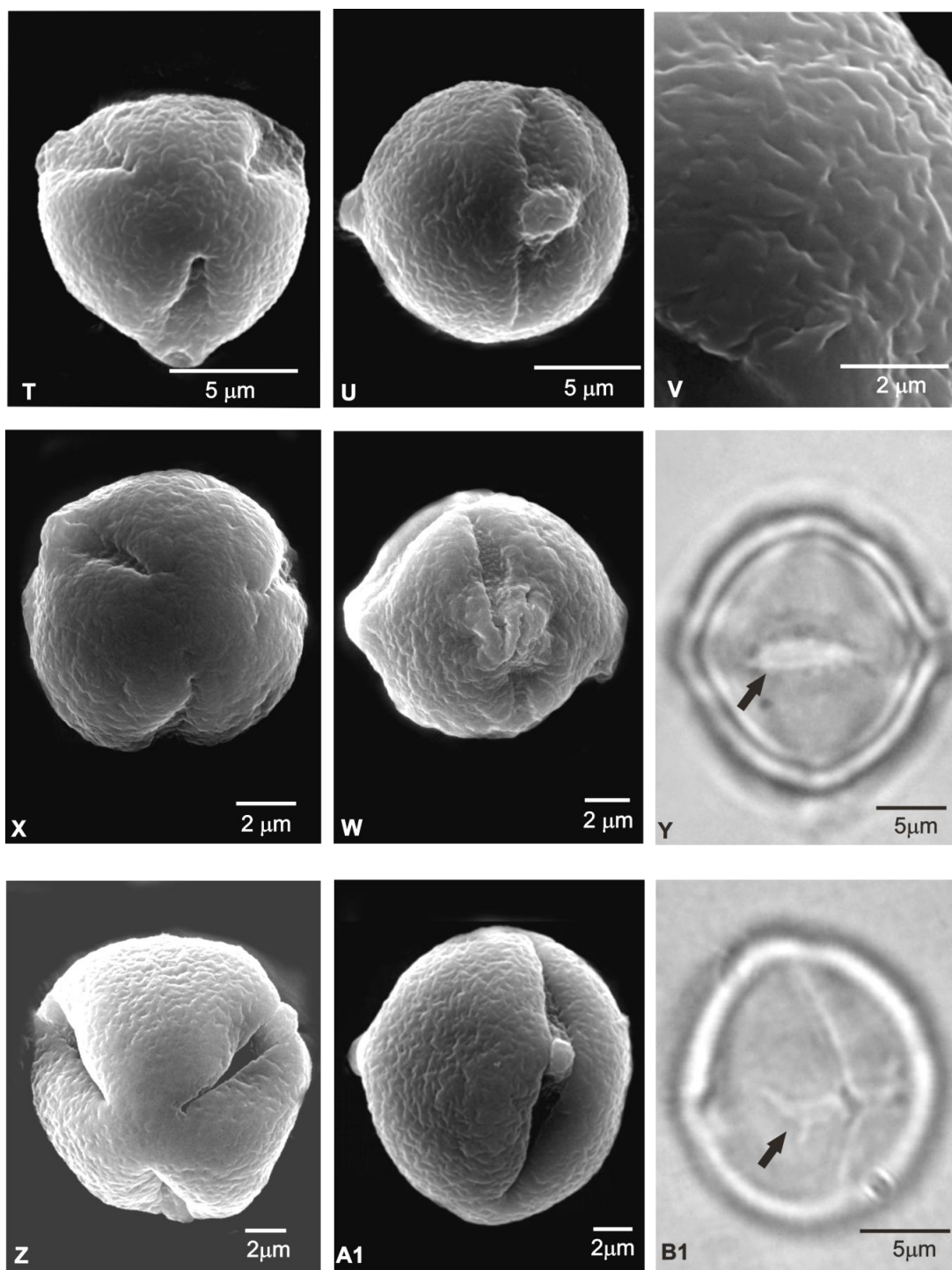


**Figura 1. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Cybianthus* pertencentes aos subgêneros *Conomorpha* e *Cybianthus*. A: *C. amplus* - vista equatorial: abertura (seta evidenciando extremidade afilada); B-C: *C. cardonae* - B. vista equatorial: abertura (seta evidenciando extremidade bifurcada), C. Detalhe da superfície (MEV); D-E: *C. pseudoicacoreus* - D. vista polar: vista geral (MEV), E. vista equatorial: abertura (seta evidenciando extremidade bifurcada); F-G: *C. coriaceus* - F. vista polar: vista geral (MEV), G. vista equatorial: abertura (seta evidenciando extremidade afilada); H-I: *C. cuneifolius*-H. Vista polar: vista geral (MEV), I. vista equatorial: abertura (MEV).**



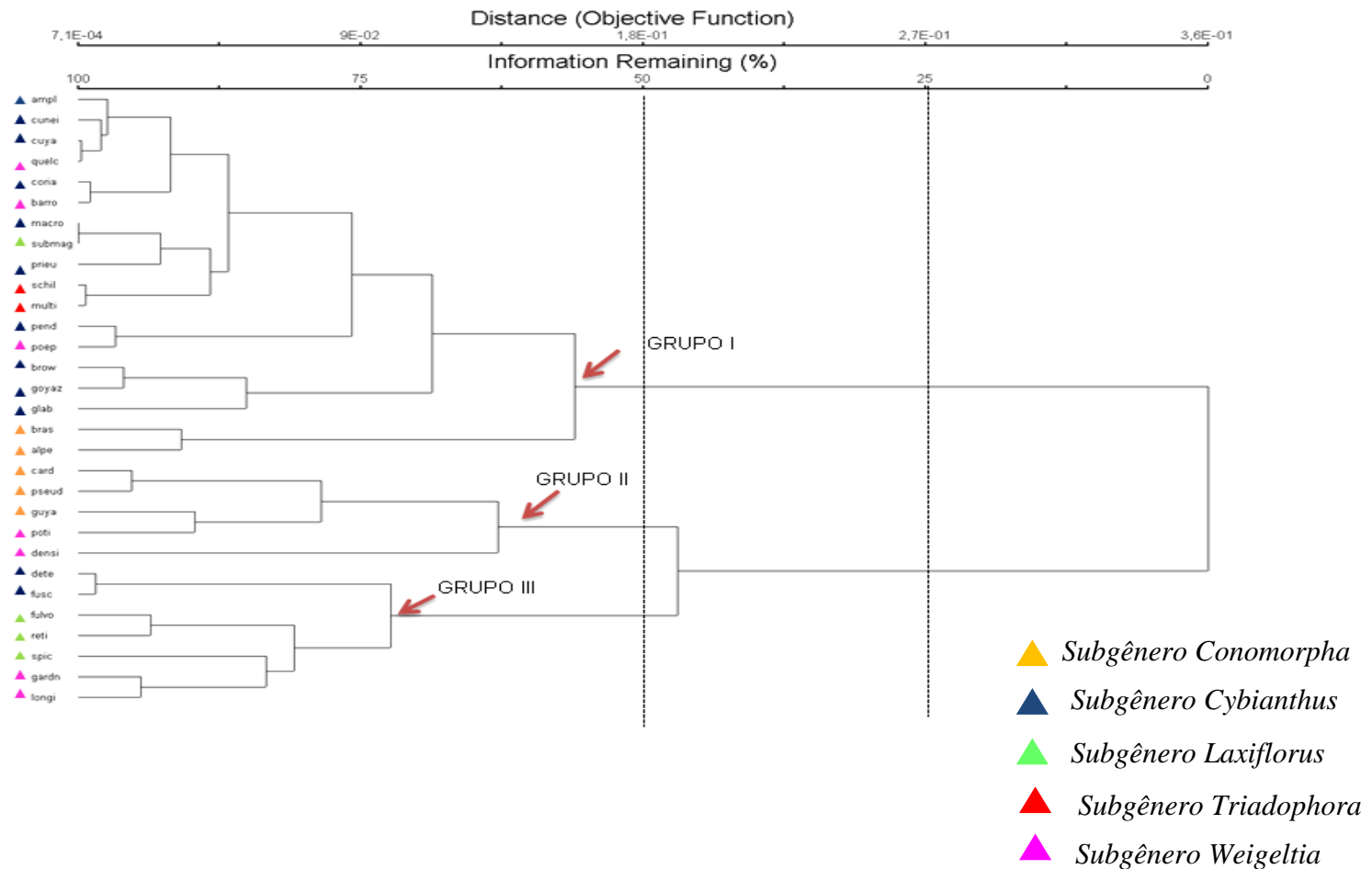


**Figura 2.** Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Cybianthus* pertencentes ao subgênero *Cybianthus*. **J-M:** *C. fuscus* – **J.** vista polar: vista geral (MEV), **L-M.** vista equatorial: **L.** detalhe da abertura (seta evidenciando extremidade bifurcadada), **M.** vista geral: abertura (MEV); **N-P:** *C. glaber* – **N.** vista polar: vista geral (MEV), **O.** vista equatorial: abertura (MEV), **P.** detalhe da superfície (MEV); **Q-S:** *C. goyazensis* – **Q-R.** vista equatorial: **Q.** detalhe da abertura (seta evidenciando extremidade afilada), **R.** vista geral (MEV), **S.** detalhe da superfície (MEV).

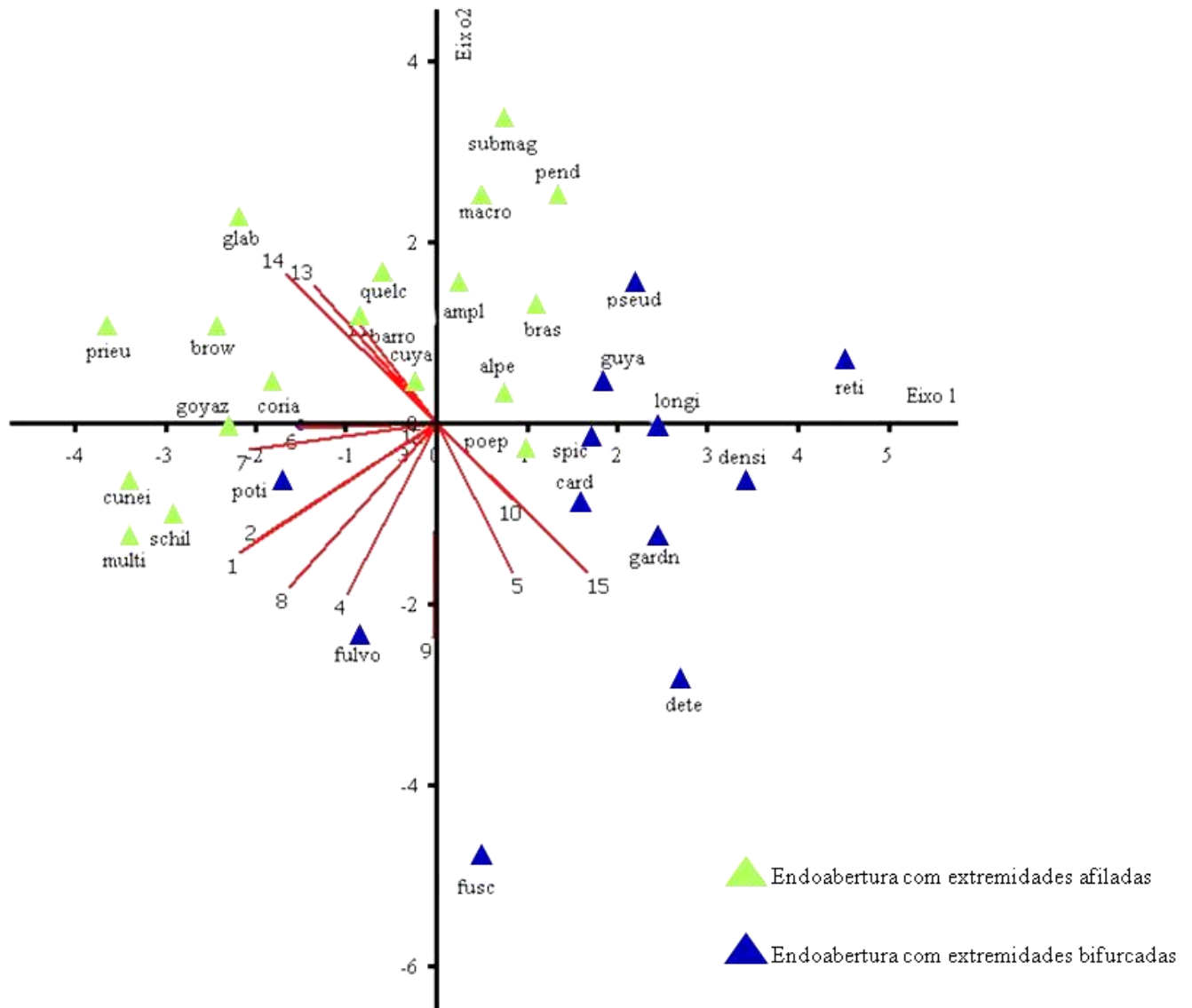


**Figura 3. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Cybianthus* pertencentes aos subgêneros *Laxiflorus* e *Weigeltia*. T-V: *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnifolius*: T. vista polar: vista geral (MEV), U. vista equatorial: abertura (MEV); V. detalhe da superfície (MEV); X. *C. reticulatus*: vista geral (MEV); W. *C. spicatus*: vista equatorial: abertura (MEV); Y. *C. barrosoanus*: vista equatorial: detalhe da abertura (Seta evidenciando endoabertura afilada); Z-A1. *C. gardneri*: Z. vista polar: vista geral (MEV), A1. vista equatorial: abertura (MEV); B1. *C. longifolius*: vista equatorial: detalhe da abertura (seta evidenciando extremidade bifurcada).**

**Figura 4.** Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de *Cybianthus* por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4-5 primeiras letras do epíteto específico

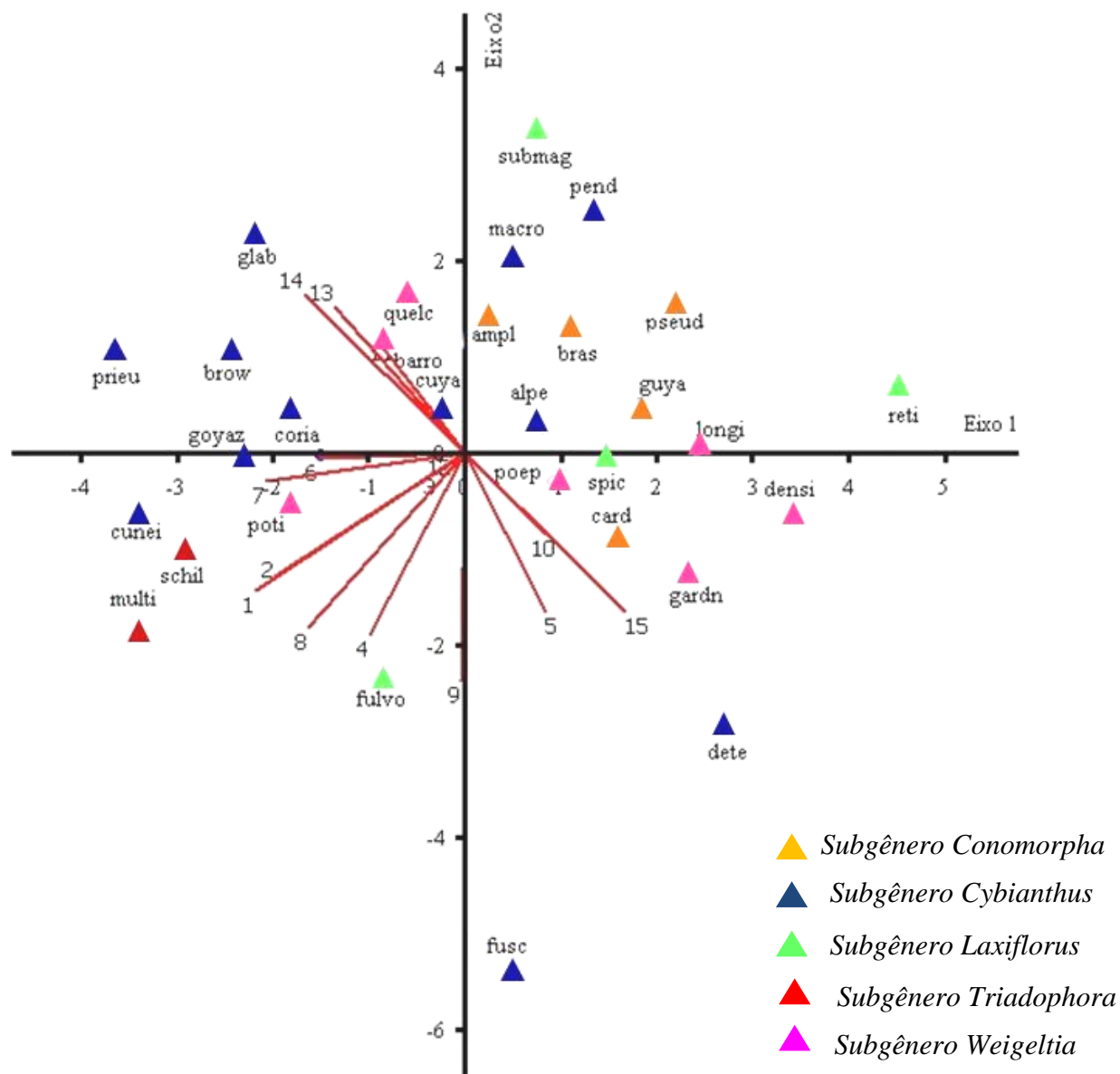


**Figura 5.** Gráfico bidimensional representando os diferentes tipos de extremidades da endoabertura (afilada ou bifurcada) de subgêneros/espécies de *Cybianthus* em PCA. Características correspondentes à numeração (\*)



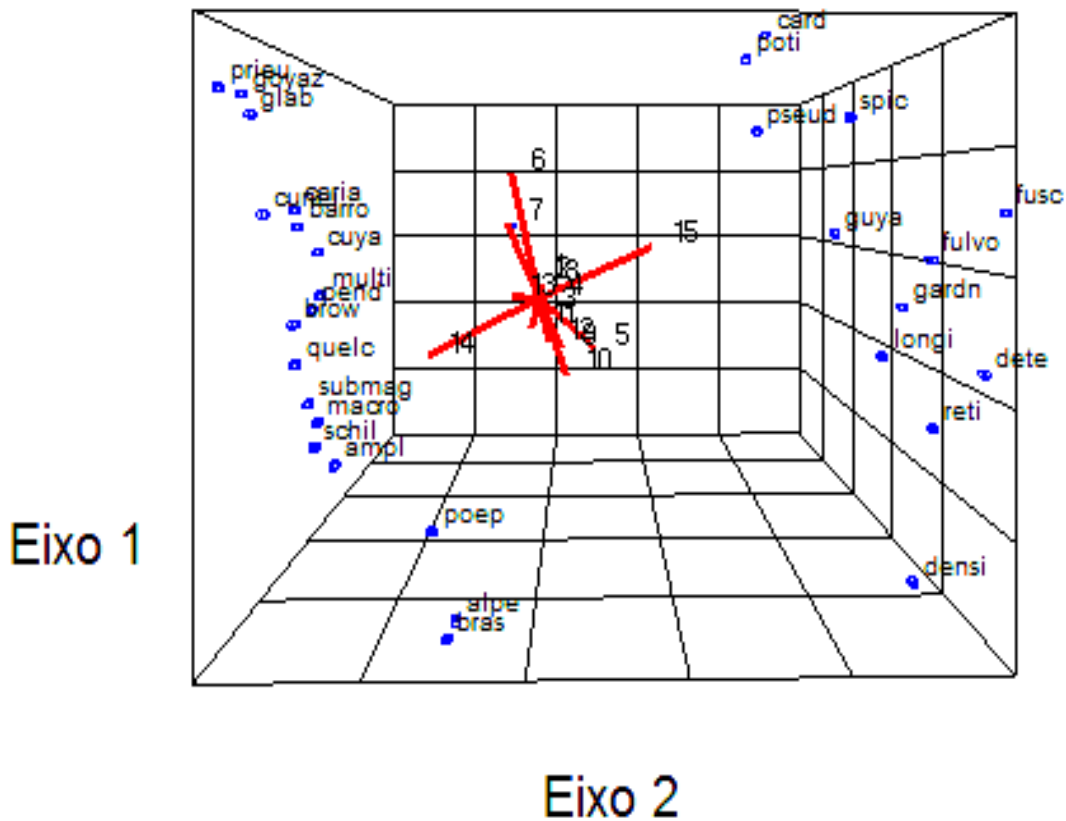
(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. endoabertura com extremidade afilada; 15. endoabertura com extremidade bifurcada.

**Figura 6.** Gráfico bidimensional representando subgêneros/espécies de *Cybianthus* em PCA. Características correspondentes à numeração (\*)



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. endoabertura com extremidade afilada; 15. endoabertura com extremidade bifurcada.

**Figura 7.** Gráfico tridimensional representando os diferentes tipos de extremidades da endoabertura (afilada ou bifurcada) subgêneros/espécies de *Cybianthus* em PCA. Características correspondentes à numeração (\*)



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. endoabertura com extremidade afilada; 15. endoabertura com extremidade bifurcada.

**Apêndice 1.**

*Cybianthus alpestris* (Warm.) Mez. – Brasil. Minas Gerais, Serra do Cipó, \*Pirani J.R. 5075, 8/VI/2002 (RB); Minas Gerais, Município de Santana do Riacho, Rodovia Belo Horizonte - Conceição do Mato Dentro, Meguro M. s/n., 31/X/1985 (RB492647). *C. amplus* (Mez). G. Agostini – Brasil. Amazonas, Rio Negro, \*Ducke A. s/n., 24/XI/1929 (RB 21930); Pará, Município de Belém, Ilha do Mosqueiro, Ducke A. s/n. 18/II/1923 (RB18662). *C. barrosoanus* G. Agostini – Brasil. Manaus, Igarapé do Passarinho, \*Rodrigues, W.A.; Lima, J. 3246, 01/I/1961 (INPA). *C. brasiliensis* (Mez) G. Agostini – Brasil. Pará, Município de Oriximiná, \*Medeiros A. s/n., II/2009 (RB483168); Espírito Santo, Município de Castelo, Pereira E. 2114, 06/XII/1956 (RB). *C. brownii* Gleason - Brasil. Amazonas, Manaus, Rio Cuieiras, \*S.G. Egler s/nº, XI/1993 (RB336364). *C. cardonae* G. Agostini – Brasil. Amazonas, Serra Aracá, \* Prance G.T. et. al s/nº, 23/II/1984 (INPA 132885) *C. coriaceus* Mart. – Brasil. Minas Gerais, Rio Preto, \*Assis, L.C.S. 969, 22/II/2004 (RB). *C. cuneifolius* Mart. – Brasil. Rio de Janeiro, Grumari, \*Carrijo T.T. 1001, 22/VIII/2007 (RB); Rio de Janeiro, Pedra da Gávea, Carauta J.P.P. 2470, 29/V/1977 (RB). *C. cuyabensis* Mez – Brasil. Rondônia, Chapada dos Parecis, \*Vieira M.G. et. al 744, 28/X/1979 (INPA). *C. densiflorus* Miq. – Brasil. Bahia, Município de Mucuri, área de restinga, \*Mori S.A. 10524,14/IX/1978 (RB). *C. detergens* Mart. – Brasil. Minas Gerais, Município Grão Mogol, \*Mello-Silva R. s/n., 04/XI/1987 (RB380830); Minas Gerais, Município de Belo Horizonte, Serra do Taquaril, Mello Barreto 5084, 23/X/1936 (R); Brasília, Distrito Federal, Heringer E.P. 17182, 20/XI/1978 (RB). *C. fuscus* Mart. – Brasil. Minas Gerais, Município de Belo Horizonte, Bairro Baleia, \*Occhioni P. s/n, 29/XI/1940 (RB 44143); São Paulo, Município de Bananal, Serra da Bocaína, Brade A.C. 20101, 5/X/1949; Espírito Santo, Município Venda Nova do Imigrante, Hatschbach G. 61560, 16/I/1995 (RB). *C. fulvopulverulentus* Mez (G. Agostini)

– Brasil. Amazonas, Manaus, Município de Itacoatiara, \*Prance G. T. 9057, 17/XII/1968 (RB); Pará, Rio Tapajós, Ducke A. s/n., 22/VII/1923 (RB18659). *C. fulvopulverulentus* subsp. *magnolifolius* (Mez) Pipoly – Brasil. Amazonas, Serra Aracá, \*Pipoly J.J. 6792, 04/III/1984 (INPA). *C. gardneri* (A. DC.) Agostini – Brasil. Mato Grosso, Município de Nova Xavantina, \*Harley R.M. 11055, 12/XI/1968 (RB). *C. glaber* A. DC. – Brasil. Minas Gerais, Reserva Biológica da Represa do Grama, \*Castro R.M. 721, 02/XII/2001 (RB); Rio de Janeiro, Serra dos Órgãos, Markgraf s/n, X/1952 (RB86694); Rio de Janeiro, Teresópolis, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Pedra do Sino, Seele C.C.S. 262, 10/XI/2004 (RB); Rio de Janeiro, Nova Friburgo, Macaé de Cima, margem do rio das Flores, Wendt T. 187, 15/IX/1988 (RB). *C. goyasensis* Mez – Brasil. Goiás, Alto Paraíso de Goiás, \*Soares-Silva, L.H. 1552, 11/IX/2011 (INPA). *C. guyanensis* (A. DC.) Miq. – Brasil. Manaus, Itacoatiara, Prance G.T. *et. al* 3618, 13/XII/1966. *C. longifolius* Miq.- Brasil. Amapá, margem do Rio Oiapoque, \*Irwin H.S. 48282, 15/IX/1960 (RB); Amapá, Rio Oiapoque, Irwin H.S. s/n, 18/IX/1960 (RB259790). *C. macrophyllus* Miq.- Brasil. Cuiabá, Porto Velho, mineração Jacundá, \*Zarucchi, J.L. s/nº , 7/X/1979 (RB200902). *C. multiflorus* – Bolívia. Pando, Rio Madeira, Prance G.T. *et al.* 8388, 13/XI/ 1968 (INPA). *C. penduliflorus* Mart. – Brasil. Amazonas, Município de Tefé, Rio Solimões, Amaral, \*I.L. *et al.* 698, 11/XII/1982 (INPA). *C. poeppigii* Mez – Brasil. Manaus, Estrada Mauá, \*Prance G.T. *et al.* s/n, 26/III/1971 (INPA29938). *C. potiaei* (Mez) G. Agostini- Brasil. Bahia, Santa Cruz de Cabrália, \*Mori S.A. s/n. (RB232098). *C. prieurii* A. DC.- Brasil. Amazonas, Rio Solimões, \*Mori S.A. s/n., 22/II/1977 (RB 232097). *C. pseudoicacoreus* (Miq.) G.Agostini – Brasil. Amazonas, Manaus, Município de Itacoatiara, \*Prance G. T. 9057, 17/XII/1968 (RB); Rondônia, Município de Vilhena, Zarucchi J.L. 2821, 28/X/1979 (RB). *C. quelchii* (N.E.Br.) G.Agostini – Brasil. Amazonas, Serra Aracá, Pipoly J.J. 6702, 14/02/84 (INPA). *C. reticulatus* (Benth ex. Miq.) G. Agostini – Brasil. Amazonas,



\*Rodrigues W.A. 10644, s/data (RB); Amazonas, Manaus, A. Ducke 203, 23/V/1936 (R).  
*C. schlimii* (Hook. f.) G. Agostini – Brasil. Amazonas, km 500 Rodovia Manaus-Humaitá,  
\*Lowrie, S.R. *et al.* 52, 17/X/1988 (INPA). *C. spicatus* (Kunth) G. Agostini – Brasil.  
Amazonas, Rio Negro – Cucui, \*Nascimento A.C. 189, s/data (RB174092); Amazonas,  
Manaus, Município de Itacoatiara, Agostini G.A. 1971, 12/XII/1986 (R); Amazonas,  
Manaus, Bairro Chapada - Pensador, Ducke A. s/n, s/data (RB37601).

## Capítulo 2

### Palinotaxonomia de espécies de *Myrsine* L. (Myrsinoideae-Primulaceae)

## Resumo

Espécies de *Myrsine* L. (incluindo *Rapanea*) dentre elas: *M. africana*, a espécie tipo, e a espécie *Myrsine melanophleos*, ocorrente na África, anteriormente descrita como *Rapanea melanophleos*, totalizando 21 espécies. Os táxons foram analisados e comparados palinologicamente com o objetivo de buscar caracteres informativos para a classificação do gênero. Grãos de pólen acetolisados foram medidos, descritos e ilustrados sob microscopia de luz, e grãos de pólen não acetolisados foram analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura. Todas as espécies apresentaram grãos de pólen isopolares e em mônades, podendo variar entre pequenos ou médios; prolato-esferoidais, subprolatos ou prolatos; 3-4 colporados, presença de loxocolpo; o padrão de ornamentação variou entre, granulado, reticulado-granulado, rugulado-granulado, rugulado e espículado. A análise de agrupamento hierárquico (HCA) apresentou a formação de quatro grupos de espécies, quando analisados 50 % de caracteres informativos, esses grupos foram confirmados ao comparar a análise de componente principal (PCA). Ao comparar as características polínicas entre as espécies de *Myrsine s.l.*, verificou-se grande semelhança entre a espécie tipo *M. africana*, a espécie de *Myrsine* ocorrente na África (*Myrsine melanophleos*) e as demais espécies de *Myrsine*, havendo distinção entre elas, principalmente pelo tipo de ornamentação da exina. No entanto, este caráter não foi suficiente para isolar a espécie *Myrsine melanophleos* das demais, os atributos polínicos podem ser utilizados como uma ferramenta a mais para sustentar a inclusão do gênero *Rapanea* dentro de *Myrsine*, como proposto atualmente.

Palavras-chave: *Myrsine*, *Rapanea*, Palinologia, Sistemática

## Abstract

Species *Myrsine* L. (ie. *Rapanea*) among them; *M. africana*, species type, and *Myrsine melanophleos* species, occurring in Africa, previously described as *Rapanea melanophleos*, totaling 21 species. The taxa were analyzed and compared palynologically in order to provide subsidies that could contribute to the new classification of the genus. Acetolysed pollen grains were measured, described and illustrated using light microscopy, and pollen grains not acetolysed were analyzed using scanning electron microscopy. All species showed isopolar pollen grains and monads, ranging from small to medium; prolate-spheroidal, subprolate or prolate; 3-4 colpi, presence of loxocolpi; the ornamental pattern varied between, granular, lattice-granulate, rugulate-granulate, regulate and spiculate. The hierarchical cluster analysis (HCA) showed the formation of four species groups when analyzed 50% of informative characters, these groups were confirmed by comparing the principal component analysis (PCA), although these groups were not confirmed in the key pollen some species had their proximity also corroborated this taxa identification tool. By comparing the pollen characteristics between species of *Myrsine* s.l, there was great similarity between the type species *M. africana* and the specie of *Myrsine* occurring in Africa (*Myrsine melanophleos*) and other species of *Myrsine*, with distinction between them, especially by type of ornamentation of the exine. However, this trait was not sufficient to isolate the *Myrsine melanophleos* of other species, the pollen attributes can be used as an additional tool to support the inclusion of the genus within the *Rapanea Myrsine* as currently proposed.

Keywords: *Myrsine*, *Rapanea*, Palynology, Systematic

## 1. Introdução

*Myrsine* L. é um gênero pantropical (Freitas, 2005), com cerca de 300 espécies (Jackes, 2005). No Brasil, é representado por 26 espécies, das quais 17 são endêmicas do país (Freitas *et al.*, 2013).

O gênero caracteriza-se por apresentar hábito arbustivo; folhas inteiras, dentadas, coriáceas, glabra ou escamosa, sésseis ou com pecíolos curtos, freqüentemente agrupadas na extremidade dos ramos. Inflorescências axilares ou caulinares em umbela composta por cerca de 10 flores; flores pequenas, perfeita ou imperfeita, 4-5 (-7) meras; estames subsésseis; anteras inclusas, muitas vezes com tecas unidas e deiscência longitudinal; ovário súpero; sépalas pequenas, livres ou conadas na base, com pontos glandulares conspícuos. Fruto drupa com endocarpo lenhoso (Perea & Perera, 2012).

*Myrsine* foi descrito por Linnaeus em 1753, tendo *Myrsine africana* L. como espécie tipo, levando em consideração, principalmente, características do androceu. O autor descreveu o gênero com filetes curtos (subssésseis) completamente unidos à corola. Posteriormente, Aublet (1775) utilizou a espécie *Rapanea guyanensis* Aublet para descrever o gênero *Rapanea*, o autor distinguiu as espécies deste gênero das espécies de *Myrsine* pela presença de estames sésseis. Esta classificação foi seguida por Mez (1902) na revisão mundial para a família Myrsinaceae (atualmente incluída em Primulaceae).

Diversos autores, no entanto, analisaram espécies dos gêneros e descreveram semelhanças no androceu de *Myrsine* e *Rapanea* (Hosaka, 1940; Pipoly, 1991, 1996; Pipoly & Chen, 1995; Otegui, 1998; Freitas & Kinoshita, 2005). Em sua revisão de espécies de Myrsinaceae ocorrentes no Havaí, Hosaka (1940) considerou *Rapanea* sinônimo de *Myrsine*, Lundell (1966) ao analisar a espécie *Rapanea myricoides* Schlechtend. observou estames subsésseis e não sésseis como descrito por outros autores, reafirmando a classificação proposta por Hosaka.

As mesmas características foram consideradas inconsistentes para separação dos dois gêneros por Fosberg & Sachet (1975), que preferem incluir o gênero *Rapanea* Aubl. em *Myrsine* L.

Ao estudar espécies de *Rapanea* da África, Taton (1980), questionou os caracteres morfológicos utilizados por Mez (1902) para separar espécies do gênero, afirmando que a delimitação de espécies era incerta devido à inconsistência dos caracteres taxonômicos utilizados. Segundo Freitas & Kinoshita (2005), o conhecimento das espécies brasileiras de *Myrsine* é escasso, e as únicas obras, anteriores a de Mez (1902), foram publicadas por Miquel (1856) e, posteriormente, Edwal (1905) com espécies para a flora paulista, porém sem novidades. Há ainda grande divergência sobre o nome a ser utilizado para o principal gênero de Myrsinoideae do Brasil, Souza & Lorenzi (2008) em seu estudo utilizam o nome *Rapanea*. Diante da complexidade na identificação e delimitação de espécies de *Myrsine* L., sobretudo pelas variações e interpretações diferentes dos caracteres taxonômicos, tornam-se importantes novos estudos que possam auxiliar na delimitação do gênero (Siqueira, 1987).

*Myrsine* e *Rapanea* foram considerados gêneros distintos, especialmente em floras regionais e locais, no entanto, quando os dois gêneros são examinados em nível mundial as diferenças entre eles não existem. Autores que analisaram espécies da América do Sul, Nova Zelândia, Ásia e Austrália (Pipoly, 1996; Pipoly & Chen 1995; Heenan & Lange 1998; Otegui 1998; Freitas & Kinoshita 2005, Jackes 2005) descreveram variações no androceu, como a presença de estames sésseis ou subsésseis, entre espécies de *Rapanea* e *Myrsine* s.s. Porém, estes autores afirmaram que as diferenças florais não são suficientes para sustentar os gêneros *Rapanea* e *Myrsine*.

Se a delimitação de *Myrsine* em relação à *Rapanea* parece relativamente resolvida, em relação à delimitação específica *Myrsine* tem sido considerado um gênero “difícil”, mesmo por especialistas (Freitas, 2003). A dificuldade em distinguir as espécies reside, basicamente, na relativa homogeneidade da morfologia floral, que oferece poucos caracteres distintivos entre as espécies. Os caracteres vegetativos, como o tamanho, a forma e o aspecto das nervuras secundárias das folhas, são informativos para a delimitação das espécies. No entanto, como algumas delas (p. ex. *M. parvifolia*, *M. guianensis* e *M. umbellata*) apresentam expressiva variação morfológica nesses órgãos, torna-se difícil, muitas vezes, diferenciar extremos de variação destas espécies polimórficas e das espécies estreitamente relacionadas a elas.

Das espécies de *Myrsine* que ocorrem no Brasil, poucas apresentam caracteres morfológicos exclusivos que permitem sua diferenciação inequívoca. Geralmente o que se observa são espécies, ou conjuntos de espécies delimitadas por caracteres morfológicos finos ou observáveis em indivíduos no campo.

Considerando que os grãos de pólen não estão diretamente sujeitos a agentes ambientais, e que sua morfologia oferece ampla quantidade de caracteres estáveis aplicáveis à distinção de espécies, a palinologia emerge como uma potencial ferramenta à taxonomia de *Myrsine*. Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar aspectos da morfologia polínica informativos à delimitação de espécies de *Myrsine* ocorrentes no Brasil, assim como investigar a existência de atributos diferenciais entre espécies brasileiras e africanas de *Myrsine*, as últimas citadas, tradicionalmente circunscritas em *Rapanea*.

## 2. Material e métodos

Foram estudadas, palinologicamente, 22 espécies de *Myrsine*, incluindo a espécie tipo *Myrsine africana* L., com ocorrência restrita nas regiões centro e sul da África, Ásia (China) e Índia e *Myrsine melanophloes* ocorrente apenas na África, afim de, analisar comparativamente os atributos polínicos de espécies de *Myrsine* (i.e., *Rapanea sensu* Mez 1902) e *Myrsine s.s.*.

Realizou-se um levantamento prévio da distribuição da coleção de ambos os gêneros através do *Species Link* ([sblink.cria.org.br/](http://sblink.cria.org.br/), em 2013), com o objetivo de definir os principais herbários a serem visitados. A partir dessa relação foram priorizados os herbários com maior representatividade e variedade de espécies.

O material polínico estudado foi obtido a partir de anteras férteis de flores em antese e/ou em pré-antese, provenientes de exsicatas depositadas nos herbários (R), (RB) e (PRE), siglas de acordo com o Index Herbariorum (Thiers *continuous up date*).

O material utilizado no presente estudo foi listado em ordem alfabética de espécie, seguido das principais informações de coleta (Apêndice 1).

As lâminas utilizadas no estudo foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia Álvaro Xavier Moreira, do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ.

Para o estudo em microscópio de luz, o material polínico foi preparado segundo o método acetolítico de Erdtman (1952) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau 1973), fotografados e eletromicrografados.

Do material padrão foram mensurados 25 grãos de pólen aleatoriamente em vista equatorial (diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE)). Foram realizadas análises estatísticas, sendo calculados, a média aritmética (X); o desvio padrão da média (SX);



coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, DEVP, LA, camadas da exina e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se apenas a média aritmética.

Para análise do padrão de ornamentação da exina foi utilizada a técnica descrita por Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados.

As descrições polínicas e terminologia adotada seguiram os critérios de Barth & Melhem (1988) e de Punt *et al.* (2007) levando-se em consideração o tamanho, a forma, o número de aberturas e o padrão de ornamentação da sexina. Os resultados do tratamento estatístico foram expressos em forma de tabelas.

Com o auxílio do programa PC-ORD versão 5.31 (McCune & Mefford, 2011) foi realizada a análise exploratória dos dados. Os atributos polínicos das espécies analisadas foram organizados em uma matriz com um total de 16 variáveis, para melhor organização dos dados, nos gráficos elaborados, abreviou-se o nome das espécies com as primeiras três/cinco letras dos epítetos e os atributos polínicos (variáveis) foram expressos por números.

Dentre as variáveis utilizadas, 11 são mensuráveis, a saber: DP (1), DE (2), P/E (3), comprimento (4) e largura do colpo (5), DEVP (6), LA (7), IAP (8), exina (9), sexina (10), nexina (11) e 5 são categóricas referentes aos diferentes tipos de padrões de ornamentação da exina: granulada (12), reticulada-granulada (13), rugulada-granulada (14), rugulada (15) e espiculada (16); com suas respectivas numerações.

Os dados qualitativos foram expressos na matriz, levando em consideração a presença ou ausência dos referidos caracteres, através de numerações: (1) para caracteres presentes ou (zero) para caracteres ausentes.

Variáveis categóricas, a saber, forma e tamanho dos grãos de pólen e área polar, foram retiradas da matriz de análise por apresentarem variáveis mensuráveis

correspondentes (P/E, DP, DE e IAP), a fim de evitar ambiguidades de caracteres e minimizar possíveis erros na organização das espécies nos métodos analíticos utilizados.

A matriz utilizada para a análise multivariada (PCA e Cluster) foi transformada pela raiz quadrada de potência 0.5 a fim de padronizar os dados mensuráveis.

Para a ordenação das variáveis realizou-se a análise de componente principal (PCA) para verificar se os atributos polínicos permitem o agrupamento das espécies. A matriz de variância e covariância (var-cov) foi obtida a partir da média dos dados morfométricos na análise palinológica, coordenadas em um gráfico biplot com base na distância euclidiana. Os resultados foram mostrados em um gráfico bidimensional com o primeiro e segundo, componentes principais. Os valores dos vetores em cada eixo e o total da variância acumulativa foram representados em tabelas, assim como a matriz de caracteres para análise de agrupamento.

Foi realizada a análise de agrupamento (Cluster-AHC) com o objetivo de classificar as espécies analisadas, em grupos que compartilham (similaridade) variáveis polínicas. Foram considerados dois aspectos em relação aos grupos formados e ao conjunto de variáveis analisadas: o percentual de informações (variáveis) necessário para chegar aos grupos, associado à quantidade final de grupos formados. Na análise de Cluster (AHC) foi construído um dendrograma usando a medida de distância euclidiana (Caccavari *et al.*, 2008), com método de linkage Ward's.

As fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia de luz foram realizadas com auxílio de câmera digital Canon Power Shot G6 acoplada ao microscópio Zeiss Axiostar Plus, na objetiva 100X, as eletromicrografias foram realizadas com um microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DS M960. As ilustrações representam os grãos de pólen em vista polar e equatorial, detalhando a ornamentação da sexina e, sempre que possível das aberturas, todas as imagens foram expressas em forma de prancha.

### 3. Resultados

**3.1. Unidade de dispersão, polaridade e tamanho** - Grãos de pólen mônades; isopolares; pequenos na maioria das espécies, variando entre 17,9 – 24,6  $\mu\text{m}$  em diâmetro polar (DP) ou médios apenas nas espécies *M. congesta*, *M. gardneriana*, *M. lancifolia*, *M. monticola*, *M. venosa* e *M. vilosissima* (DP= 25,1 – 28,0  $\mu\text{m}$ ) (tab. 1).

**3.2. Forma e âmbito** - prolata apenas em *M. vilosissima*, prolata-esferoidal em *M. africana*, *M. lancifolia*, *M. leuconeura*, *M. melanophloes*, *M. monticola* e *M. parvifolia* e subprolata nas demais espécies (tab. 1); âmbito quadrangular em *M. congesta*, *M. gardneriana*, *M. lancifolia*, *M. parvifolia*, *M. rubra* e *M. squarrosa* (figs. H, K, V, X) ou circular nas demais espécies (figs. A, F, M, Q, T, B1) e, raramente, subtriangular (figs. C, I, O, E1).

**3.3. Abertura e área polar** - 4 (3)-colporados, colpos estreitos (ca. 1,2-3,5  $\mu\text{m}$ ), curtos em *M. africana*, *M. altomontana*, *M. balansae*, *M. congesta*, *M. coriaceae*, *M. leuconeura*, *M. loefgrenni*, *M. parvula*, *M. squarrosa*, *M. venosa* e *M. melanophloes* ou longos nas demais espécies, segundo índice da área polar (IAP); endoabertura de difícil visualização, sendo mais evidente quando em vista polar, onde se torna possível observar regiões com a ruptura da membrana apertural (figs. A, C, I) ou em vista equatorial, quando possível observar duas aberturas laterais (fig. W), porém essa visualização se torna ainda mais difícil, devido a margem dos colpos se dobrarem próximos a essa região (figs. D, N, S), além do contorno irregular da região apertural (figs. B1, F1). Foram encontrados grãos de pólen 3-colporados nas espécies *M. altomontana*, *M. balansae*, *M. congesta*, *M. glazioviana*, *M. leuconeura*, *M. lineata* e *M. melanophloes* (figs. C, I, O, E1), enquanto nas demais apenas 4-colporados (figs. A, F, H, K, M, Q, T, V, X, B1); sob microscopia de luz é possível observar a presença de loxocolpo em todas as espécies (figs. G, J, P). Área polar grande em *M. africana*, *M. altomontana*, *M. balansae*, *M. congesta*, *M. coriaceae*, *M.*

*leuconeura*, *M. loefgrenni*, *M. parvula*, *M. squarrosa*, *M. venosa* e *M. pulchra* (0,52-0,66  $\mu\text{m}$ ) ou pequena nas demais espécies (0,33-0,50  $\mu\text{m}$ ) (tab. 2)

**3.4. Estratificação e padrão de ornamentação da exina** – Exina variando entre 1,2-2,0  $\mu\text{m}$ ; sexina tão espessa quanto à nexina apenas em *Myrsine africana*, *M. congesta*, *M. gardneriana*, *M. loefgrenni*, *M. melanopholos*, *M. monticola* e *M. venosa*; sexina mais espessa que a nexina nas demais espécies (tab. 2); o padrão de ornamentação variou entre, granulado, reticulado-granulado, rugulado-granulado, rugulado e espículado (figs. B, E, S, Y, A1, D1, G1). As espécies *M. africana*, *M. congesta*, *M. coriacea*, *M. guianensis*, *M. lancifolia*, *M. parvula* e *M. rubra* apresentaram exina granulada (figs. B, L, Y), apenas *M. lineata* apresentou exina rugulada-granulada (fig. Q), apenas *M. monticola* apresentou exina rugulada (fig. U), apenas *M. melanophleos* apresentou exina espículada (fig. W), enquanto as demais espécies apresentaram exina reticulada-granulada (figs. E, T, A1, D1).

De acordo com os resultados obtidos, a forma, área polar, o tamanho e o padrão de ornamentação da exina dos grãos de pólen, foram os atributos polínicos mais significativos que permitiram agrupar ou separar as espécies de *Myrsine* analisadas. As espécies foram organizadas em uma chave polínica de acordo com os caracteres citados.

### Chave polínica para identificação de espécies de *Myrsine*

1. Grãos de pólen prolatos
  2. Grãos de pólen pequenos.....*M. coriacea*
  3. Grãos de pólen grandes.....*M. vilosissima*
1. Grãos de pólen prolato-esferoidais ou subprolatos
  3. Grãos de pólen prolato-esferoidais
    4. Grãos de pólen médios
      5. sexina granulada.....*M. lancifolia*
      5. sexina rugulada.....*M. monticola*
    4. Grãos de pólen pequenos
      6. sexina granulada.....*M. africana*
      6. Sexina reticulada-granulada ou espículada
        7. sexina reticulada-granulada
          8. Área polar pequena.....*M. parvifolia*
          8. Área polar grande.....*M. leuconeura*
          7. sexina espículada.....*M. melanophleos*
  3. Grãos de pólen subprolatos
    9. Grãos de pólen médios
      10. Sexina granulada.....*M. congesta*
      10. Sexina reticulada-granulada
        11. Área polar pequena (0.49  $\mu\text{m}$ ).....*M. gardneriana*
        11. Área polar grande (0.52  $\mu\text{m}$ )..... *M. venosa*
    9. Grãos de pólen pequenos

## 12. Área polar grande

13. Sexina granulada.....*M. parvula*

## 13. Sexina reticulada-granulada

14. Sexina tão espessa quanto a nexina.....*M. loefgrenii*

## 14. Sexina mais espessa que a nexina

15. comprimento do colpo < 10µm.....*M. balansae*15. comprimento do colpo > 10µm.....*M. altomontana, M. squarrosa*

## 12. Area polar pequena

16. sexina rugulada-granulada.....*M. lineata*

## 16. sexina granulada ou reticulada-granulada

17. sexina granulada..... *M. guianensis, M. rubra*

## 17. sexina reticulada-granulada

18. comprimento do colpo > 10µm.....*M. glazioviana*18. comprimento do colpo < 10 µm.....*M. emarginella*

### 3.5. Análises multivariadas

#### 3.5.1. Análise de agrupamento hierárquico (HCA)

As relações entre as espécies de *Myrsine*, produziu um dendrograma com cerca de 88, 24% de explicação dos dados. Ao levar em consideração o percentual de 50 % informações remanescentes (variáveis), observa-se a formação de três grupos. O grupo 1 formado pelas espécies *M. africana*, *M. congesta*, *M. coriacea*, *M. guianensis*, *M. lancifolia*, *M. parvula* e *M. rubra*. As espécies *M. congesta*, *M. guianensis*, *M. parvula* e *M. rubra* são próximas entre si (fig. 4).

As espécies *M. lineifolia*, *M. melanophleas* e *M. monticola* estão alocadas no grupo 2, as duas primeiras se apresentam próximas entre si, enquanto, *M. monticola* emerge separadamente das demais. O grupo 3 com o maior número de espécies, bem próximas entre si, exceto por *M. vilosissima* que emergiu separadamente das demais espécies do grupo (fig. 4).

#### 3.5.2. Análise de componente principal (PCA)

O resultado do PCA explicou 58,25 % do total da variância. Os dois primeiros eixos principais foram significativos, com 37,64% e 20,61% de variância respectivamente. O padrão de ornamentação da exina: granulada (12) ou reticulada-granulada (13) e os valores de diâmetro polar/DP (1), foram as variáveis mais significativas do primeiro componente principal. No segundo eixo as variáveis que apresentaram maiores valores foram: diâmetro polar/DP (1), diâmetro equatorial/ DE (2), comprimento do colpo (4), largura do colpo (5) e DEVP (6) (tab. 3). O polo negativo do eixo 1 apresenta espécies pouco dispersas, evidenciando a nitidez do grupo formado. O contrário ocorre ao analisar as espécies no polo positivo do mesmo eixo (fig. 5).

As espécies *M. altomontana*, *M. balansae*, *M. emarginata*, *M. gardneriana*, *M. glazioviana*, *M. leuconeura*, *M. loefgrenii*, *M. parvifolia*, *M. squarrosa*, *M. venosa* e *M. vilosissima*, se afastaram das demais no polo negativo do eixo 1, principalmente, por apresentar exina reticulada-granulada (13); além do padrão de ornamentação da exina, os valores de DP, DE, P/E foram caracteres que favoreceram a dispersão deste grupo isolado dos demais (fig 5, 6; tab. 3).

Embora *M. lineata*, *M. melanophloes* e *M. monticola* apresentem padrão de ornamentação da exina diferentes (rugulado-granulado, rugulado e espiculado, respectivamente), tais espécies aproximaram-se entre si no polo positivo do eixo 1. Tal aproximação deve-se ao fato de apresentarem valores semelhantes de IAP (8), exina (9), nexina (10) e sexina (11), no entanto, *M. lineata* se destacou das duas espécies do mesmo grupo por apresentar o maior valor de P/E (variável 3). As demais espécies estudadas destacaram-se na extremidade do eixo 1, entre os polos positivo e negativo, por apresentarem exina granulada (12) (figs. 5, 6; tab. 3).



#### 4. Discussão e conclusão

O conjunto dos resultados obtidos possibilitou a construção de uma chave polínica, inicialmente dividida em dois grandes grupos de acordo com a forma dos grãos de pólen. Os atributos polínicos utilizados subsequentemente para identificar os táxons foram: o tamanho, área polar e padrão de ornamentação da exina.

Apenas as espécies *M. altomontana* e *M. squarrosa*; *M. guianensis* e *M. rubra*. não puderam ser separadas na chave elaborada através dos atributos polínicos utilizados.

O tamanho dos grãos de pólen permitiu separar as espécies *M. congesta*, *M. gardneriana*, *M. lancifolia*, *M. monticola*, *M. squarrosa*, *M. venosa* e *M. vilosissima*, que apresentaram tamanho médio, das demais espécies que apresentaram grãos de pólen pequenos.

O padrão de ornamentação da exina foi outro atributo importante para diferenciação dos táxons e variou entre: granulada, reticulada-granulada, rugulada-granulada, rugulada e espículada. Apenas a espécie *M. melanophloes* apresentou grãos de pólen espículados; rugulada-perfurada apenas *M. lineata*; rugulada apenas *M. monticola*; *M. africana*, *M. congesta*, *M. coriacea*, *M. guianensis*, *M. parvula* e *M. rubra*, exina granulada e as demais espécies reticulada-granulada.

A proximidade entre espécies foram constatadas através da análise hierárquica de agrupamentos (AHC), bem como da chave polínica e foi confirmada através da disposição dos pontos (espécies) ao longo do gráfico na análise de PCA e na maioria. É possível observar, através da análise de componentes principais, dois grandes grupos polarizados ao longo do eixo 1 e um grupo intermediário, próximo ao centro de ambos os eixos, formado por pequeno número de espécies. Os pontos que representam as espécies *M. altomontana*,

*M. gardneri* e *M. venosa* no gráfico de componente principal se apresentam sobrepostos devido ao compartilhamento de caracteres observados.

O dendrograma mostra o grupo 1 formado pelas espécies *M. africana*, *M. congesta*, *M. coriacea*, *M. guianensis*, *M. lancifolia*, *M. parvula* e *M. rubra*. A análise do mesmo grupo no gráfico bidimensional de PCA corroborou a proximidade entre as espécies e permitiu definir os caracteres que mais influenciaram na conformidade do clado.

As espécies *M. congesta* e *M. parvula* emergiram juntas com *M. guianensis* e *M. rubra*, enquanto as demais emergiram separadamente no mesmo clado; *M. congesta*, *M. parvula* e *M. rubra* alocados no mesmo clado por apresentarem valores de LA aproximados ( $\geq 10\mu\text{m}$ ); enquanto *M. guianensis* se destaca das demais pelo valor de LA diferente ( $\leq 10\mu\text{m}$ ). *M. lancifolia* se afastou das demais, principalmente, por apresentar os maiores valores de DP (1), DE (2) e comprimento colpo (4). *M. africana* e *M. coriacea* ficaram próximas por apresentar o mesmo valor de DEVP (18,2  $\mu\text{m}$ ). Na chave polínica, observa-se a semelhança das espécies *M. guianensis* e *M. rubra* pelo tamanho da área polar (pequena) corroborando a disposição dos táxons no gráfico bidimensional de PCA.

As espécies *M. lineata*, *M. melanophleos* e *M. monticola* estão alocadas no grupo 2 ao analisar o dendrograma e o gráfico bidimensional de PCA. Embora *M. melanophleos* apresente padrão de ornamentação da exina diferente das demais (espículada), os valores de P/E (3), DEVP (6) e LA (7) aproximam *M. melanophleos* de *M. monticola*. Ao analisar o dendrograma, no entanto, observa-se que *M. lineata* está próxima de *M. melanophleos* e *M. monticola* emerge separadamente. Ao observar a chave polínica percebe-se a semelhança entre as espécies *M. melanophleos* e *M. monticola*, tal semelhança se deve a forma dos grãos de pólen, prolata-esferoidal, enquanto *M. lineata* se diferencia por apresentar grãos de pólen subprolatos. Tal resultado foi corroborado na análise de componente principal.

O cluster 3, apresenta o maior número de espécies, separadas principalmente, por apresentar exina reticulada-granulada (13). A análise de agrupamento (AHC) é corroborada pela análise de componentes principais (PCA), no entanto, a proximidade revelada pela sobreposição de pontos das espécies *M. altomontana*, *M. gardneriana* e *M. venosa* no gráfico de PCA não é observada na análise de grupos (AHC). Tal sobreposição entre as espécies citadas se deve ao fato de apresentarem valores semelhantes de DE (2) e LA (7). Na chave polínica apenas *M. gardneriana* e *M. venosa* ficaram próximas entre si por apresentarem grãos de pólen médios, enquanto *M. altomontana* se aproximou de *M. squarrosa*, por apresentar grãos de pólen pequenos e comprimento do colpo semelhante.

Poucos são os estudos polínicos com o gênero *Myrsine*, Mohl (1835), De Candolle (1841) e Miquel (1856), estudaram de forma superficial os grãos de pólen do gênero, suas observações foram feitas em grãos de pólen não acetolisados e não apresentam dados que possam ser comparados com os do presente estudo.

O primeiro a analisar os grãos de pólen do gênero foi Ikuse (1956), o autor descreveu os grãos de pólen como oblato-esferoidais a prolatos, âmbito subcircular ou circular 4-(3-5) colpados. Os resultados encontrados no presente estudo diferem dos descritos pelo autor no que diz respeito a forma oblata-esferoidal, não encontrada em nenhuma espécie estudada.

Straka (1967) estudou espécies de *Myrsine* e descreveu os grãos de pólen variando de suboblato a prolato, 4 (3-5) colpados ou colporados. Os resultados encontrados pelos autores divergiram dos encontrados no presente estudo quanto a forma (suboblata) e ao tipo de abertura colparada, essas características não foram encontradas nas espécies analisadas.

Ao estudarem espécies de Myrsinoideae do cerrado, Salgado-Laboriau & Morphy (1969), descreveram os grãos de pólen de *Myrsine* como colpados, mas relataram a

ocorrência de grãos de pólen colporados em outros ambientes. Foram encontrados resultados semelhantes quanto ao tipo de abertura colparada, também descrita nas espécies analisadas no presente estudo.

Makgraf & D'Antony (1978), descreveram os grãos de pólen de *Myrsine ferruginea*, tal espécie não foi analisada no presente trabalho, porém os resultados encontrados pelos autores se assemelham aos encontrados aqui no que diz respeito a forma (prolata-esferoidal) e ao tipo de abertura (colpado).

Em 1973, Salgado-Laboriau descreveu os grãos de pólen de *Myrsine umbellata*, os resultados encontrados pelo autor se assemelharam aos encontrados nas espécies analisadas no presente estudo no que diz respeito a forma (prolata-esferoidal), ao tipo e número de aberturas (4-colpados).

Fonnegra-Gomez (1986) estudou, cerca de, 26 espécies de *Myrsine* ocorrentes no Brasil. Os resultados encontrados pelo autor divergiram dos aqui encontrados quanto à forma e tipo de abertura, descrita pelo autor, como oblata-esferoidal e 3 (4) colpos, respectivamente. Os resultados do autor se assemelharam aos encontrados no presente estudo no que diz respeito ao número de aberturas e ao padrão de ornamentação da sexina.

Conclui-se que as espécies de *Myrsine* analisadas apresentam variações morfológicas, que permitem a distinção dos táxons. No entanto, ao comparar as características polínicas entre as espécies de *Myrsine* ocorrentes no Brasil e na África, constata-se que os grãos de pólen do gênero são muito similares, e não apresentam características que possam ser utilizadas para sua separação. Neste caso, os atributos polínicos podem ser utilizados como uma ferramenta a mais para sustentar a inclusão do gênero *Rapanea* dentro de *Myrsine*, proposto por Pipoly (1981) e mantida na classificação atual.

## 5. Referências bibliográficas

- Aublet, F. 1775. Histoire des Plantes de la Guiane Fran-jeoise, 2vols. Pierre-Francoise Di dot., Paris.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Campinas: Ed. Unicamp. 75p.
- Caccavari, M.A.; Naab, O.A. & Tamame, M.A. 2008. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. Spanish Journal of Agricultural Research 6(4): 566-576.
- De Candolle, M. A. 1841. Deuxieme memoire sur les Myrsineacees. Annals Science Natural Botany, ser. 2, 16: 65-97.
- Edwall, G. 1905. Família Myrsinaceae. In Flora Paulista. Comissão Geographica e Geológica de São Paulo 15: 1-45.
- Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms. Stockholm: Almqvisit & Wiksell, 539pp.
- Fonnegra-Gómez, R.J. 1986. Palinologia da família Myrsinaceae R. Br. no Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 220p.
- Fosberg, F.R. & Sachet, M.H. 1975. Polynesian plant studies. Smith Contr. Bot. 21: 3-11.
- Freitas, M.F. 2003. Estudos taxonômicos das espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Tese de doutorado**. São Paulo, Campinas, 235 p.
- Freitas, M.F. & Kinoshita L. S. 2005. Novas espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) para o Brasil. Rodriguésia 56 (87): 67-72.
- Freitas, M.F., Carrijo, T.T. & Bernacci, L.C. Myrsinaceae. In: Catálogo de plantas do Brasil. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2013>>.
- Heenan, P.B. & Lange. 1998. Dioecism in *Elingamita johnsonii* (Myrsinaceae) New Zeland of Botany 38:569-574.

- Hosaka, E. Y. 1940. A revision of Hawaiian species of *Myrsine* (*Suttonia*, *Rapanea*), Myrsinaceae. Occasional papers of Bernice Bishop Museum. Hawaii 16: 25-76.
- Ikuse, M. 1956. Pollen grain of Japan. Tokyo: Hirokawa Publ. 303p.
- Jacks, B. 2005. Studies in Australian Myrsinaceae: *Tapeinosperma* Hook.f. *Austrobaileya* 7(1):99-110.
- Lundell, C. L. 1966. Studies of the American Myrsinaceae I. **Wrightia** 3 (5): 77-90.
- Makgraf, V. & D'antony, H.L. 1978. Pollen flora of Argentina. Tucson: The Univ. Arizona Press. 208p.
- McCune B, Mefford M J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melhem, T.S., Cruz-Barroz, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G. 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Mez, C. 1902. Myrsinaceae. *Das Pflanzenreich* (9): 1-437.
- Miquel, F. A. G. 1856. Myrsineae. *In*: Martius, C. F. P.; Eichler, A. W. & Urban, I. P.(eds.). *Flora Brasiliensis* 10: 269-338.
- Mohl, H. 1835. Sur la structure et les forms des grains de pollen. *Annals Sci. Nat.* 4: 304-346.
- Otequi, M. 1998. Sinopsis del género *Myrsine* L. (Myrsinaceae) en el Cono Sur de América del Sur. *Candollea* 53(10): 133-157.
- Pipoly, J. J. 1991. Notas sobre el genero *Ardisia* Swartz en Colombia. *Caldasia* 16(78): 277-284.
- Pipoly, J. J. & Chen, C. 1995. Nomenclatural notes on the Myrsinaceae of China. *Novon* 5: 357-361.

- Pipoly, J. J. 1996. New species of *Ardisia* (Myrsinaceae) from Ecuador and Peru. *Sida* 17(2): 445-458.
- Punt, W.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore. Glossary of pollen and spore terminology. *Review Palaeobotany Palynology* 143:1 – 81.
- Salgado-Labouriau, M.L. & Morhy, L. 1969. Pollen Grains of Plants of the “Cerrado” XXII – Myrsinaceae, Ochnaceae and Polygalaceae. *Anais Acad. Brasil. Ci.* 41(2):249-258.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. *Botânica Sistemática*. Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Siqueira, J. C. 1987. Considerações taxonômicas sobre as espécies do gênero *Rapanea* Aublet (Myrsinaceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. *Pesquisas Botânica* 38: 147-156.
- Species Link - Centro de referência em informação ambiental - CRIA. Disponível em: <<http://smlink.cria.org.br>>. Acesso em: 20 jan. 2013
- Straka, H. 1967. Über die mögliche phylogenetische Bedeutung der Pollenmorphologie der madagassischen *Bubbia perrieri* R. *Cap. Grana Palynol.* 4: 355-360.
- Taton, A. 1980. Contribution à l'étude des genres *Embelia*, *Maesa* et *Rapanea* (Myrsinaceae) Afrique tropicale. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 50: 201-226.
- Thiers, B. 2014. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>

**Tabela 1:** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25), ectoabertura (n=10), forma e tamanho dos grãos de pólen das espécies do gênero *Myrsine*.

Espécies	DP( $\mu\text{m}$ )	IC 95%	DE( $\mu\text{m}$ )	IC 95%	DP/DE	Colpo	Forma						Tamanho
	( $\bar{x}$ )		( $\bar{x}$ )				Comp	Larg	PE	SP	P	PQ	M
<i>Myrsine africana</i>	17.5(18.2)20.0	17.8-18.6	15.0(16.2)17.5	15.8-16.6	1.12	10.2	1.2	+	-	-	+	-	
<i>Myrsine altomontana</i>	23.7(24.6)25.0	24.3-24.8	20.0(20.5)21.2	20.3-20.8	1.19	12.6	3.0	-	+	-	+	-	
<i>Myrsine balansae</i>	22.5(23.7)26.2	23.1-24.3	17.5(18.8)21.2	18.1-19.5	1.25	8.6	2.3	-	+	-	+	-	
<i>Myrsine congesta</i>	23.75(25.4)26.	25.0-25.8	20.0(20.8)22.5	20.4-21.2	1.22	13.0	2.4	-	+	-	-	+	
<i>Myrsine coriácea</i>	17.5(17.9)18.7	17.6-18.1	12.5(13.1)13.7	12.8-13.4	1.36	8.1	1.8	-	-	+	+	-	
<i>Myrsine emarginella</i>	22.5(24.1)25.0	23.7-24.5	18.7(19.5)20.0	19.1-19.8	1.23	9.8	1.8	-	+	-	+	-	
<i>Myrsine gardneriana</i>	25.0(25.8)27.5	23.0-28.8	20.0(20.4)21.2	16.1-24.7	1.26	10.6	2.6	-	+	-	-	+	
<i>Myrsine glazioviana</i>	21.2(22.1)25.0	21.8-22.5	17.5(18.0)18.7	17.7-18.2	1.23	13.2	2.1	-	+	-	+	-	
<i>Myrsine guianensis</i>	20.0(22.8)25.0	22.0-23.6	17.5(17.8)18.7	17.5-18.0	1.30	10.8	2.8	-	+	-	+	-	
<i>Myrsine lancifolia</i>	26.2(27.0)27.0	26.7-27.2	23.7(24.2)25.0	23.9-24.4	1.11	16.9	2.7	+	-	-	-	+	
<i>Myrsine leuconeura</i>	21.2(24.1)25.0	23.5-24.7	20.0(22.7)25.0	21.9-23.4	1.06	9.8	1.8	+	-	-	+	-	
<i>Myrsine lineata</i>	22.5(22.8)23.7	22.6-23.0	16.2(17.2)17.5	17.0-17.5	1.32	14.4	1.1	-	+	-	+	-	



<i>Myrsine loefgrenii</i>	22.5(23.2)25.0	22.7-23.6	17.5(17.9)18.7	17.6-18.1	1.29	11.8	1.0	-	+	-	+	-
<i>Myrsine melanophleos</i>	22.5(24.6)27.5	24.0-25.3	20.0(21.7)22.5	21.2-22.3	1.13	14.9	3.1	+	-	-	+	-
<i>Myrsine monticola</i>	27.5(28.0)30.0	27.5-28.4	22.5(24.9)27.5	24.0-25.7	1.12	8.2	2.1	+	-	-	-	+
<i>Myrsine parvifolia</i>	22.5(22.8)23.7	22.6-23.0	18.7(20.0)21.2	19.8-20.2	1.14	8.3	3.5	+	-	-	+	-
<i>Myrsine parvula</i>	22.5(24.5)26.2	24.0-24.9	18.7(20.0)22.5	19.7-20.3	1.22	13.4	2.1	-	+	-	+	-
<i>Myrsine rubra</i>	22.5(24.0)26.2	23.5-24.6	20.0(20.9)22.5	20.4-21.3	1.15	11.0	2.1	-	+	-	+	-
<i>Myrsine squarrosa</i>	22.5(23.7)25.0	23.0-24.3	17.5(18.8)22.5	18.1-19.5	1.26	10.8	2.0	-	+	-	+	-
<i>Myrsine venosa</i>	25.0(25.1)26.2	24.6-25.5	20.0(20.4)22.5	20.0-20.8	1.23	13.4	1.4	-	+	-	-	+
<i>Myrsine vilosissima</i>	25.0(25.6)27.5	25.2-26.0	17.5(18.8)20.0	18.4-19.2	1.36	16.9	3.2	-	-	+	-	+

( $\bar{x}$ ) - média aritmética; I.C. - intervalo de confiança; comp.- comprimento; larg. – largura; PE- prolato-esferoidal; SP- subprolato; P- prolato; PQ- pequeno; M- médio

**Tabela 2:** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar e padrão de ornamentação dos grãos de pólen de espécies de *Myrsine*.

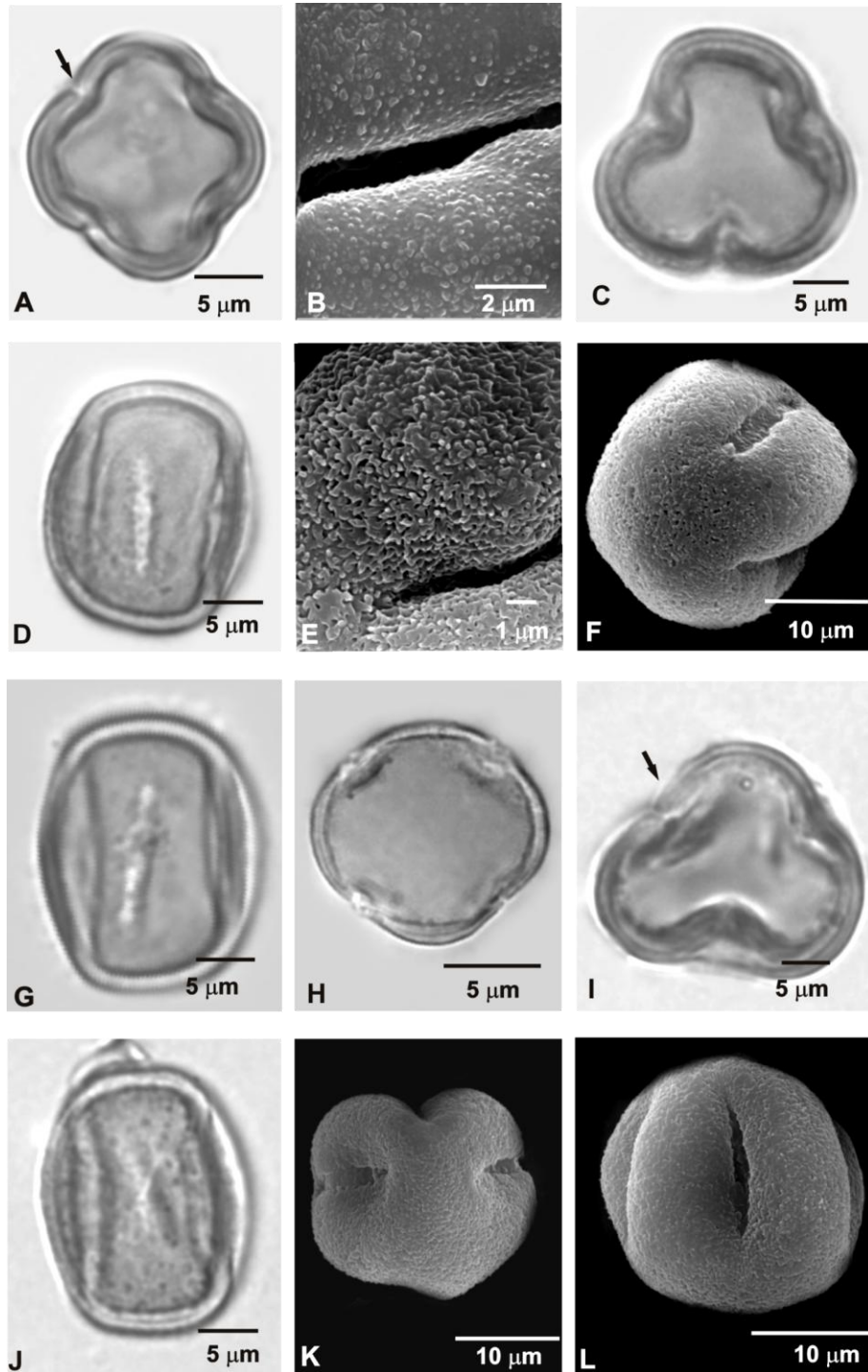
Espécies	DEVP( $\mu\text{m}$ )	LA( $\mu\text{m}$ )	IAP	Exina			Área Polar			Padrão de ornamentação			
				Total	Sexina	Nexina	P	GD	G	RE/GR	RU/GR	RUG	ESP
<i>Myrsine africana</i>	18.2	9.6	0.52	2.0	1.0	1.0	-	+	+	-	-	-	-
<i>Myrsine altomontana</i>	22.8	12.7	0.55	1.0	1.0	0.8	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine balansae</i>	22.9	13.0	0.56	1.7	1.0	0.7	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine congesta</i>	24.9	13.2	0.53	2.0	1.0	1.0	-	+	+	-	-	-	-
<i>Myrsine coriácea</i>	18.2	12.1	0.66	1.5	0.85	0.65	-	+	+	-	-	-	-
<i>Myrsine emarginella</i>	23.6	8.4	0.35	1.8	1.0	0.8	+	-	-	+	-	-	-
<i>Myrsine gardneriana</i>	25.5	12.5	0.49	2.0	1.0	1.0	+	-	-	+	-	-	-
<i>Myrsine glazioviana</i>	21.8	10.0	0.45	1.8	1.0	0.8	+	-	-	+	-	-	-
<i>Myrsine guianensis</i>	24.2	9.6	0.40	1.8	1.0	0.8	+	-	+	-	-	-	-
<i>Myrsine lancifolia</i>	27.0	10.5	0.39	1.8	1.0	0.8	+	-	+	-	-	-	-
<i>Myrsine leuconeura</i>	21.2	11.7	0.55	1.8	1.0	0.8	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine lineata</i>	18.0	7.7	0.43	1.8	1.0	0.8	+	-	-	-	+	-	-

<i>Myrsine loefgrenii</i>	21.9	11.5	0.52	2.0	1.0	1.0	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine melanophleos</i>	22.0	11.0	0.50	2.0	1.0	1.0	+	-	-	-	-	-	+
<i>Myrsine monticola</i>	23.7	10.0	0.42	2.0	1.0	1.0	+	-	-	-	-	+	-
<i>Myrsine parvifolia</i>	22.0	11.0	0.50	1.7	1.0	0.7	+	-	-	+	-	-	-
<i>Myrsine parvula</i>	23.2	12.7	0.54	1.7	0.9	0.8	-	+	+	-	-	-	-
<i>Myrsine rubra</i>	24.9	12.2	0.49	1.2	0.7	0.5	+	-	+	-	-	-	-
<i>Myrsine squarrosa</i>	18.4	9.4	0.51	1.8	1.0	0.8	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine venosa</i>	24.0	12.5	0.52	2.0	1.0	1.0	-	+	-	+	-	-	-
<i>Myrsine vilosissima</i>	22.5	7.5	0.33	1.8	1.0	0.8	+	-	-	+	-	-	-

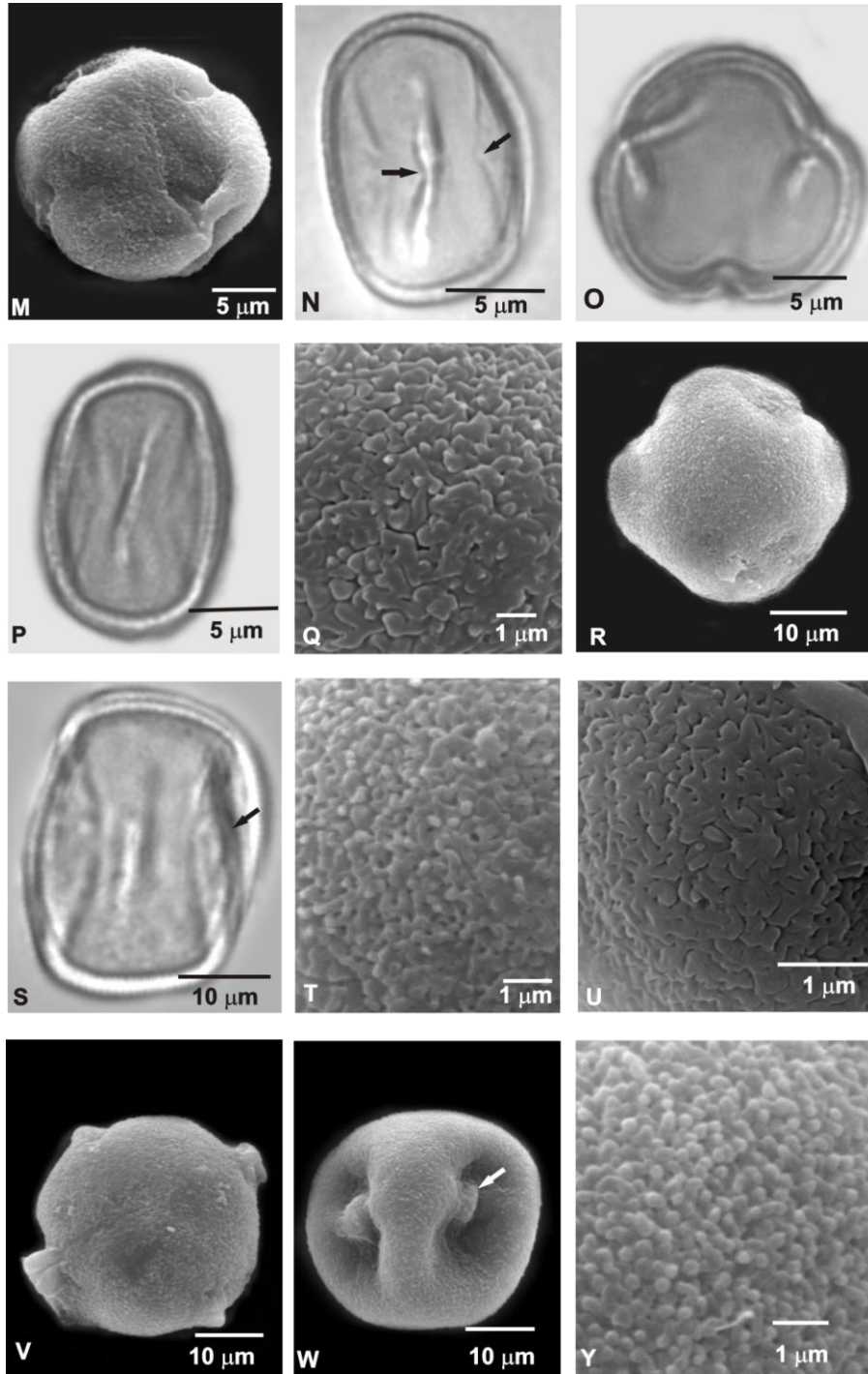
P- pequeno; GD- grande; G- granulada; RE/GR- reticulado-granulado; RU/ GR- regulado-granulado; RUG- rugulado; ESP- espículado

**Tabela 3:** Variância acumulativa e valores dos vetores da análise de componente principal (PCA) utilizando caracteres quantitativos e qualitativos.

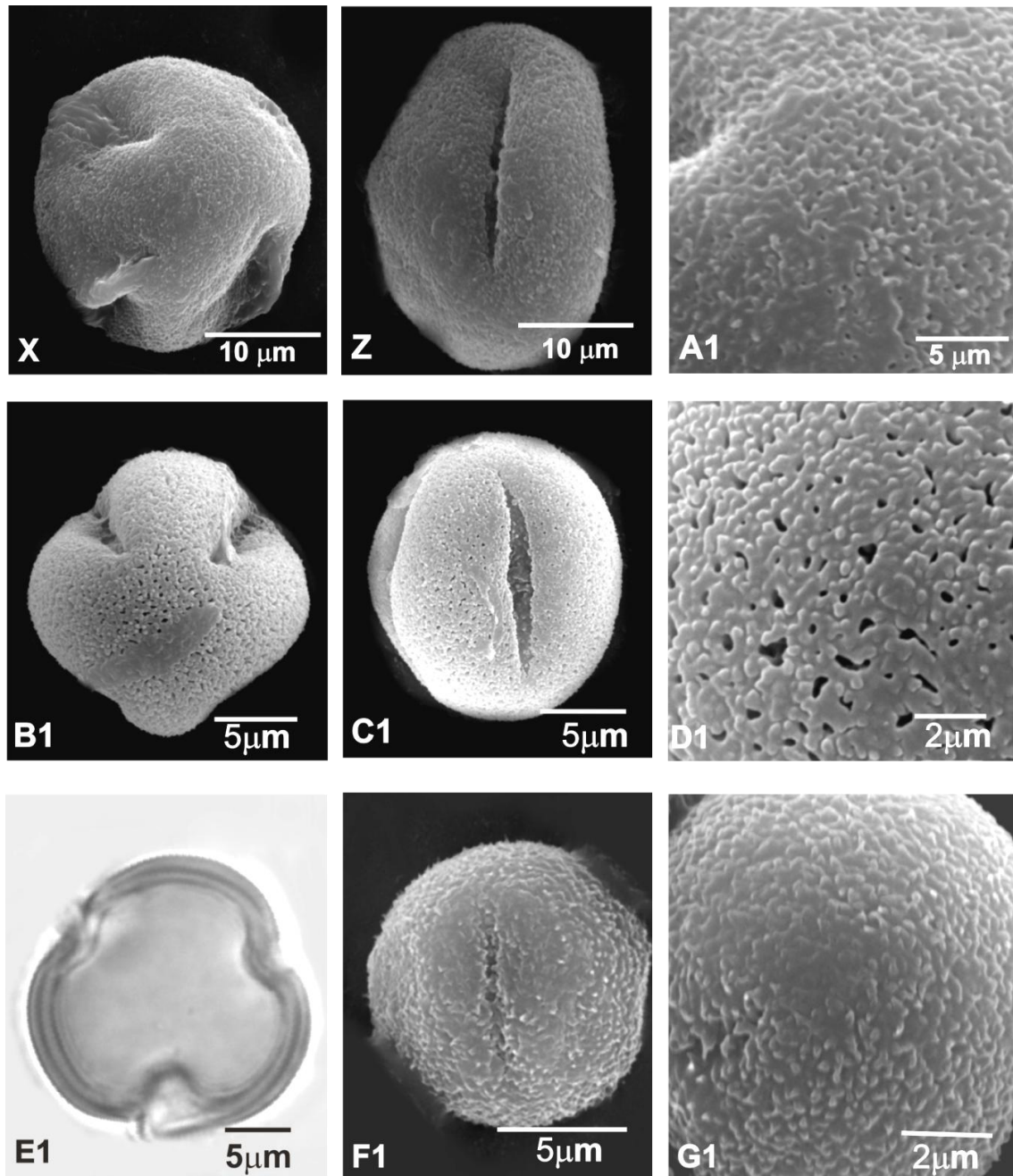
<b>Eixo principal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Variância acumulativa (%)	37,64	20,61
<b>Caracteres</b>	<b>Eixos</b>	
Diâmetro polar	- 0,1035	0,4314
Diâmetro equatorial	- 0,0704	0,4927
Comprimento do colpo	0,0673	0,4618
DEVP	0,0142	0,4098
Exina granulada	0,6793	-0,0296
Exina reticulada-granulada	-0,7332	-0,1629



**Figura 1: Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Myrsine*.** A-B: *M. africana* – A. vista polar: vista geral (seta evidenciando ruptura da exina), B. detalhe da superfície (MEV); C-D: *M. altomontana* - C. Vista polar: vista geral, D. vista equatorial: abertura; E: *M. balansae* – detalhe da superfície (MEV); F-G: *M. emarginella* – F. vista polar: vista geral (MEV), G. vista equatorial: abertura (loxocolpo); H: *M. gardneriana* -H. vista polar: vista geral; I-J: *M. glazioviana*: I. vista polar: vista geral (seta evidenciando ruptura da exina), J. vista equatorial: abertura (loxocolpo); K-L: *M. lancifolia*: K. vista polar: vista geral (MEV), L. vista equatorial: abertura (MEV).

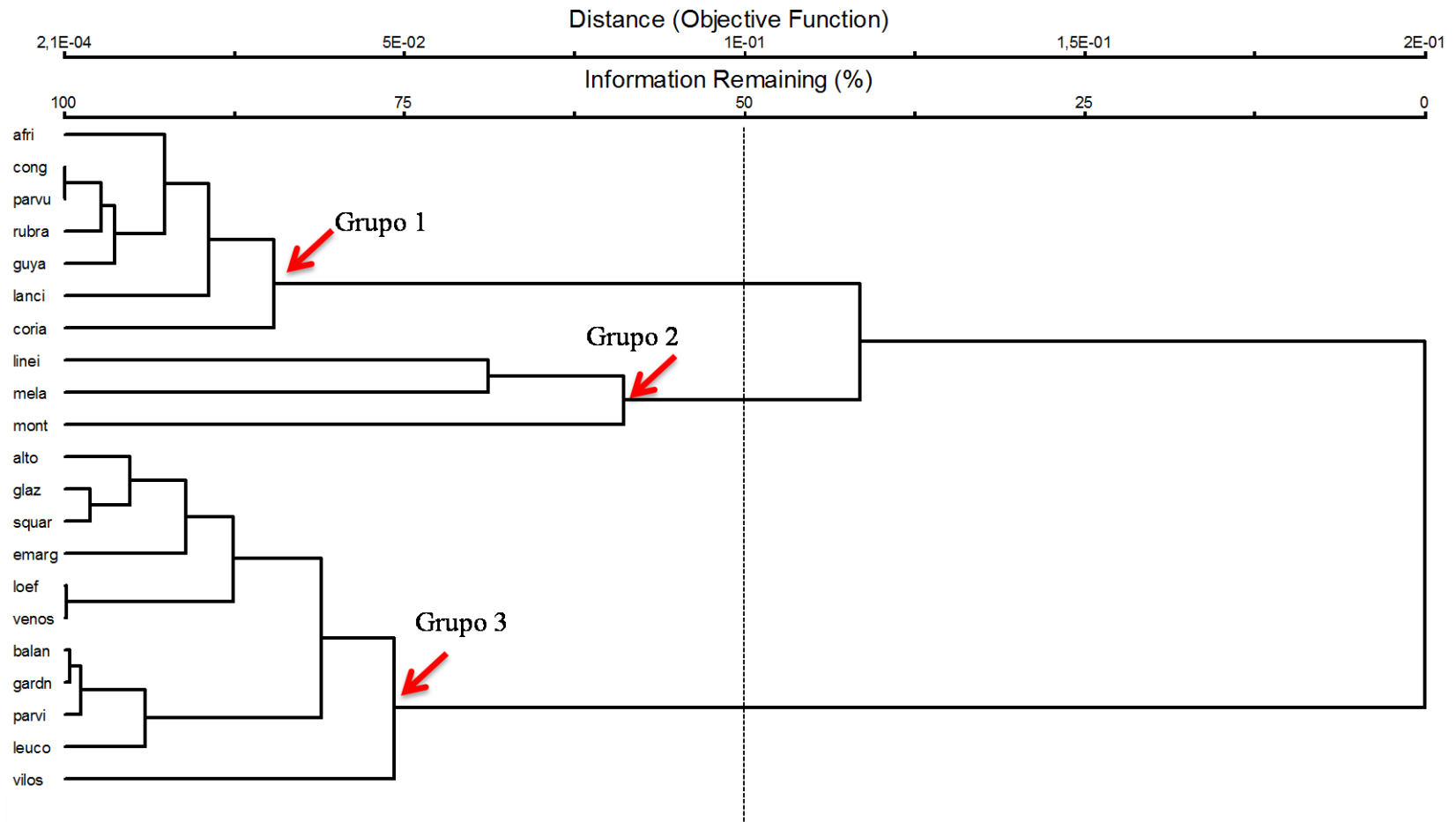


**Figura 2: Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Myrsine*.** M-N: *M. leuconeura* – M. vista polar: vista geral (MEV), N. vista equatorial: abertura (setas evidenciando região dos colpos dobrados); O-Q: *M. lineata* – O. vista polar: vista geral, P. vista equatorial: abertura (loxocolpo), Q. detalhe da superfície (MEV); R-T: *M. loefgrenii* – R. vista polar: vista geral (MEV), S. vista equatorial: abertura (seta evidenciando região do colpo dobrado), T. detalhe da superfície (MEV); U: *M. monticola* – detalhe da superfície (MEV); V-Y: *M. rubra*: V. vista polar: vista geral (MEV), W. vista equatorial: abertura (MEV) (seta evidenciando região da endoabertura), Y. detalhe da superfície (MEV).



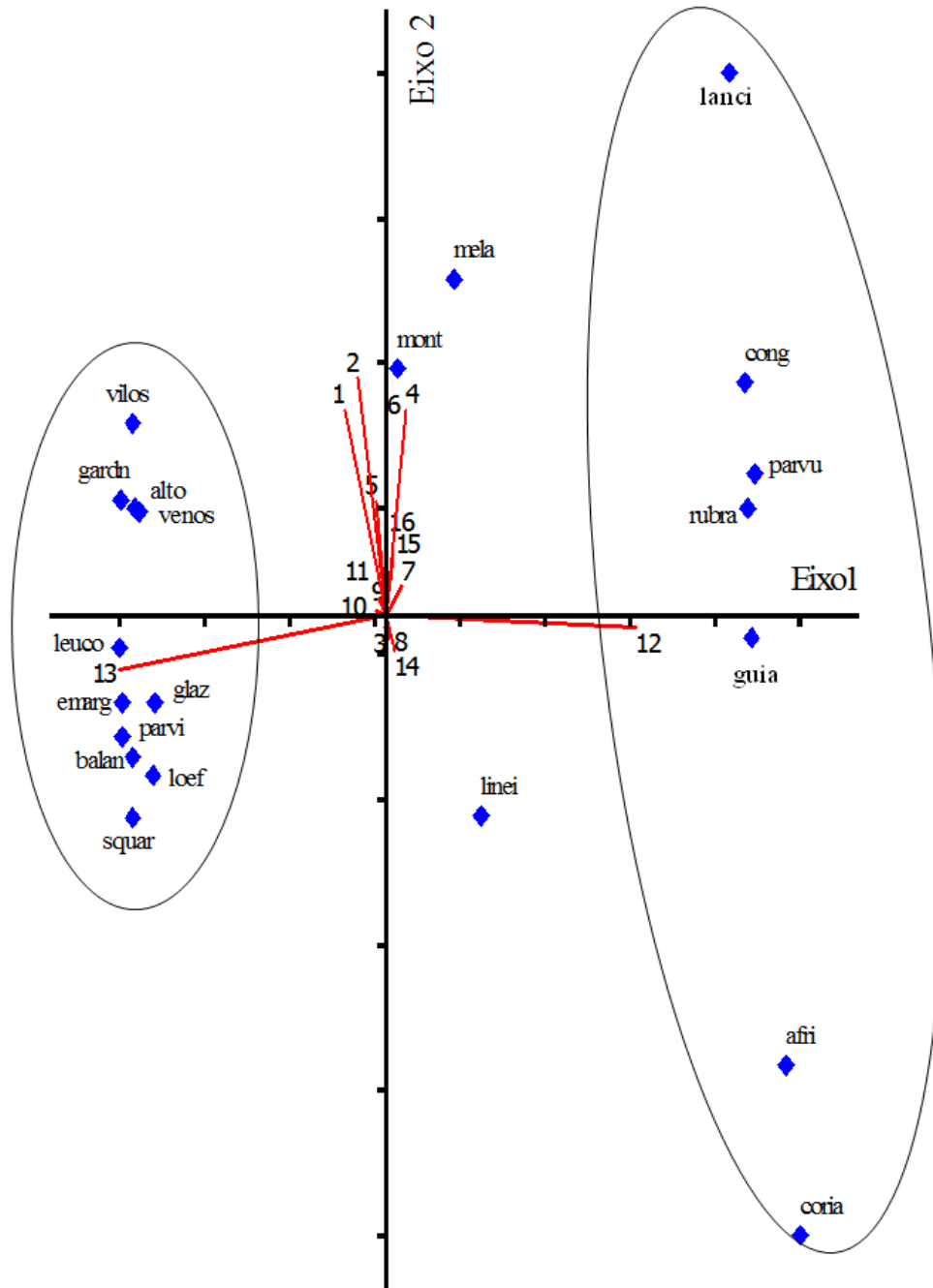
**Figura 3. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Myrsine*. X-A1: *M. squarrosa* – X. vista polar: vista geral (MEV), Z. vista equatorial: abertura (MEV), A1. detalhe da superfície (MEV); B1-D1: *M. vilosissima* – B1. vista polar: vista geral (MEV), C1. vista equatorial: abertura (MEV), D1. detalhe da superfície (MEV); E1-G1: *M. melanophloes* – E1. vista polar: vista geral, F1. vista equatorial: abertura (MEV), G1. detalhe da superfície (MEV).**

**Figura 4.** Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de *Myrsine* por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4 primeiras letras do epíteto específico



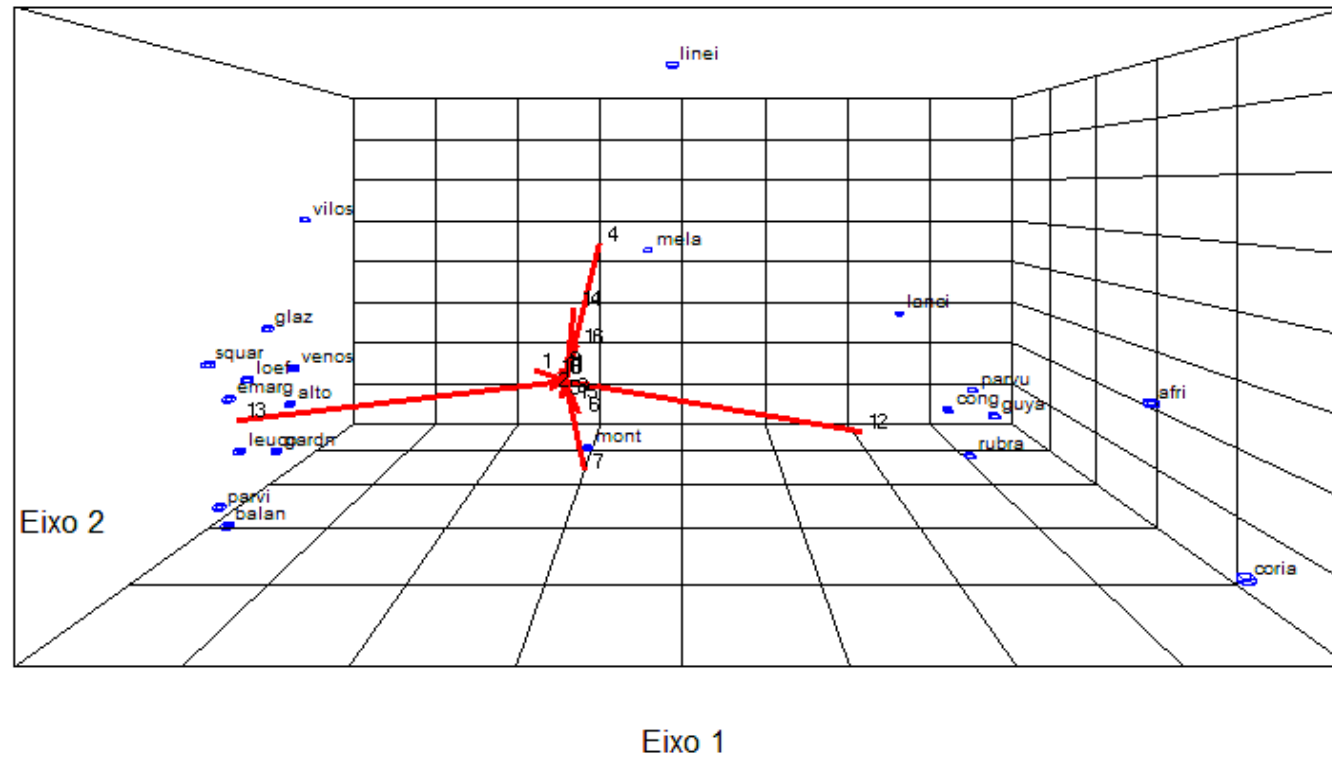


**Figura 5.** Gráfico bidimensional representando espécies de *Myrsine* em PCA. Características correspondentes à numeração (\*)



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. DEVP; 7. LA; 8. IAP; 9. exina; 10. nexina; 11. sexina; 12. exina granulada; 13. exina reticulada-granulada; 14. exina rugulada-granulada; 15. exina rugulada; 16. exina espículada.

**Figura 6.** Gráfico tridimensional representando espécies de *Myrsine* em PCA. Características correspondentes à numeração (\*)



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. DEVP; 7. LA; 8. IAP; 9. exina; 10. nexina; 11. sexina; 12. exina granulada; 13. exina reticulada-granulada; 14. exina rugulada-granulada; 15. exina rugulada; 16. exina espículada.

## Apêndice 1

*Myrsine africana* L. – África do Sul, Distrito de Belém, próximo ao Vanaf Golden Gate, \*Robbertse P.J. 380, 16/X/1968 (PRE). *M. altomontana* M.F. Freitas & Kin.-Gouv. – Brasil. Paraná, Município de Guaratuba, Serra de Araçatuba-Morro dos Perdidos, \*Santos E.P. 475, 12/V/1998 (RB); Santa Catarina, Município de Nova Trento, Prima Luna/Monte Barão, Cadorin T.J. 2640, 15/VI/2010 (RB); Paraná, Município de Guaratuba, Serra de Araçatuba-Morro dos Perdidos, Santos E. P. 483, 12/V/1998 (RB). *M. balansae* (Mez) Otegui – Brasil. Paraná, Município de Tibagi, Fazenda Batavo, Rio Iapó, \*Dias M.C. s/n., 07/IV/1997 (RB345656). *M. congesta* (Sw.)Pipoly - Brasil. Rio de Janeiro, Município de Santa Maria Madalena, Alto do Desengano, \*Lima J.S. 249, VIII/1934 (RB). *M. coriaceae* (Sw. R. Br. ex Roem. & Schult. – Brasil. Bahia. Prado, Parque Nacional do Descobrimento, \*Matos, F. B. 1653, 10/VI/2009 (RB). *M. emarginella* Miq. – Brasil. Rio de Janeiro, Município de Santa Maria Madalena, \*Santos-Lima 340, IV/1936 (RB). *M. gardneriana* A. DC. – Brasil. Paraná, Município de Pien, Lajeado Grande, \*Hatschbach G. 78041,15/X/2004 (RB); Minas Gerais, Município de Santo Antônio do Itambé, subida ao Pico do Itambé, Furlan A. s/n., 05/IV/1982 (RB382734). *M. glazioviana* Warm. – Brasil. Minas Gerais, Parque Estadual Serra do Papagaio, próximo ao bairro Capão Redondo, \*Echternacht L. 1527, 09/XI/2007 (RB). *M. guianensis* (Aubl.) O. Kuntze – Brasil. Bahia. Salvador, Bosque Suiço, \*Jardim, J.G. 1126, 28/ IX/1997 (RB). *M. lancifolia* Mart. – Brasil. Paraná, galeria aberta sobre o rio Taquara, 5 km da Colônia de Castrolanda, \*Lindeman J.C. 3004, 14/X/1966 (RB); Espírito Santo, Município de Santa Teresa, Nova Lombardia, Reserva Biológica Augusto Ruschi, Estrada para Lombardia, Vervolet R. R. 210, 25/IV/2002 (RB). *M. leuconeura* Mart.- Brasil. Distrito Federal, Município de Planaltina, \*Sousa-Silva 2003, 18/VII/2000 (RB). *M. lineata* (Mez) Imkhan. - Brasil. São

Paulo, Município de Santo André, Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, \*Sugiyama M. 1229, 29/XI/1994 (RB); Rio de Janeiro, Município de Itatiaia, Caminho para Rio Bonito, Brade A.C. 18799, 02/II/1948 (RB). *M. loefgrenii* (Mez.) Imkhan. - Brasil. Paraná, Município de Irati, \*Maschio W. 490, 06/X/2004 (RB); Paraná, Município de Castro, Rio Iapó, Cervi A.C. 2974, 01/XI/1989 (RB). *M. melanophloeos* (L.) Mez – África do Sul. Província de Mpumalanga, \*Jordaan M. s/n., 01/VII/1999 (PRE660971). *M. parvifolia* A. DC. – Brasil. Rio de Janeiro, Restinga de Maricá, \*Arruda A. 3, 06/IV/2009 (R); Santa Catarina, Município de Palhoça, praia de Massimbá, Smith L.B., Reitz R. e Kleim R. 7258, 02/XI/1956 (R); Bahia, Santa Cruz de Cabrália, Harley R.M., 17135, 18/III/1974 (RB). *M. parvula* (Mez) Otequi - Brasil. Rio Grande do Sul, Município de Encruzilhada do Sul, Fazenda Xafri, \*Gingo C. 341, 04/IV/2005 (RB). *M. rubra* M.F. Freitas & Kin.- Gouv. - Brasil. Rio de Janeiro, Bosque da Barra, \*Carrijo T.T. 1005, 15/VIII/2007 (RB). *M. squarrosa* (Mez) M.F. Freitas & Kin.- Gouv. - Brasil. Minas Gerais, Município de Sacramento, \*Nakajima J.N. 776, 11/XII/1994 (RB). *M. venosa* A. DC. - Brasil. Rio de Janeiro, Alto da Boa Vista, \*Duarte A.P. 5241, VI/1960 (RB). *M. villosissima* A. DC. - Brasil. Rio de Janeiro, Município de Itatiaia, Parque Nacional de Itatiaia, \*Braga J.M.A. 4516, 03/XII/1997 (RB); Minas Gerais, Município de Ouro Preto, Peron M. 80, 24/II/1987 (RB); Rio de Janeiro, Município de Santa Maria Madalena, Brade A.C. 1423, 03/III/1935 (RB).

**Capítulo 3: Palinotaxonomia de espécies de *Ardisia* Sw. (Myrsinoideae-Primulaceae),  
ocorrentes no Brasil e sua aplicação na delimitação de gêneros afins.**

## Resumo

Foi realizado o estudo polínico de nove espécies subordinadas aos gêneros *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook.f. e *Stylogyne* A.DC., (Myrsinoideae-Primulaceae) ocorrentes no Brasil. Dentre elas: as cinco espécies de *Ardisia*; uma espécie de *Geissanthus* e três espécies de *Stylogyne*, com o objetivo de contribuir para caracterização polínica desses gêneros, bem como auxiliar na avaliação da relação entre eles. Parte desse estudo foi publicado e encontra-se em anexo, os dados polínicos foram utilizados afim de caracterizar os gêneros e as espécies. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos, descritos e ilustrados sob microscopia de luz, e grãos de pólen não acetolisados foram analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura. Todas as espécies apresentaram grãos de pólen isopolares e em mônades, podendo variar entre pequenos ou médios; forma oblata-esferoidal, prolata-esferoidal, subprolata ou prolata; 3-colporados; endoabertura lalongada; padrão de ornamentação da sexina variando entre heteroreticulada-perfurada e granulada. Os diferentes métodos analíticos; a chave polínica, o dendrograma (HCA) e o gráfico de componente principal (PCA) demonstraram a homogeneidade dos atributos polínicos entre os gêneros comparados. Embora o compartilhamento de caracteres impossibilite a delimitação precisa dos gêneros estudados, todas as espécies puderam ser separadas através dos caracteres polínicos. Conclui-se, portanto, que os atributos polínicos confirmam a afinidade entre *Ardisia*, *Geissanthus* e *Stylogyne* e que são importantes ferramentas na delimitação de espécies.

Palavras-chave: Palinotaxonomia, *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook. f., *Stylogyne* A.DC.,  
Brasil

**Abstract**

Was carried out the pollen study of nine species subordinated to the genera *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook.f. and *Stylogyne* A.DC. (Myrsinoideae-Primulaceae) occurring in Brazil. Among which: the five species of *Ardisia*; one specie of *Geissanthus* and three species of *Stylogyne*, in order to contribute to pollen characterization of these genres as well as assist in the evaluation of the relationship between them. Part of this study has been published and is attached, the pollen data were used in order to characterize the genera and species. The pollen grains were acetolysed, measured, described and illustrated using light microscopy, and pollen grains not acetolysed were analyzed using scanning electron microscopy. All species showed isopolar pollen grains and monads, ranging from small to medium; shaped oblate-spheroida-, prolate-spheroidal, subprolate or prolate; 3-colporate; endoaperture lalongate; ornamental pattern of sexine ranging from heteroreticulate-perforated and grainy. Different analytical methods; the pollen key, the dendrogram (HCA) and the main component graph (PCA) showed the homogeneity of pollen attributes between the compared genres. Although the characters sharing prevents the precise delimitation of the studied genera, all species could be separated through the pollen characters. It follows, therefore, that the pollen confirming the affinity between attributes *Ardisia*, and *Geissanthus* and *Stylogyne* are important tools for the definition of species.

Keywords: Palynotaxonomy, *Ardisia* Sw, *Geissanthus* Hook.. f., *Stylogyne* A.DC., Brazil

## 1. Introdução

O gênero *Ardisia* Sw. é pantropical, sendo aquele que engloba a maior parte dos representantes da subfamília Myrsinoideae (Primulaceae), com uma estimativa de 300 a 600 espécies em todo o mundo (APG III, 2009), caracterizado por apresentar flores bissexuais, com filetes livres ou fundidos em um tubo estaminal e placenta com muitos óvulos dispostos em várias séries (Lundell, 1966, 1971; Pipoly, 1996; Pipoly & Ricketson, 1998).

O gênero foi estabelecido por Swartz em 1788, com base na espécie *Ardisia tinifolia*, por apresentar flores pentâmeras, filetes curtos e anteras com deiscência longitudinal, no entanto, tais características não foram suficientes para delimitar o gênero, fazendo com que muitas espécies de *Ardisia* fossem agrupadas em outros gêneros, como por exemplo, *Akosmos* Lour, *Bladhia* Thunb, *Icacorea* Aubl., *Graphardisia* Lundell *Pyrgus* Lour e *Tinopsis* Pax (Ricketson & Pipoly, 2003).

Tendo em vista a dificuldade na delimitação genérica com base nos caracteres florais, Mez em 1902, considerou *Ardisia* com ampla circunscrição, englobando nove subgêneros. O autor subordinou o gênero à tribo Ardisieae, enquanto os demais gêneros de Myrsinaceae s.s. ficaram alocados na tribo Myrsineae, por apresentarem placentação diferentes: numerosos óvulos plurisseriados na primeira tribo e poucos óvulos, unisseriados na segunda tribo. Atualmente o gênero *Ardisia* compreende 13 subgêneros, alguns recentemente descritos: *Ardisia* subgen. *Madardisia* Capuron, *Ardisia* subgen. *Scherantha* B.C. Stone, *Ardisia* subgen. *Tetrardisia* (Mez) K. Larsen & C.M. Hu e *Ardisia* subgen. *Auriculardisia* (Lundell) Ricketson & Pipoly.

Claramente, a tribo Ardisieae necessita de uma revisão em escala mundial, visto que a delimitação genérica é, na maioria das vezes, controversa e inconsistente. Na região



Neotropical, Aublet (1775), Ducke (1930), Urban (1922) e Lundell (1984) descreveram táxons de *Ardisia* como gêneros distintos, enquanto na região paleotropical, outros autores (Taton, 1979; Miller & Pipoly, 1993) sinonimizaram diversos gêneros em *Ardisia* (Pipoly, J.J., 1996).

A grande semelhança morfológica entre gêneros é um dos principais desafios para a taxonomia de Myrsinoideae (Carrizo, T.T. *et al*, 2009). Tal dificuldade foi salientada por Lundell em 1966, o autor afirma que a dificuldade na delimitação de gêneros é devido à carência de caracteres exclusivos que permitam delimitar gêneros.

O gênero *Ardisia* Sw., apresenta íntima relação com os gêneros *Geissanthus* Hook. f. e *Stylogyne* A.DC., devido ao conjunto de caracteres em comum, principalmente, a inflorescência em panícula com eixo alongado, anteras longas e afinadas com deiscência longitudinal sendo freqüentemente confundidos entre si (Ricketson & Pipoly, 1997). No Neotrópico, é relacionado a *Ctenardisia* Ducke e, especialmente, a *Stylogyne* A. DC, a distinção entre esses gêneros tem sido feita pela combinação de flores bissexuais, com estivação da corola quincuncial e vários óvulos dispostos em séries no ovário nas espécies de *Ardisia*, em contraposição às flores bissexuais e unissexuais, com estivação da corola valvar e óvulos dispostos em uma série em *Stylogyne* (Carrizo *et al.*, 2009).

Miquel (1856) circunscreveu *Stylogyne* em *Ardisia* por apresentar o tipo de inflorescência em comum. Posteriormente, Mez (1902) sugeriu que *Ardisia* e *Stylogyne* pertenceriam a tribos distintas, devido à placentação em mais de uma série que caracterizaria o primeiro, e a placentação unisseriada que caracterizaria o segundo, entretanto, Ricketson & Pipoly (1997) indicaram que espécies de *Stylogyne* podem ter óvulos em mais de uma série (bisseriados), além de apresentar cálice e corola contortos, característica essa que também ocorre em *Ardisia*.

Carrijo *et al.* (2011) realizaram um estudo comparativo entre espécies dos gêneros *Ardisia* Sw. e *Stylogyne* A. DC, com base nos atributos polínicos, visando contribuir na resolução da problemática de delimitação entre ambos os gêneros, no entanto as autoras confirmaram a proximidade entre os gêneros.

O gênero *Geissanthus* Hook. f. foi separado de *Ardisia* Sw. e *Stylogyne* A. DC. pelos autores Pipoly (1991, 1996) e Ricketson & Pipoly (1997) por apresentar cálice com 2-8 sépalas irregulares, enquanto os dois últimos gêneros apresentam 4-5 sépalas regulares e corola imbricada, característica não encontrada nas espécies do gênero *Geissanthus*. No entanto, estudos recentes (Carrijo & Freitas 2009) têm revelado que esta característica não é comum a todas as espécies de *Stylogyne*, o que limita sua utilização taxonômica.

Em função da utilização de caracteres inconsistentes para delimitar os gêneros, muitas são as divergências nomenclaturais em *Ardisia* e grande número de espécies têm sido sinonimizadas (Bernacci & Jung-Mendaçolli, 2000). No Brasil o gênero está representado por cinco espécies, sendo 18 sinônimos, amplamente distribuída pela região Norte, Sul e Sudeste (Carrijo, T.T. & Freitas, M.F., 2014).

Os táxons de *Ardisia* apresentam tênues variações morfológicas, sobretudo na pilosidade dos ramos e no formato das folhas (Carrijo com. pess.). Miquel (1856) descreveu as espécies *Ardisia semicrenata* (i.e., pelas folhas crenadas) e *Ardisia angustifolia* (i.e., pelas folhas estreitas). Mez (1902) descreveu a espécie *Ardisia fluminensis* caracterizada pelos ramos glabros, flores bissexuais constantemente tetrâmeras, as flores unissexuais estaminadas dessa mesma espécie foram descritas por Mez (1902) como *Stylogyne pauciflora*.

O histórico taxonômico dos gêneros *Ardisia-Stylogyne-Ctenardisia-Geissanthus* revela que a dúvida com relação à identificação dos táxons se deve a carência de caracteres exclusivos entre espécies e do polimorfismo evidente entre elas, esses fatores aumentam a

incerteza na delimitação dos táxons. Estudos vêm sendo realizados a fim de esclarecer essa relação, Carrijo (2011) em sua revisão taxonômica das espécies de gênero *Stylogyne* no Brasil descreveu palinologicamente 18 espécies do gênero visando utilizar os atributos polínicos como ferramenta para elucidar dúvidas na delimitação de táxons, posteriormente Carrijo *et al.* (2011) fizeram uma análise comparativa entre espécies de *Ardisia* e *Stylogyne*, utilizando como ferramenta caracteres morfopolínicos. Embora afirmem que não é possível delimitar os gêneros através dos atributos polínicos, devido ao compartilhamento de caracteres entre eles, enfatizam a utilidade desta ferramenta na distinção de espécies.

Levando em consideração as análises comparativas já realizadas por Carrijo *et al.* (2011) (Anexo 2) e tendo em vista a problemática exposta, objetiva-se com o presente estudo descrever a morfologia polínica das espécies de *Ardisia* Sw., ainda não avaliadas, e *Geissanthus* Hook. f. com distribuição no território brasileiro, a fim de verificar se estes atributos são informativos para a delimitação dos gêneros e espécies, corroborando, ou não, a afinidade taxonômica do grupo.

## 2. Material e Métodos

Realizou-se um levantamento prévio da distribuição da coleção de ambos os gêneros através do *Species Link* ([smlink.cria.org.br/](http://smlink.cria.org.br/), em 2014), com o objetivo de definir os principais herbários a serem visitados. A partir dessa relação foram priorizados os herbários com maior representatividade e variedade de espécies.

De um total de cinco espécies de *Ardisia* Sw. e duas espécies de *Geissanthus* Hook. f. ocorrentes no Brasil (Freitas, M.F. & Carrijo, T.T., 2010), três espécies do primeiro e uma espécie do segundo gênero tiveram seus caracteres polínicos analisados no presente estudo, a saber: *Ardisia spruceana* Carrijo, M.F. Freitas & Peixoto, *Ardisia vigoii* Lundell, *Ardisia weberbaueri* Mez e *Geissanthus ambiguus* Mart. G. Agostini.

Não foi possível analisar a morfologia polínica da espécie *Geissanthus quindensis* Mez devido à escassez de representantes nos herbários consultados, tal condição talvez esteja associada à distribuição restrita do táxon.

As espécies *Ardisia guianensis* (Aubl.) Mez e *Ardisia semicrenata* Mart, bem como espécies de *Stylogyne* já tiveram seus atributos polínicos descritos e publicados (Anexo 2), por isso, tais espécies não estão elencadas no presente estudo. No entanto, os dados polínicos obtidos foram utilizados na composição da matriz de análises multivariadas (Tabela 3), a fim de obter resultados mais completos na elucidação da problemática do grupo.

A nomenclatura das espécies analisadas no presente estudo teve por base a Lista de Espécies da Flora do Brasil, cuja revisão taxonômica do grupo apresenta-se atualizada. Táxons sinonimizados não tiveram representantes na matriz de dados de análises multivariadas, estes foram considerados como materiais de comparação, embora muitos deles estejam elencados na publicação de Carrijo *et al.* (2011).

O material polínico estudado foi obtido a partir de anteras férteis de flores em antese e/ou em pré-antese, provenientes de exsicatas depositadas nos herbários (RB) e (INPA), siglas de acordo com o Index Herbariorum (Thiers *et al. continuous up date*).

O material utilizado no presente estudo foi listado em ordem alfabética de espécie, seguido das principais informações de coleta (Anexo 1).

As lâminas utilizadas no estudo foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia Álvaro Xavier Moreira, do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ.

Para o estudo em microscópio de luz, o material polínico foi preparado segundo o método acetolítico de Erdtman (1952) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau 1973), fotografados e eletromicrografados.

Do material padrão foram mensurados, aleatoriamente 25 grãos de pólen em vista equatorial (diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE)). Foram realizadas análises estatísticas, como, a média aritmética (X); o desvio padrão da média (SX); coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, endoabertura, DEVP, LA, camadas da exina e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se apenas a média aritmética.

Para análise do padrão de ornamentação da exina foi utilizada a técnica descrita por Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados.

As descrições polínicas e terminologia adotada seguiram os critérios de Barth & Melhem (1988) e de Punt *et al.* (2007) levando-se em consideração o tamanho, a forma, o número de aberturas e o padrão de ornamentação da sexina. Os resultados do tratamento estatístico foram expressos em forma de tabelas.

Com o auxílio do programa PC-ORD versão 5.31 (McCune & Mefford 2011) foi realizada a análise exploratória dos dados. Os atributos polínicos das espécies analisadas

foram organizados em uma matriz com um total de 15 variáveis, para melhor organização dos dados, nos gráficos elaborados, abreviou-se o nome das espécies com as primeiras três/cinco letras dos epítetos e os atributos polínicos (variáveis) foram expressos por números.

Dentre as variáveis utilizadas, 13 são mensuráveis, a saber: DP (1), DE (2), P/E (3), comprimento (4) e largura do colpo (5), comprimento (6) e largura (7) da endoabertura, DEVP (8), LA (9), IAP (10), exina (11), sexina (12), nexina (13) e duas categóricas referentes ao tipo de padrão de ornamentação da exina: heteroreticulada-perfurada (14) e granulada (15); com suas respectivas numerações (tab. 3).

Os dados qualitativos foram expressos na matriz, levando em consideração a presença ou ausência dos referidos caracteres, através de numerações: (1) para caracteres presentes ou (zero) para caracteres ausentes (tab. 3).

Variáveis categóricas, a saber, forma e tamanho dos grãos de pólen e área polar, foram retiradas da matriz de análise por apresentarem variáveis mensuráveis correspondentes (P/E, DP, DE e IAP), a fim de evitar ambiguidades de caracteres e minimizar possíveis erros na organização das espécies nos métodos analíticos utilizados.

A matriz utilizada para a análise multivariada (PCA e Cluster) foi transformada pela raiz quadrada de potência 0.5 a fim de padronizar os dados mensuráveis.

Para a ordenação das variáveis realizou-se a análise de componente principal (PCA) para verificar se os atributos polínicos permitem o agrupamento das espécies. A matriz de variância e covariância (var-cov) foi obtida a partir da média dos dados morfométricos na análise palinológica, coordenadas em um gráfico biplot com base na distância euclidiana. Os resultados foram mostrados em um gráfico bidimensional com o primeiro e segundo componente principal. Os valores dos vetores em cada eixo e o total da

variância acumulativa foram representados em tabelas, assim como a matriz de caracteres para análise de agrupamento.

Foi realizada a análise de agrupamento (Cluster-AHC) com o objetivo de classificar as espécies analisadas, em grupos que compartilham (similaridade) variáveis polínicas. Foram considerados dois aspectos em relação aos grupos formados e ao conjunto de variáveis analisadas: o percentual de informações (variáveis) necessário para chegar aos grupos, associado à quantidade final de grupos formados. Na análise de Cluster (AHC) foi construído um dendrograma usando a medida de distância euclidiana (Caccavari *et al.* 2008), com método de linkage Ward's.

As fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia de luz foram realizadas com auxílio de câmera digital Canon Power Shot G6 acoplada ao microscópio Zeiss Axiostar Plus, na objetiva 100X, as eletromicrografias foram realizadas com um microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DS M960. As ilustrações representam os grãos de pólen em vista polar e equatorial, detalhando a ornamentação da sexina e, sempre que possível das aberturas, todas as imagens foram expressas em forma de prancha.

### 3. Resultados

A descrição polínica está organizada de acordo com os seguintes caracteres polínicos: tamanho, polaridade, unidade de dispersão, forma, tipo e número de abertura, área polar e padrão de ornamentação da sexina.

#### 3.1. Descrição polínica

**3.1.1. Tamanho** - Grãos de pólen médios apenas em *Geissanthus ambiguus* ( $\bar{DP}=25,0 \mu\text{m}$  -  $27,5 \mu\text{m}$ ) ou pequenos nas espécies do gênero *Ardisia* (Tab.1).

**3.1.2. Polaridade, unidade de dispersão e forma** – Todas as espécies apresentam grãos de pólen isopolares e em mônades, a forma variou entre prolata em *A. vigoi* e *G. ambiguus* e subprolata nas demais espécies (Tab. 1).

**3.1.3. Abertura e área polar** – Grãos de pólen 3-colporados (figs. A, B, D, E, G, H, J e K); colpos longos em *A. weberbaueri* e *G. ambiguus* ou curtos nas demais espécies, com extremidades afiladas (figs. A, E e L); endoabertura lalongada (Ca.  $8\mu\text{m}$ ) (tab.1) em todas as espécies estudadas (figs. B, E, H e L). Sob MEV é possível observar a presença de grânulos na membrana apertural (figs. B, C, F e G), a ornamentação se torna mais esparsa na região do apocolpo em *A. spruceana* e *A. vigoi* (fig. A). Área polar pequena em *A. weberbaueri* e *G. ambiguus* ou grande nas demais espécies analisadas, conforme índice de área polar (IAP) (Tab. 2).

**3.1.4. Estratificação e padrão de ornamentação da exina** – Exina variando entre  $1,0 - 2,0 \mu\text{m}$ ; sexina mais espessa que a nexina na maioria das espécies ou tão espessa quanto à nexina apenas em *A. vigoi*, de difícil visualização em *A. weberbaueri* (Tab. 2). Padrão de ornamentação da exina granulada, com grânulos muitas vezes unidos em blocos, apenas em *Ardisia weberbaueri* (fig. I) ou reticulada heterobrocada com perfurações nas demais



espécies (figs. C, F e M); retículos com muros altos, de superfície irregular apresentando elevações nos pontos de interseção entre os lumens (figs. C, F e M), presença de grânulos no interior dos lumens nas espécies *Ardisia spruceana* e *G. ambiguus* (figs. C e M). Apenas *Ardisia weberbaueri* e *Geissanthus ambiguus* apresentou padrão de ornamentação constante na região do apocolpo (figs. G e J).

Foram elaboradas duas chaves polínicas, a primeira consta apenas das espécies analisadas no presente estudo; na segunda, espécies de *Stylogyne* que tiveram seus dados anteriormente publicados foram incluídas, para posteriores comparações dos métodos analíticos.

Os atributos polínicos: forma dos grãos de pólen, área polar e padrão de ornamentação da exina, permitiram separar todas as espécies de *Ardisia* em uma chave polínica.

#### **Chave polínica para delimitação dos táxons analisados.**

1. Grãos de pólen prolatos
  2. Área polar grande.....*Ardisia vigoi*
  2. Área polar pequena.....*Geissanthus ambiguus*
  
1. Grãos de pólen subprolatos
  - 3.Exina reticulado com perfurações.....*Ardisia spruceana*
  - 3.Exina granulada.....*Ardisia weberbaueri*

**Chave polínica para delimitação de espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook.f. e  
*Stylogyne* A.DC.**

- 1. Exina granulada.....*Ardisia weberbaueri*
- 1. Exina heterorreticulada-perfurada
  - 2. Área polar muito pequena.....*Stylogyne orinocensis*
  - 2. Área polar pequena ou grande
    - 3. Área polar grande
      - 4. Grãos de pólen subprolatos.....*Ardisia spruceana*
      - 4. Grãos de pólen prolatos
        - 5. Sexina mais espessa que a nexina.....*Stylogyne lhotskyana*
        - 5. Sexina tão espessa quanto a nexina.....*Ardisia vigoi*
    - 3. Área polar pequena
      - 6. Grãos de pólen prolato-esferoidais.....*Ardisia semicrenata*
      - 6. Grãos de pólen subprolatos ou prolatos
        - 7. Grãos de pólen prolatos.....*Geissanthus ambiguus*
        - 7. Grãos de pólen subprolatos
          - 8. Grãos de pólen pequenos.....*Stylogyne lephanta*
          - 8. Grãos de pólen médios.....*Ardisia guianensis*

## 3.2. Análises multivariadas

### 3.2.1. Análise de agrupamento hierárquico (HCA)

As relações entre as espécies analisadas produziram um dendrograma com cerca de 86,67% de explicação dos dados. Ao levar em consideração o percentual de 50 % informações remanescentes (variáveis), é possível perceber um grande clado formado pela maioria das espécies analisadas, com exceção de *Stylogyne lhotskyana*, *Stylogyne orinocensis* e *Ardisia weberbaueri* que surgem isoladas das demais. *Geissanthus ambiguus* embora esteja próxima às espécies de *Ardisia*, emerge separadamente dentro do clado; as espécies de *Ardisia* se apresentam próximas entre si, exceto *Ardisia weberbaueri* que aparece próxima às espécies de *Stylogyne*, sendo a única espécie de *Ardisia* isolada das demais no dendrograma. *Stylogyne leptantha* apresenta maior afinidade com a espécie *Ardisia guianensis*, estando localizada mais afastada das demais do gênero (fig. 3).

### 3.2.2. Análise de componente principal (PCA)

O resultado do PCA explicou 78,75 % do total da variância. Os dois primeiros eixos principais foram significativos, com 57, 29% e 21, 45% de variância respectivamente. Os valores dos diâmetros polar e equatorial (DP e DE) (variáveis 1 e 2); comprimento e largura do colpo (4 e 5, respectivamente); diâmetro equatorial em vista polar (DEVP) e LA (8 e 9) e o padrão de ornamentação da exina: heterorreticulada-perfurada (14) ou granulada (15), foram as variáveis mais significativas entre os eixos 1 e 2, estando a maioria localizadas nos polos negativos dos eixos 1 e 2 (tab. 4).

As espécies *Ardisia weberbaueri*, *Stylogyne lhotskiana* e *Stylogyne orinocensis* se apresentaram polarizadas no gráfico de componente principal; *Stylogyne orinocensis* está localizada no quadrante entre o polo negativo do eixo 1 e o polo positivo do eixo 2, tal

disposição se deve ao fato da espécie apresentar os maiores valores dos diâmetros polar (DP) e equatorial (DE), bem como de DEVP (variáveis 1, 2 e 8), que nas demais espécies analisadas. Em contrapartida, as duas primeiras espécies citadas estão localizadas no polo positivo do eixo 1; estando *Ardisia weberbaueri* no polo positivo do eixo 2, isolada das demais espécies encontradas no mesmo quadrante, por apresentar padrão de ornamentação da exina diferente (granulado), representado pela variável 15 e *S. lhotskyana* no polo negativo do eixo 2. A espécie se afastou das demais por apresentar os maiores valores de comprimento (4) e largura (5) do colpo: 20,0 $\mu$ m e 7,2 $\mu$ m, respectivamente (figs. 4 e 5 / tab. 4).

As variáveis 4 e 5 correspondentes ao comprimento e largura do colpo, respectivamente, foram as mais representativas para aproximar as espécies *Ardisia guianensis* (19,5 $\mu$ m x 2,0 $\mu$ m) e *Stylogyne leptantha* (19,0 $\mu$ m x 2,3 $\mu$ m) (figs. 4 e 5 / tab. 4).

As espécies *Ardisia semicrenata*, *A. spruceana* e *A. vigo* estão pouco dispersas no gráfico de componentes principais, tal disposição se deve ao fato das espécies apresentarem valores similares de comprimento da endoabertura (variável 6), aproximando-as do ponto de intercessão entre os eixos. *Ardisia spruceana* e *Ardisia vigo* estão localizadas no polo positivo do eixo 1 e mais próximas entre si, principalmente, pelo valor aproximado de IAP (variável 10) 0,56 $\mu$ m e 0,54 $\mu$ m, respectivamente. No polo negativo do eixo 1, *A. semicrenata* se destaca das anteriores por apresentar valores menores nas camadas da exina (variáveis 11, 12 e 13) (figs. 4 e 5 / tab. 4).

#### 4. Discussão e conclusão

As espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook.f. e *Stylogyne* A. DC. apresentaram homogeneidade quanto ao número e tipo de abertura (3-colporados), tipo de endoabertura (lalongada) e padrão de ornamentação da exina reticulado-perfurada na maioria das espécies analisadas, com exceção de *Ardisia weberbaueri* que apresentou exina granulada.

Outros atributos polínicos tais como: tamanho (pequeno ou médio); forma, que variou de oblato-esferoidal a prolata; área polar (pequena ou grande) e espessura das camadas da exina, foram utilizados para separar espécies na chave polínica aqui construída.

As espécies *A. guianensis* e *S. lephanta* ficaram próximas entre si tanto na chave polínica quanto na análise multivariada dos dados, enquanto as demais sofreram variações no posicionamento quando comparados os diferentes métodos analíticos.

A chave polínica, o gráfico de componente principal (PCA) e análise hierárquica de grupos (AHC), demonstraram a estreita relação no grupo *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne*, devido à semelhança nos caracteres polínicos descritos.

Embora haja certa homogeneidade na classificação do padrão de ornamentação da exina dos gêneros *Ardisia* e *Stylogyne*, sob MEV observam-se diferenças sutis na conformidade dos retículos entre ambos os gêneros. *Stylogyne*, na maioria das espécies observadas, apresenta retículos com muros estreitos e proeminentes; lúmens com diâmetros maiores favorecendo a visualização de grânulos em seu interior; tais características divergem, na maioria das espécies do gênero *Ardisia*. Tal diferença foi observada por Fonnegra-Gómez (1986) que descreveu os grãos de pólen apenas com base na microscopia de luz, o autor elaborou uma chave polínica na qual diferenciou o gênero *Ardisia* de *Stylogyne* por apresentar lumens pequenos e báculos ausentes. Estas características são consideradas pouco confiáveis, já que no presente estudo foi possível observar o compartilhamento desses atributos em *Ardisia spruceana*, bem como em *Ardisia semicrenata* no trabalho

realizado por Carrijo *et al.* (2011) através de imagens feitas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), não sendo, portanto, utilizadas na delimitação dos gêneros devido ao compartilhamento destes caracteres.

A espécie *Ardisia weberbaueri*, foi a única espécie do grupo em questão que apresentou exina granulada. Cabe ressaltar que a espécie foi analisada palinologicamente pela primeira vez no presente trabalho e que este padrão de ornamentação não foi encontrado em nenhuma espécie dos três gêneros aqui comparados em trabalhos anteriores. Sugere-se novos estudos envolvendo a espécie.

Após levantamento bibliográfico verificou-se a escassez de trabalhos palinológicos envolvendo os gêneros. As espécies *Ardisia spruceana*, *Ardisia vigoi* e *Geissanthus ambiguus* tiveram seus dados polínicos descritos pela primeira vez no presente estudo.

Ikuse, em 1956, descreveu os grãos de pólen de duas espécies de *Ardisia*, *Ardisia crispa* (Thumb) A. DC. e *A. japonica*, (Thumb) Blume, com padrão de ornamentação da exina reticulada e abertura com presença de colporóides. As espécies analisadas no presente estudo apresentaram divergências em ambos os caracteres descritos pelo autor.

No presente estudo foram encontrados resultados semelhantes aos registrados por Straka (1967) ao analisar a espécie *Ardisia didymopora*, quanto ao tipo de abertura e padrão de ornamentação. No entanto, ao comparar os resultados obtidos por Palacios (1968) para as mesmas características, observou-se divergência quanto ao padrão de ornamentação das espécies. O autor estudou a espécie *A. compressa* Kunth e descreveu a exina como psilada, ornamentação não encontrada em nenhuma espécie dos gêneros aqui analisados.

Rao & Lee (1970) estudaram a espécie *Ardisia littoralis* Andrews e descreveram os grãos de pólen com forma suboblata, tal resultado divergiu dos encontrados no presente trabalho visto que esta forma não foi encontrada nas espécies estudadas.

Em 1971, Erdtman estudou a espécie *Ardisia humilis* Vahl, descreveu grãos de pólen com abertura colporóides, tipo de abertura não encontrada no presente trabalho.

Fonnegra – Gómez (1986) estudou oito espécies de *Ardisia* e oito espécies de *Stylogyne*. Das espécies de *Ardisia* estudadas pelo autor, *Ardisia angustifolia* está atualmente sinonimizada em *A. principis*, não foi abordada no presente trabalho devido sua área de ocorrência não abranger o território brasileiro; *Ardisia crispa*; *Ardisia guianensis*; *Ardisia semicrenata*; *Ardisia solanacea*; *Ardisia catharinensis*; *Ardisia fluminensis* e *Ardisia handroi* as três últimas foram sinonimizadas à *Stylogyne pauciflora*. As espécies *A. crispa* e *A. solanacea* não ocorrem no Brasil, por isso não tiveram seus grãos de pólen descritos no presente trabalho. Foram encontradas semelhanças para a maioria dos caracteres descritos, como por exemplo, forma, tamanho, área polar, abertura e padrão de ornamentação da exina; divergências foram observadas apenas nas espécies *A. crispa*, onde o autor observou polens sincolporados e *A. solanacea*, descrita pelo autor com quatro aberturas e âmbito quadrangular, caracteres não encontrados em nenhuma espécie do gênero.

Das oito espécies de *Stylogyne* estudadas por Fonnegra-Gómez (1986) apenas, *Stylogyne amazonica* e *Stylogyne laevigata* atualmente sinonimizadas à *Stylogyne orinocensis* e *Stylogyne lhotskyana*, respectivamente, foram analisadas no presente trabalho. Foram encontradas semelhanças quanto à forma dos grãos de pólen descritas pelo autor como subprolata na segunda espécie, quanto ao tipo de abertura (colporada) e padrão de ornamentação da exina; divergências foram observadas quanto à forma e endoabertura da primeira espécie, descritas pelo autor como prolato-esferoidal e lolongada, respectivamente.

Tendo em vista os resultados obtidos e o levantamento bibliográfico realizado, conclui-se que as características palinológicas dos gêneros *Ardisia*, *Geissanthus* e *Stylogyne* não

apresentam evidências claras para separar tais gêneros, corroborando com os relatos da dificuldade na delimitação, feito por diversos autores em diferentes estudos (Lundell, 1966; Ricketson & Pipoly, 1997; Carrijo, T.T. *et al*, 2009 e Carrijo *et al*. 2011). No entanto, ao considerar o gênero *Ardisia* isolado dos gêneros afins todas as espécies puderam ser separadas através dos atributos polínicos na chave polínica, bem como na análise multivariada de dados.

Sugere-se um estudo mais amplo, associando dados morfológicos e filogenéticos, dentro do grupo para uma resolução eficaz na delimitação taxonômica entre *Ardisia-Geissanthus* e *Stylogyne*.



## 5. Referencias bibliográficas

- Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 17p.
- Aublet, F. 1775. *Histoire des Plantes de la Guiane Fran-jeoise*, 2vols. Pierre-Francoise Di dot., Paris.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S. 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas: Ed. Unicamp. 75p.
- Bernacci L. C. & Jung-Mendaçolli S. L. 2000. Considerações Taxonômicas e novas combinações em *Ardisia* Swartz (Myrsinaceae) do Sudeste do Brasil. *Acta Botânica Brasilica*. 14(3): 243-249.
- Caccavari, M.A.; Naab, O.A. & Tamame, M.A. 2008. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(4): 566-576.
- Ducke, A.1930. Plantas nouvelles ou peu connue de la région amazonienne. *Archos. Jard. Bot. Rio de Janeiro*. 5:99-188.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms*. Stockholm: Almqvisit & Wiksell, 539pp.
- Carrijo, T. T. & Freitas M. F. 2009. *Stylogyne carautae* (Myrsinaceae), a new species from south-eastern Brazil. *Kew Bulletin* 64: 695–699.
- Carrijo, T. T.; Freitas, M. F. & Peixoto, A. L. 2009. The identity and typification of *Stylogyne laxiflora* (Myrsinaceae). *Nordic Journal of Botany* 27: 454 - 455.

- Carrijo, T.T. 2011. Revisão taxonômica das espécies de *Stylogyne* A. DC. (Myrsinoideae-Primulaceae) do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical. 354p.
- Carrijo, T.T.; Fourny, A.C.S.; Freitas, M.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2011. Insights on *Ardisia* and *Stylogyne* (Myrsinoideae-Primulaceae) based on pollen morphology. *Plant Systematics and Evolution*; 297(3-4):261-269.
- Fonnegra-Gómez, R.J. 1986. Palinologia da família Myrsinaceae R. Br. no Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 220p.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T.T. *Primulaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB121874>>. Acesso em: 20 Dez. 2014.
- Ikuse, M. 1956. Pollen grain of Japan. Tokyo: Hirokawa Publ. 303p.
- Lundell C. L. 1966. Studies of the American Myrsinaceae I. *Wrightia* 3 (5): 77-90.
- Lundell, C. L. 1971. Flora of Panama, Part.VIII. Family 150. Myrsinaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 58:285-353.
- Lundell, C.L. 1984. Neotropical Myrsinaceae. *Phytologia* 56(1):26.
- Melhem, T. S. 1978. Palinologia- suas aplicações e perspectivas no Brasil. Coleção Museu Paulista. Série Ensaio 2: 325-368.

- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G. 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Mez, C. 1902. Myrsinaceae. *Das Pflanzenreich* (9): 1-437.
- Miquel, F. A. G. 1856. Myrsineae. *In*: Martius, C. F. P.; Eichler, A. W. & Urban, I. P.(eds.). *Flora Brasiliensis* 10: 269-338.
- McCune B, Mefford M J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Miller, J.S. & Pipoly, J.J. 1993. A new species of *Ardisia* (Myrsinaceae) from Madagascar. *Novon* 3: 63-65.
- Palacios, CH.R. 1968. Morfología de los granos de polen de los árboles Del Estado de Morelos. *Na. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 16(1-4): 41-169.
- Pipoly, J. J. 1996. New species of *Ardisia* (Myrsinaceae) from Ecuador and Peru. *Sida* 17(2): 445-458.
- Pipoly, J.J. & Ricketson, J.M. 1998. A revision of genus *Ardisia* subgenus *Graphardisia* (Myrsinaceae). *Sida* 18: 433-472.
- Punt, W.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore. *Glossary of pollen and spore terminology. Review Palaeobotany Palynology* 143:1 – 81.
- Ricketson, J. M. & Pipoly, J. J. 1997. Nomenclatural notes and a synopsis of Mesoamerican *Stylogyne* (Myrsinaceae). *Sida* 17(3): 591-597.

- Ricketson, J.M. & Pipoly, J.J. 2003. A new species of *Stylogyne* (Myrsinaceae) from Brazil. *Novon* 19: 497-501.
- Rao, A.N. & Lee, Y.K. 1970. Studies on Singapore pollen. *Pacif. Scienc.* 24(2): 255-268.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291p.
- Species Link - Centro de referência em informação ambiental - CRIA. Disponível em: <http://sblink.cria.org.br>. Acesso em: 2014
- Straka, H. 1967. Über die mögliche phylogenetische Bedeutung der Pollenmorphologie der madagassischen *Bubbia perrieri* R. *Cap. Grana Palynol.* 4: 355-360.
- Taton, A. 1979. Contribution à l'étude des genres *Embelia*, *Maesa* et *Rapanea* (Myrsinaceae) Afrique tropicale. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 50: 201-226.
- Thiers, B. 2010. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>
- Urban, I. 1922. *Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis*. Ed. Ignatius Urban Fratres Borntraeger, Berolini.

**Tabela 1.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10), endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies de *Ardisia* Sw. e *Geissanthus* Hook.f.

Espécies	DP( $\mu\text{m}$ )	IC 95%	DE( $\mu\text{m}$ )	IC 95%	DP/DE	Colpo		Endoabertura		Forma	
	( $\bar{x}$ )		( $\bar{x}$ )			comp.	larg	comp.	larg.	SP	P
<i>Ardisia spruceana</i>	22.5(23.8)25.0	23.3-24.3	18.7(19.4)20.0	19.0-19.7	1.22	16.4	2.2	3.5	7.7	+	-
<i>Ardisia vigoi</i>	18.7(19.3)20.0	19.0-19.6	12.5(14.0)15.0	13.6-14.4	1.37	14.8	3.7	3.1	5.8	-	+
<i>Ardisia weberbaueri</i>	17.5(19.0)20.0	18.6-19.4	13.7(15.3)16.2	15.0-15.6	1.24	10.2	2.7	1.8	7.6	+	-
<i>Geissanthus ambiguus</i>	25.0(26.0)27.5	25.5-26.4	16.2(17.1)18.7	16.8-17.5	1.46	8.2	1.5	4.6	7.7	-	+

( $\bar{x}$ ) - média aritmética; I.C. - intervalo de confiança; comp.- comprimento; larg. – largura; SP-subprolata; P-prolata

**Tabela 2.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar dos grãos de pólen e padrão de ornamentação da exina das espécies de *Ardisia* Sw. e *Geissanthus* Hook.f.

Espécies	DEVP	LA	IAP	Exina			Área polar		Padrão de ornamentação	
	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	total	sexina	nexina	P	GD	HR/P	G
<i>Ardisia spruceana</i>	20.4	11.5	0.56	1.75	1.0	0.75	-	+	+	-
<i>Ardisia vigoi</i>	17.6	9.5	0.54	2.0	1.0	1.0	-	+	+	-
<i>Ardisia weberbaueri</i>	16.4	6.8	0.41	0.88	0.5	0.38	+	-	-	+
<i>Geissanthus ambiguus</i>	19.6	9.7	0.49	1.8	1.0	0.8	+	-	+	-

\*P-Área polar pequena; GD- Área polar grande; HR/P- reticulado-perfurado; G- granulado

**Tabela 3.** Matriz de dados com caracteres quantitativos e qualitativos, com suas respectivas numerações, de espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook.f.e *Stylogyne* A.DC.

Espécies	Abreviações	DP	DE	PE	CC	LC	CE	LE	DEVP	LA	IAP	Ex	Sx	Nx	HR/P	G
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Ardisia guianensis</i>	<i>Aguia</i>	25.6	21.2	1.22	19.5	2.0	3.0	7.3	14.7	7.0	0.47	2.0	1.0	1.0	1	0
<i>Ardisia semicrenata</i>	<i>Asemic</i>	24.2	22.4	1.08	17.0	3.2	3.0	9.6	22.9	8.3	0.36	1.0	0.5	0.5	1	0
<i>Ardisia spruceana</i>	<i>Aspruc</i>	23.8	19.4	1.22	16.4	2.2	3.5	7.7	20.4	11.5	0.56	1.75	1.0	0.75	1	0
<i>Ardisia vigoi</i>	<i>Avigo</i>	19.3	14.0	1.37	14.8	3.7	3.1	5.8	17.6	9.5	0.54	2.0	1.0	1.0	1	0
<i>Ardisia weberbaueri</i>	<i>Awebe</i>	19.0	15.3	1.24	10.2	2.7	1.8	7.6	16.4	6.8	0.41	0.88	0.5	0.38	0	1
<i>Geissanthus ambiguus</i>	<i>Gambi</i>	26.0	17.1	1.46	8.2	1.5	4.6	7.7	19.6	9.7	0.49	1.8	1.0	0.8	1	0
<i>Stylogyne leptantha</i>	<i>Slept</i>	22.7	19.3	1.18	19.0	2.3	4.2	5.4	19.7	4.7	0.25	2.0	1.0	1.0	1	0
<i>Stylogyne lhotskyana</i>	<i>Slhot</i>	24.5	17.2	1.42	20.0	7.2	2.2	5.0	12.7	6.5	0.51	1.5	1.0	0.5	1	0
<i>Stylogyne orinocensis</i>	<i>Sorin</i>	42.5	44.2	0.96	14.6	3.5	3.0	7.0	38.0	8.7	0.22	2.0	1.0	1.0	1	0

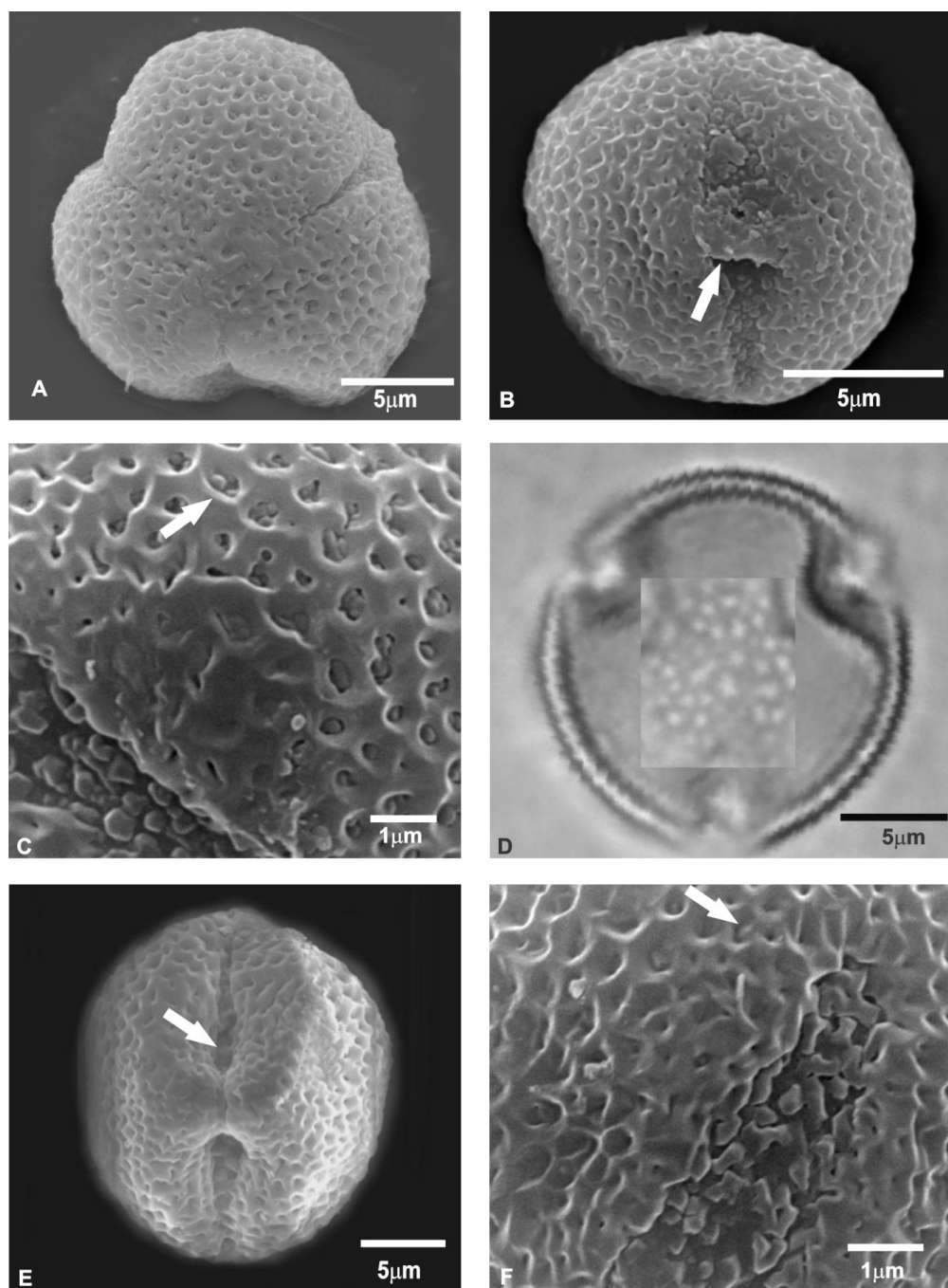
\*CC-comprimento do colpo; LC-largura do colpo; CE-comprimento da endoabertura; LE-largura da endoabertura; HR/P-heterorreticulado-perfurado;

G-granulado.

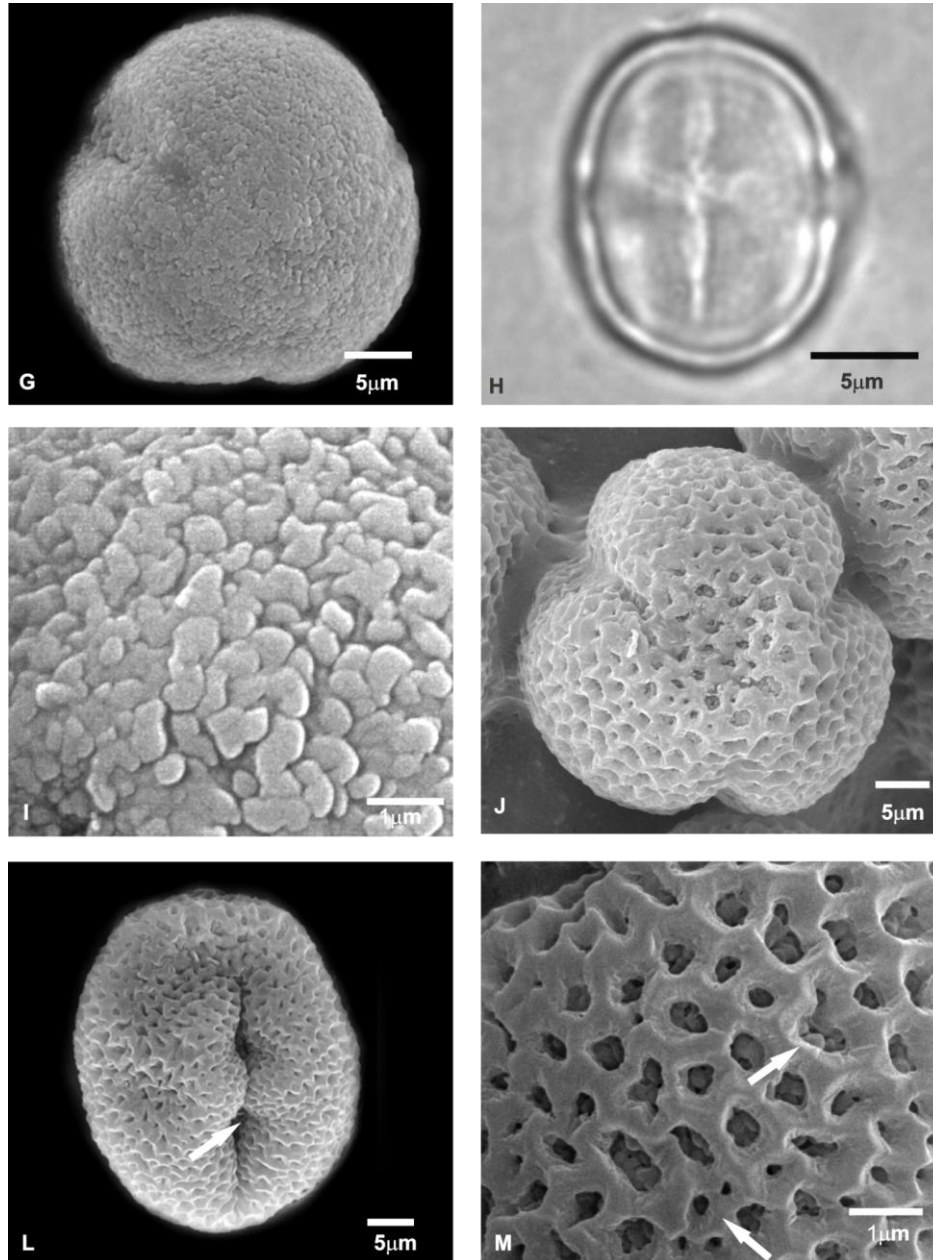
**Tabela 4.** Variância acumulativa e valores, em ordem decrescente, dos principais vetores da análise de componente principal (PCA)

<b>Eixo principal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Variância acumulativa (%)	57, 29	21, 45
<b>Caracteres</b>	<b>Eixos</b>	
Comprimento do colpo	-0.0159	-0.7327
Diâmetro equatorial (DE)	-0.6649	-0.1034
DEVP	-0.5474	0.2616
Diâmetro polar (DP)	-0.4748	-0.0777
Largura do colpo	0.0139	-0.3603
Padrão de ornamentação heterorreticulado	-0.0896	-0.2607
Padrão de ornamentação granulado	0.0896	0.2607
LA	-0.0576	0.2179
Largura da endoabertua	-0.0455	0.2175



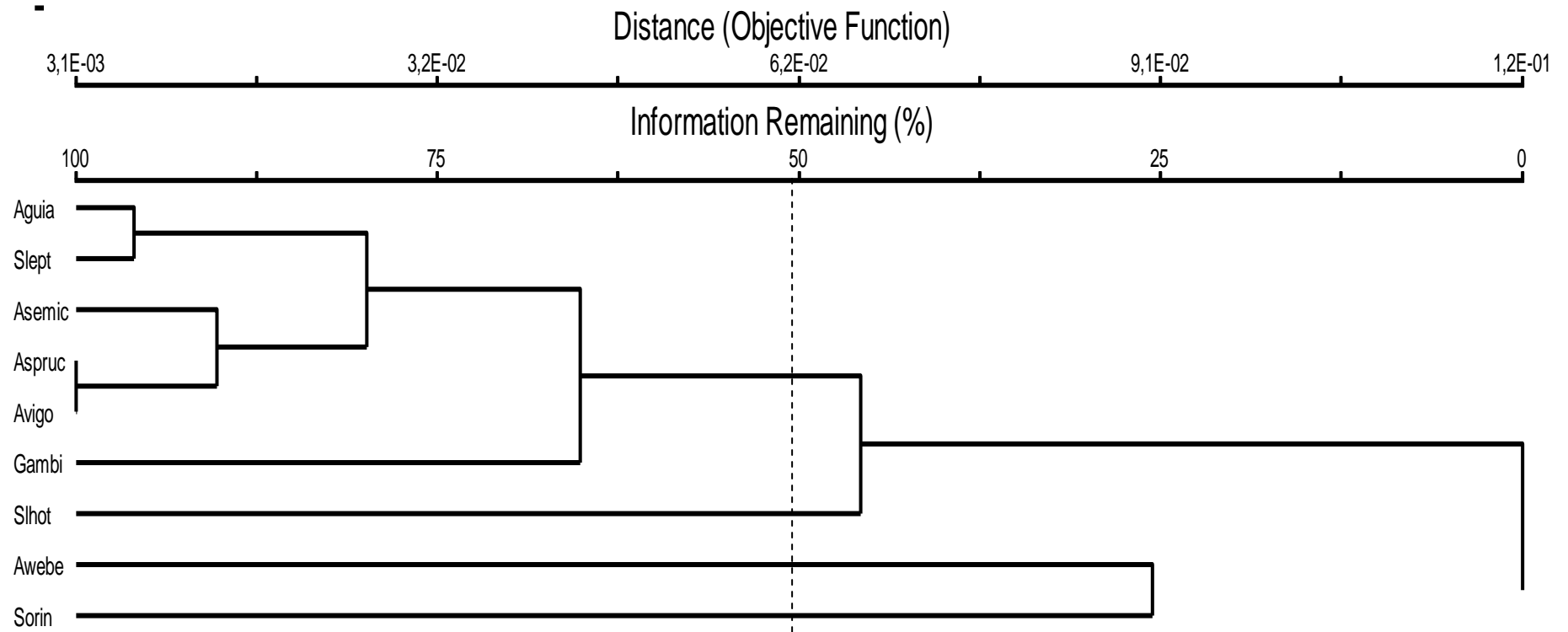


**Figura 1. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Ardisia* Sw. A-C: *Ardisia spruceana*: A. vista polar: vista geral (MEV); B. vista equatorial: abertura (MEV), seta evidenciando região da endoabertura e colpo granuloso; C. detalhe da superfície (MEV), seta evidenciando a presença de grânulos no interior dos lumens. D-F: *A. vigoi*: D. vista polar: corte óptico com detalhamento de L.O; E. vista equatorial (MEV), seta evidenciando região da endoabertura; F. detalhe da superfície (MEV), seta apontando perfurações no muro do retículo.**

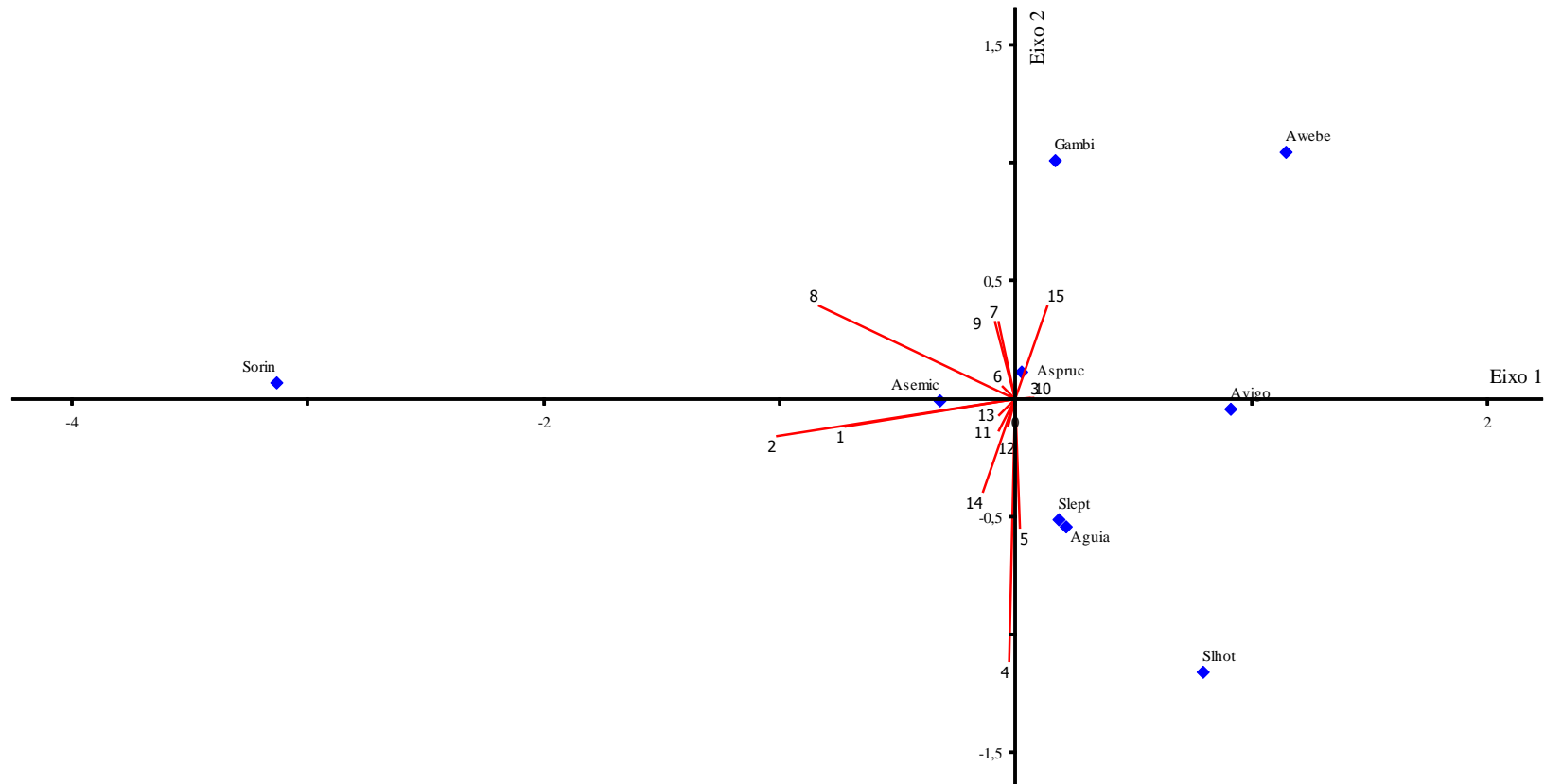


**Figura 2. Fotomicrografias e eletromicrografias de espécies de *Ardisia* Sw. e *Geissanthus* Hook.f. G-I: *Ardisia weberbaueri*: G. vista polar: vista geral (MEV); H. vista equatorial: abertura; I. detalhe da superfície (MEV). J-M: *Geissanthus ambiguus*: J. vista polar: vista geral (MEV); L. vista equatorial (MEV), seta evidenciando região da endoabertura; M. detalhe da superfície (MEV), seta apontando perfurações nos muros do retículo e grânulos no interior dos lúmens.**

**Figura 3.** Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook. f. e *Stylogyne* A.DC. por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4 primeiras letras do epíteto específico

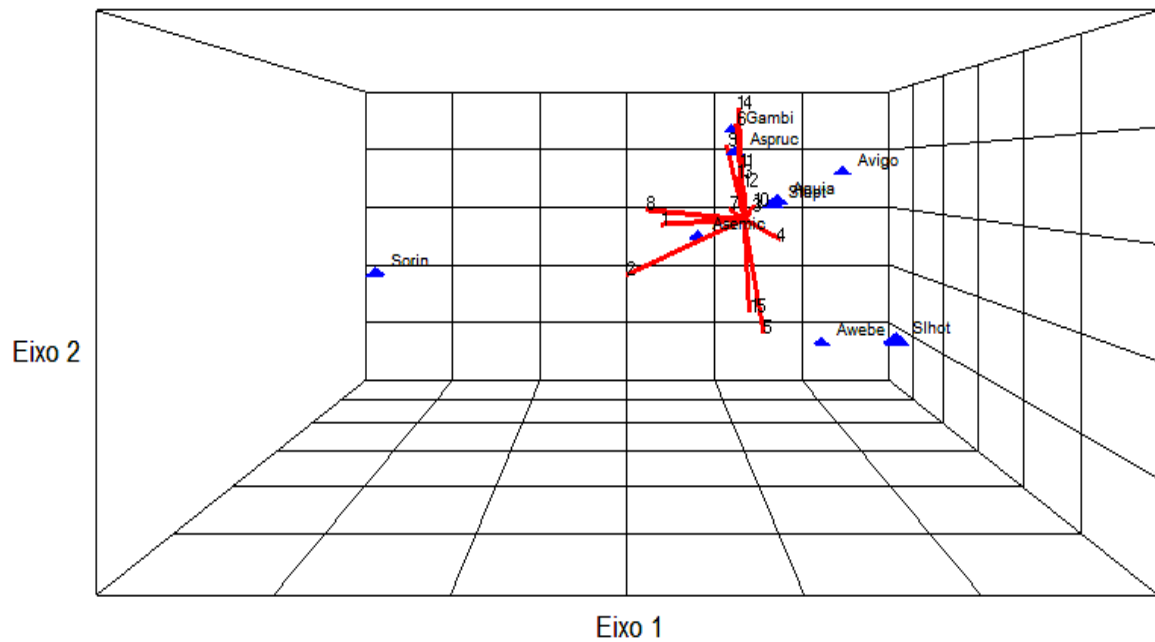


**Figura 4.** Gráfico bidimensional representando espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook. f. e *Stylogyne* A.DC. em PCA. Características correspondentes à numeração (\*); espécies representadas pelas 4 primeiras letras do epíteto específico



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. heteroreticulado-perfurado; 15. granulado

**Figura 5.** Gráfico tridimensional representando espécies de *Ardisia* Sw., *Geissanthus* Hook. f. e *Stylogyne* A.DC. em PCA. Características correspondentes à numeração (\*); espécies representadas pelas 4 primeiras letras do epíteto específico



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. heterorreticulado-perfurado; 15. granuloso

**Anexo 1.**

*Ardisia spruceana* M.F. Freitas & Peixoto- Brasil. Brasil, Amazonas Raiz da Serra Curicuriari, \*A. Ducke s/n, 26-XI-39 (RB 21931). *Ardisia vigoii* Lundell- Brasil. Mato Grosso Rio Jamari, afluyente do Rio Madeiras, \* J G Kuhlmann 2227, s/data (RB). *Ardisia weberbaueri*- Brasil. Acre, Município Cruzeiro do Sul, \*C.A. Ferreira *et al.* s/n, 03/XI/91 (INPA 200329). *Geissanthus ambiguus* (Mart.) G. Agostini- Brasil. Minas Gerais, Monte Belo, \* Naiara Lopes 10, 25-VII-2008 (RB).

**Anexo 2**

Plant Syst Evol  
DOI 10.1007/s00606-011-0515-2

---

ORIGINAL ARTICLE

**Insights on *Ardisia* and *Stylogyne* (Myrsinoideae–Primulaceae)  
based on pollen morphology**

Tatiana Tavares Carrijo · Ana Carolina da Silva Fourny ·  
Maria de Fátima Freitas · Vania Gonçalves-Esteves ·  
Ariane Luna Peixoto

## **Capítulo 4**

### **Estudo polínico de representantes de Theophrastoideae (Primulaceae) ocorrentes no Brasil**



## Resumo

Espécies de Theoprastoideae foram analisadas palinologicamente com o objetivo de fornecer subsídios que contribuíssem no esclarecimento dos problemas envolvidos na nova classificação do gênero *Samolus* L. Grãos de pólen acetolisados foram medidos, descritos e ilustrados sob microscopia de luz, e grãos de pólen não acetolisados foram analisados por meio de microscopia eletrônica de varredura. Todas as espécies apresentaram grãos de pólen isopolares e em mônades, podendo variar entre pequenos ou médios, variando de oblato-esferoidais à prolatos, 3-colpa(ora)dos, padrão de ornamentação da sexina variando entre microrreticulado com perfurações e reticulado-espículado. A análise de agrupamento hierárquico (HCA) apresentou a formação de diferentes grupos de espécies, quando analisados o maior percentual de caracteres informativos, tal variação na formação dos grupos foi confirmada ao comparar a análise componente principal (PCA). Nos diferentes métodos analíticos utilizados foi possível observar que as espécies do gênero *Samolus* se mantiveram afastadas das demais espécies sendo necessários, estudos integrados entre diversas áreas para melhor elucidar o posicionamento do gênero.

Palavras-chave: Myrsinoideae, Theoprastoideae, *Samolus*, Palinologia

**Abstract**

Species of the subfamilie Theophrastoideae palynologically were analyzed with the objective of providing subsidies to contribute in resolving the problems involved in the new classification of the genus *Samolus* L. Pollen grains were acetolysed, measured, described and illustrated by light microscopy, and pollen grains not acetolysed were analyzed by scanning electron microscopy. All species showed pollen grains isopolar and monads, which can vary from small to medium, ranging from oblate-spheroidal to prolate, 3-colpate the pattern of ornamentation sexine ranging from microrreticulate-perforate or reticulate-perforated. The hierarchical cluster analysis (HCA) showed the formation of different species groups when analyzed the highest percentage of informative characters, such variation in the groups was confirmed by comparing the principal component analysis (PCA). The different analytical methods used it was observed that the genus *Samolus* kept away from the other species being necessary, integrated studies across several areas to further elucidate the positioning of the genre.

Keywords: Myrsinoideae, Theoprastoideae, *Samolus*, Palynology

## 1. Introdução

A atual subfamília Theoprastoideae, tradicionalmente reconhecida como família independente (Theophrastaceae) estava subordinada a ordem Primulales, bem como Myrsinaceae e Primulaceae (Cronquist, 1988). Tais famílias eram consideradas distintas com base na análise de dados morfológicos que incluíam o hábito e morfologia das estruturas reprodutivas (Cronquist, 1981, 1988; Takhtajan, 1997 e Souza & Lorenzi, 2008).

Apesar da delimitação relativamente clara, tendo em vista apenas os caracteres morfológicos do grupo, diversos trabalhos utilizando também dados moleculares (Anderberg & Ståhl, 1995; Anderberg *et al.*, 1998, 2000, 2002; Kallersjo *et al.*, 2000; Caris *et al.*, 2000; Hao & Hu, 2001; Mast *et al.*, 2001; Kallersjo & Ståhl, 2003; Martins *et al.*, 2003; Hao *et al.*, 2004; Ståhl & Anderberg, 2004; Manns & Anderberg, 2005, 2007; Oh *et al.* 2008), evidenciaram a confusão na delimitação de táxons dentro do grupo, como por exemplo, a transferência de diversos gêneros entre as famílias e o reconhecimento do então gênero *Maesa* Forssk., subordinado a família Myrsinaceae, como uma família independente das demais já existentes (APG II, 2003).

Com base nos resultados obtidos nas análises filogenéticas, foi proposta a ampla circunscrição de Primulaceae composta pelas subfamílias Maesoideae, Myrsinoideae, Primuloideae e Theophrastoideae. Atualmente a subfamília Theophrastoideae pertence à ordem Ericales, com cerca de 100 espécies subordinadas a cinco gêneros. Os táxons são alocados em duas tribos, a saber: *Samoleae* Reichenbach e *Theophrasteae* Bartling, delimitadas principalmente pela presença ou ausência de estaminódios nos táxons correspondentes. A primeira tribo abarca apenas espécies do gênero *Samolus* L., enquanto a segunda é composta pelos gêneros *Clavija* Ruiz e Pavon, *Deherainia*

Decaisne, *Jacquinia* L. e *Theophrasta* L., caracterizados pela presença de estaminódios (APG III, 2009).

A maioria dos representantes desta subfamília são arbustos ou pequenas árvores; folhas verticiladas, a presença de esclerênquima organizado em camadas ou feixes subepidérmicos é considerado uma sinapomorfia da família; flores simpétalas, actinomorfas, tetrâmeras ou pentâmeras, dispostas em cachos terminais ou axilares, raramente reduzidas a uma única flor, presença de brácteas muitas vezes adnatas ao pedicelo; presença de estaminódios fundidos ao tubo da corola; fruto baga carnosa ou pericarpo pouco lenhosa (Ståhl, 1999; Kallersjo & Ståhl, 2003).

Tradicionalmente, a subfamília Theophrastoideae, era composta pelos gêneros *Theophrasta* L., *Jacquinia* L., *Clavija* Ruiz e Pavon, *Deherainia* Decaisne e *Neomezia* Vötsch. Um sexto, gênero monotípico, *Votschia*, foi descrito por Ståhl (1993), baseado na espécie *Jacquinia nemophila* Pittier. A espécie era circunscrita em *Jacquinia*, principalmente, por apresentar estaminódios petalóides, no entanto, o autor observou características exclusivas que permitiram diferenciar a espécie dos demais gêneros já existentes, como por exemplo, o padrão de ornamentação da exina dos grãos de pólen (foveolada), feixes vasculares dispostos em círculo, esclerênquima foliar disposto em apenas uma camada. Posteriormente, Kallersjo *et al.* (2000), com base em dados moleculares, ampliou a circunscrição da subfamília com a inclusão do gênero *Samolus*, tradicionalmente circunscrito em Primulaceae *s.s.*

Para Ståhl (1999) a circunscrição dos gêneros em Theophrastoideae depende, principalmente, das características florais e dos estaminódios. *Neomezia* Vötsch é um gênero monotípico que difere de *Theophrasta*, por apresentar flores alaranjadas com estaminódios triangulares, discretos situados na base da corola e frutos pubescentes,

enquanto *Theophrasta* apresenta estaminódios grandes e frutos glabros (Ståhl, 1990b; Kallersjo & Ståhl, 2003).

Em *Clavija*, a coloração das flores pode variar entre amarelada-pálida e alaranjadas, na maioria das espécies desse gênero as flores são unissexuadas ou funcionalmente unissexuadas. Nas flores estaminadas encontra-se um pistilódio, enquanto as flores pistiladas possuem estames, e suas anteras permanecem fechadas durante a antese. Trata-se do maior gênero da subfamília com ampla distribuição no continente Sulamericano (Ståhl, 1991).

*Deherainia* pode ser diferenciado dos outros gêneros, por apresentar flores grandes e verdes, isoladas, com estaminódios liguliformes ou triangulares, quase imperceptíveis, inseridos na parte superior do tubo de corola. Apresenta distribuição em florestas úmidas do sul do México até Honduras, emitem odor desagradável característico do gênero (Chandler, 1911; Ståhl, 1989).

Espécies de *Votschia* assemelha-se as de *Jacquinia* e *Deherainia* por apresentarem estaminódios petalóides e corola campanulada, respectivamente. Se diferenciando dos outros dois gêneros, pelo tipo de ornamentação da exina dos grãos de pólen e da vascularização peciolar (Ståhl, 1993).

A problemática de Theophrastoideae está diretamente relacionada à circunscrição de *Samolus* L., devido à diferença morfológica com os outros gêneros de Theophrastoideae, como por exemplo, o seu hábito herbáceo, ovário semi-infero, e fruto em capsula (Kallersjo & Andenberg, 2000). Em 1820, Rafinesque circunscreveu *Samolus* em Samolaceae, família monogenérica, tal classificação foi pouco utilizada entre os taxonomistas. Posteriormente, Pax e Knuth, em 1905, classificou o gênero em Primulaceae s.s., porém em uma tribo diferente, Samoleae, por apresentar ovário semi-infero.

Recentemente, Kallersjo *et al.* (2000) sugere a relação de *Samolus* com Theophrastaceae, principalmente, por informações em três sequências de genes de cloroplastos, sendo, a presença de estaminódios a única sinapomorfia morfológica entre *Samolus* e Theophrastaceae. Anderberg *et al.* (2002) também encontraram uma relação estreita entre *Samolus* e *Clavija*, optou-se então por incluir *Samolus* em Theophrastaceae.

Esta relação não é observada por Kallersjo & Ståhl, (2003), que sugerem elevar o gênero a nível familiar, esta proposta foi reforçada por Caris & Smets (2004) ao realizar um estudo ontogenético utilizando a espécie *Samolus valerandi*, os autores observaram diferenças importantes na ontogenia dos estaminódios, entre o gênero e outros táxons da mesma subfamília. Assim, os autores propõem manter *Samolus* separado dos demais gêneros da Theophrastaceae, sugerindo que ele seja elevado ao nível de família.

Levando-se em consideração que as inter-relações dentro do grupo ainda não estão completamente resolvidas (Morozowska, 2011) e sendo a morfologia indispensável na definição de sinapomorfias que auxiliam nas classificações filogenéticas, foram investigadas no presente estudo a morfologia polínica de espécies de Theophrastoideae, objetivando: (1) examinar e descrever caracteres polínicos de espécies subordinadas à subfamília, tendo em vista a escassez de dados palinológicos na literatura, (2) encontrar atributos polínicos de importância na delimitação dos táxons ocorrentes no Brasil, e (3) auxiliar, através desses atributos, a classificação sistemática de *Samolus* L. dentro do grupo.

## 2. Material e Métodos

Realizou-se um levantamento prévio da distribuição da coleção de ambos os gêneros através do *Species Link* ([sblink.cria.org.br/](http://sblink.cria.org.br/), em 2014), com o objetivo de definir os principais herbários a serem visitados. A partir dessa relação foram priorizados os herbários com maior representatividade e variedade de espécies.

Foram estudados, palinologicamente, espécies subordinadas aos três gêneros com distribuição no território brasileiro: *Clavija* Ruiz e Pavon (6spp), *Jacquinia* L. (1sp) e *Samolus* L. (2spp).

O material polínico estudado foi obtido a partir de anteras férteis de flores em antese e/ou em pré-antese, provenientes de exsicatas depositadas nos herbários (RB) e (INPA), siglas de acordo com o Index Herbariorum (Thiers *et al.* continuous up date).

O material utilizado no presente estudo foi listado em ordem alfabética de espécie, seguido das principais informações de coleta (Apêndice 1).

As lâminas utilizadas no estudo foram depositadas na Palinoteca do Laboratório de Palinologia Álvaro Xavier Moreira, do Departamento de Botânica do Museu Nacional/UFRJ.

Para o estudo em microscópio de luz, o material polínico foi preparado segundo o método acetolítico de Erdtman (1952) e medidos até sete dias após sua preparação (Salgado-Labouriau 1973), fotografados e eletromicrografados.

Do material padrão foram mensurados 25 grãos de pólen aleatoriamente em vista equatorial (diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE)). Foram realizadas análises estatísticas, como, a média aritmética (X); o desvio padrão da média (SX); coeficiente de variabilidade (V) e o intervalo de confiança a 95% (IC). Para outros caracteres, tais como, abertura, endoabertura, DEVP, LA, camadas da exina e diâmetros dos materiais de comparação foram feitas 10 medidas, calculando-se apenas a média aritmética.

Para análise do padrão de ornamentação da exina foi utilizada a técnica descrita por Melhem *et al.* (2003) para grãos de pólen não acetolisados.

As descrições polínicas e terminologia adotada seguiram os critérios de Barth & Melhem (1988) e de Punt *et al.* (2007) levando-se em consideração o tamanho, a forma, o número de aberturas e o padrão de ornamentação da sexina. Os resultados do tratamento estatístico foram expressos em forma de tabelas.

Com o auxílio do programa PC-ORD versão 5.31 (McCune & Mefford 2011) foi realizada a análise exploratória dos dados. Os atributos polínicos das espécies analisadas foram organizados em uma matriz com um total de 17 variáveis, para melhor organização dos dados, nos gráficos elaborados, abreviou-se o nome das espécies com as primeiras três/cinco letras dos epítetos e os atributos polínicos (variáveis) foram expressos por números.

Dentre as variáveis utilizadas, 13 são mensuráveis, a saber: DP (1), DE (2), P/E (3), comprimento (4) e largura do colpo (5), comprimento (6) e largura (7) da endoabertura (em casos de grãos de pólen colporados), DEVP (8), LA (9), IAP (10), exina (11), sexina (12), nexina (13) e quatro são categóricas referentes ao tipo de abertura: colpos (14) ou colporos (15) e aos diferentes tipos de padrões de ornamentação da exina: microrreticulado (16) e reticulado-espiculado (17); com suas respectivas numerações.

Variáveis categóricas, a saber, forma e tamanho dos grãos de pólen e área polar, foram retiradas da matriz de análise por apresentarem variáveis mensuráveis correspondentes (P/E, DP, DE e IAP), a fim de evitar ambiguidades de caracteres e minimizar possíveis erros na organização das espécies nos métodos analíticos utilizados.



A matriz utilizada para a análise multivariada (PCA e Cluster) foi transformada pela raiz quadrada de potência 0.5 a fim de padronizar os dados mensuráveis.

Para a ordenação das variáveis realizou-se a análise de componente principal (PCA) para verificar se os atributos polínicos permitem o agrupamento das espécies. A matriz de variância e covariância (var-cov) foi obtida a partir da média dos dados morfométricos na análise palinológica, coordenadas em um gráfico biplot com base na distância euclidiana. Os resultados foram mostrados em um gráfico bidimensional com o primeiro e o segundo, componentes principais. Os valores dos vetores em cada eixo e o total da variância acumulativa foram representados em tabelas, assim como a matriz de caracteres para análise de agrupamento.

Foi realizada a análise de agrupamento (Cluster-AHC) com o objetivo de classificar as espécies analisadas, em grupos que compartilham (similaridade) variáveis polínicas. Foram considerados dois aspectos em relação aos grupos formados e ao conjunto de variáveis analisadas: o percentual de informações (variáveis) necessário para chegar aos grupos, associado à quantidade final de grupos formados. Na análise de Cluster (AHC) foi construído um dendrograma usando a medida de distância euclidiana (Caccavari *et al.* 2008), com método de linkage Ward's.

As fotomicrografias dos grãos de pólen em microscopia de luz foram realizadas com auxílio de câmera digital Canon Power Shot G6 acoplada ao microscópio Zeiss Axiostar Plus, na objetiva 100X, as eletromicrografias foram realizadas com um microscópio eletrônico de varredura modelo ZEISS DS M960. As ilustrações representam os grãos de pólen em vista polar e equatorial, detalhando a ornamentação da sexina e, sempre que possível das aberturas, todas as imagens foram expressas em forma de prancha.

### 3. Resultados

A descrição polínica está organizada de acordo com os seguintes caracteres polínicos: tamanho, polaridade, unidade de dispersão, forma, tipo e número de abertura, área polar e padrão de ornamentação da sexina.

#### 3.1. Descrição polínica

**3.1.1. Tamanho**-Grãos de pólen pequenos na maioria das espécies analisadas, variando entre 22,5-25,0  $\mu\text{m}$  no diâmetro polar (DP). Grãos de pólen médios foram registrados apenas nas espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi* (30,0 -29,6  $\mu\text{m}$ , respectivamente) (Tab.1).

**3.1.2. Polaridade, unidade de dispersão e forma** – Todas as espécies apresentam grãos de pólen isopolares e em mônades, a forma variou de oblata-esferoidal a prolata. As espécies *Clavija nutans*, *Clavija umbrosa*, *Clavija weberbaueri* e *Jacquinia armillaris* apresentaram a forma subprolata; as espécies *Clavija lancifolia* e *Clavija macrophylla* apresentaram grãos de pólen prolatos-esferoidais; apenas *Clavija spinosa* apresentou grãos de pólen oblatos-esferoidais; as espécies de *Samolus* analisadas apresentaram forma prolata (Tab. 1).

**3.1.3. Abertura e área polar** – Grãos de pólen 3-colporados na maioria das espécies analisadas (figs. 1, 2, 3, 6, 8, 11), exceto as espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi*, que apresentaram abertura tipo colpo (figs. 9, 12). Colpos longos na maioria das espécies, exceto em *Clavija nutans*, *C. weberbaueri*, *Samolus subnudicaulis* e *S. valerandi* que apresentaram colpos curtos, classificação conforme o índice da área polar (IAP); estreitos, sendo os maiores valores da largura encontrados nas espécies *Clavija nutans* e *Samolus valerandi*. Nas espécies colporadas a endoabertura é lalongada (tab. 1). Área polar pequena na maioria das espécies (0,41- 0,49  $\mu\text{m}$ ), ou grande apenas em

*Clavija nutans*, *C. weberbaueri*, *Samolus subnudicaulis* e *S. valerandi* (0,51- 0,70  $\mu\text{m}$ ) (Tab. 2).

**3.1.4. Estratificação e padrão de ornamentação da exina** – Exina variando entre 1,5 - 2,0  $\mu\text{m}$ ; sexina mais espessa que a nexina na maioria das espécies ou tão espessa quanto à nexina apenas em *Clavija lancifolia*, *Clavija nutans*, *Clavija umbrosa* e *Samolus valerandi* (Tab. 2). Padrão de ornamentação da sexina variou entre microrreticulado e reticulado-espiculado. As espécies *Jacquinia armillaris*, *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi* apresentaram exina microrreticulada com perfurações (figs. 7, 10, 13); nas espécies do gênero *Samolus* observou-se retículos com muros retos e lúmens com grânulos ausentes, apenas em *Samolus subnudicaulis* os lúmens apresentam contornos irregulares (figs. 10, 13), o padrão de ornamentação se torna esparsa à medida que se aproxima a região do apocolpo (fig. 11); enquanto em *Jacquinia armillaris* verificou muros conspícuos, com os pontos de intercessão proeminentes (fig. 7); as espécies de *Clavija*, apresentaram ornamentação reticulada-espiculada; lúmens bastante irregulares; muros largos, algumas vezes descontínuos, com espículos (figs. 4, 5). A presença de espículos sobre os muros do retículo, na maioria das vezes, dificulta a descrição do padrão de ornamentação.

De acordo com os resultados obtidos o tipo de abertura, a área polar, a forma e o padrão de ornamentação da exina dos grãos de pólen, foram os atributos polínicos mais significativos que permitiram separar as espécies Theophrastoideae analisadas. As espécies foram organizadas em uma chave polínica de acordo com os caracteres citados.

### Chave polínica para identificação de espécies de Theophrastoideae

1. Grãos de pólen colpados
  2. Sexina mais espessa que a nexina.....*Samolus subnudicaulis*
  2. Sexina tão espessa quanto à nexina.....*Samolus valerandi*
1. Grãos de pólen colporados
  3. Área polar grande
    4. sexina mais espessa que a nexina (1,0µm-0.8µm).....*Clavija weberbaueri*
    4. sexina tão espessa quanto a nexina (1,0µm-1,0 µm).....*Clavija nutans*
  3. Área polar pequena
    5. Grãos de pólen oblato-esferoidais ou prolato-esferoidais
      6. Grãos de pólen oblato-esferoidais.....*Clavija spinosa*
      6. Grãos de pólen prolato-esferoidais
        7. Sexina tão espessa quanto à nexina (1,0µm-1,0 µm)...*Clavija lancifolia*
        7. Sexina mais espessa que a nexina(1,0 µm-0,9µm).*Clavija macrophylla*
    5. Grãos de pólen subprolotos
      8. Sexina microrreticulada.....*Jacquinia brasiliensis*
      8. Sexina reticulada-espículada.....*Clavija umbrosa*

## 3.2. Análises multivariadas

### 3.2.1. Análise de agrupamento hierárquico (HCA)

As relações entre as espécies analisadas produziram um dendrograma com cerca de 96,0% de explicação dos dados. Ao levar em consideração o percentual de 50 % informações remanescentes (variáveis), observa-se a formação de dois grupos. As espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi*, emergem juntas no mesmo clado e isoladas das demais espécies analisadas. Os gêneros *Clavija* e *Jacquinia* estão juntos no mesmo clado; as espécies do gênero *Clavija* apresentaram proximidade dentro do grupo; *Jacquinia armillaris*, embora pertencente ao mesmo clado das espécies de *Clavija*, emerge separadamente dos demais táxons (fig. 3).

### 3.2.2. Análise de componente principal (PCA)

O resultado do PCA explicou 94,28 % do total da variância. Os dois primeiros eixos principais foram significativos, com 88,46% e 5,82% de variância respectivamente. O comprimento (variável 6) e a largura da endoabertura (7) e o tipo de abertura, colpo (14) ou colporo (15), foram as variáveis mais significativas do primeiro componente principal, estando a maioria disposta no polo positivo do eixo, exceto a variável abertura tipo colpo (14), localizada no polo negativo do eixo. No segundo eixo as variáveis que apresentaram maiores valores foram: tipo de ornamentação da exina, microrreticulada (16) e reticulada-espículada (17); largura do colpo (5) e DEVP (8). As variáveis referentes ao padrão de ornamentação microrreticulado e reticulado-espículado, apresentaram valores semelhantes entre si, sendo os maiores valores em ambos os eixos (tab. 3).

As espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valeandi*, se apresentaram bem polarizadas no polo negativo do eixo 1 e separadas dos demais gêneros pelas variáveis;

DP (1), P/E (3), largura do colpo (5), índice de área polar/IAP (10), tipo de abertura: colpado (14) e padrão de ornamentação da exina: microrreticulado (16) (fig. 4).

As demais espécies foram alocadas no polo positivo do eixo 1, apresentando grande dispersão no eixo 2. As espécies do gênero *Clavija* ficaram próximas entre si, principalmente, pelos seguintes caracteres: largura da endoabertura (7) e padrão de ornamentação da exina, reticulado-espiculado (17). O gráfico de componente principal corroborou a proximidade das espécies *Clavija lancifolia* e *Clavija spinosa*, evidente no dendrograma, pelos valores do comprimento do colpo (4), comprimento (6) e largura da endoabertura (7). A espécie *C. macrophylla* se aproxima das outras duas na análise de PCA, por apresentar valores aproximados de comprimento (6) e largura da endoabertura (7) (figs.4, 5). Os valores de DEVP semelhantes permitiram aproximar as espécies *C. umbrosa* e *C. weberbaueri*, tal proximidade já era percebida na análise hierárquica de grupos (fig. 3). *Clavija nutans* está mais afastada das demais, principalmente, pelo valor da largura do colpo (variável 5), o maior valor (5,2 µm) encontrado entre as espécies de *Clavija*. O padrão de ornamentação da exina, microrreticulado (variável 16), foi o caráter que mais influenciou para o isolamento da espécie *Jacquinia armillaris* (fig. 4), este resultado corroborou ao encontrado na análise hierárquica de grupos, onde se observa que a espécie emerge separadamente das espécies do gênero *Clavija*.

#### 4. Discussão e conclusão

As espécies analisadas mostraram heterogeneidade quanto à forma dos grãos de pólen (oblata-esferoidal, prolata-esferoidal, subprolata e prolata). Todos os táxons puderam ser separados em uma chave polínica, inicialmente, em dois grandes grupos de acordo com o tipo de abertura dos grãos de pólen (colpados ou colporados), outros atributos polínicos foram utilizados para identificar os táxons como a forma, área polar e padrão de ornamentação da exina.

*Clavija* apresentou homogeneidade no padrão de ornamentação da sexina (reticulada-espiculada), o mesmo não ocorre ao analisar a forma dos grãos de pólen que variou de oblata-esferoidal à subprolata e a área polar classificada como pequena ou grande tais atributos permitiram a separação dos táxons na chave polínica.

As espécies do gênero *Samolus* foram separadas das demais, principalmente, pelo tipo de abertura (colpos), não encontrado nos outros dois gêneros analisados. O gênero apresentou homogeneidade polínica quanto à forma (prolata), área polar (grande) e padrão de ornamentação (microrreticulado); as espécies puderam ser separadas entre si, apenas, pela espessura das camadas da exina.

A espécie *Jacquinia armillaris* ficou em um ponto de intercessão entre os gêneros *Clavija* e *Samolus*, por compartilhar características de ambos os gêneros, como por exemplo, o tipo de padrão de ornamentação da sexina semelhante o das espécies de *Samolus* e o tipo de abertura semelhante o das espécies de *Clavija*. Tal disposição é possível de observar tanto no dendrograma (AHC) quanto no gráfico de componente principal (PCA) (figs. 4, 5).

A disposição dos pontos (espécies) ao longo do gráfico na análise de PCA permitiu a individualização desses táxons em dois grupos ao longo dos eixos de ordenação, tais grupos corroboraram a análise de agrupamento (fig. 4).

O dendrograma mostra o grupo 1 com o maior número de espécies, com exceção das espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi* alocadas no grupo 2 do dendrograma (fig. 3). Observa-se a proximidade entre as espécies do gênero *Clavija* que emergem juntas no mesmo cluster, bem como da espécie *Jacquinia armillaris*. Ao analisar o grupo no gráfico de PCA observa-se que esta organização se deve ao fato de todas as espécies, do grupo 1, apresentarem grãos de pólen colporados (figs. 4, 5).

As espécies do grupo 1, estão distribuídas entre os polos positivo e negativo do eixo 2 no gráfico bidimensional de PCA; as espécies de *Clavija* se mativeram próximas entre si, por apresentarem todas o mesmo padrão de ornamentação da exina bem característico deste gênero (reticulado-espículado).

As espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi*, se apresentaram bastante polarizadas na análise de componente principal (PCA) evidenciando a nitidez do grupo 2, as espécies foram separadas das demais, principalmente, pelo tipo de abertura (colpo), além dos valores do diâmetro polar (1), P/E (3) e largura do colpo (5) (fig. 4/ tab. 3).

Após levantamento bibliográfico realizado, observou-se a escassez de estudos polínicos em Theophrastoideae em especial nos gêneros analisados no presente trabalho, cabe ressaltar que as espécies *Clavija nutans* e *Clavija umbrosa* são endêmicas do território brasileiro, aumentando a relevância das análises aqui realizadas.

Ståhl (1987), ao estudar a estrutura anatômica foliar e floral e a taxonomia do gênero *Theophrasta*, descreveu os grãos de pólen das espécies *T. americana* e *T. jussieui* como 3-colparados e subesferoidal; morfologia semelhante foi previamente relatada nos gêneros *Clavija* e *Jacquinia* por Edtman (1952).

Pope (1925) estudou a morfologia polínica da espécie *Primula parryi* e descreveu a espécie com grãos de pólen pequenos com superfície punctada, os resultados aqui



encontrados divergiram quanto ao padrão de ornamentação da exina (punctado), não encontrado em nenhuma das espécies aqui analisadas. Tal divergência deve estar associada ao fato das espécies pertencerem à subfamílias diferentes.

Roubik & Moreno (1991) descreveu a espécie *Jacquinia macrocarpa* como 3-colporada, sexina escabrada e com forma variando de prolata-esferoidal a subprolata, os resultados aqui obtidos divergiram apenas quanto ao padrão de ornamentação da sexina, descrita como escabrada pelos autores.

Ao estudar a variabilidade polínica do gênero *Primula*, os autores Wadi & Richards (1992) descreveram os grãos de pólen como 3-colporados, variando entre esferoidal, subesferoidal ou prolato e exina reticulada. Embora os gêneros analisados sejam diferentes observaram-se semelhanças na maioria dos caracteres polínicos, exceto pela forma esferoidal, enquanto no presente estudo essa forma não foi observada em nenhuma espécie analisada.

Stáhl (1993) estudou a espécie *Votschia nemophila* e descreveu os grãos de pólen como 3-colporados, subesferoidal e exina foveolada, a descrição divergiu à do presente estudo quanto ao tipo de ornamentação da exina, talvez pela diferença dos gêneros observados.

Ao analisar as variações *Anagallis arvensis* var. *arvensis* e *Anagallis arvensis* var. *foemina*, Abdel *et al.* (2003) descreveram grãos de polens colporados; prolatos, com sexina microrreticulada-foveolada na espécie *Anagallis arvensis* var. *arvensis* e subesferoidais, com sexina reticulada na espécie *Anagallis arvensis* var. *foemina*. Os resultados encontrados pelos autores foram semelhantes aos encontrados no presente estudo quanto ao tipo de abertura e forma dos grãos de pólen, divergindo apenas quanto ao padrão de ornamentação da sexina da primeira espécie.

García-Murcia (2011) ao fazer a flora palinológica de Córdoba (Colômbia), descreveu os grãos de pólen de *Clavija latifolia* como inaperturado, subprolato e sexina reticulada. Tais resultados divergiram com os resultados encontrados no presente estudo quanto ao tipo de abertura e ao padrão de ornamentação da exina.

No estudo filogenético de Theoprastaceae realizado por Kalersjo & Ståhl (2003), é possível observar a distância entre o gênero *Samolus* e os demais gêneros, bem como a proximidade entre as espécies de *Clavija* e *Jacquinia* analisadas. A disposição dos gêneros na árvore fenética, com base nos atributos polínicos, elaborada no presente estudo apresentou semelhanças na disposição dos mesmos gêneros, na árvore filogenética elaborada pelos autores, embora as espécies analisadas em ambos os estudos sejam diferentes.

Caris & Smets (2004) estudam a ontogenia floral das espécies *Samolus subnudicaulis* e *Samolus valerandi* e sua relação com diferentes gêneros de Theoprastoideae. Os autores relatam que o gênero apresenta uma posição bastante isolada dentro de Primulaceae, os resultados obtidos a partir dos caracteres polínicos corroboram tal posicionamento.

O tamanho, forma, tegumento, padrão de superfície, espessura do tegumento, endosperma e estrutura da semente de representantes de Myrsinoideae, Primuloideae e Theoprastoideae, dentre eles *Samolus valerandi*, foram investigados pelas autoras Morozowska *et. al* (2011), afim de estabelecer relações entre as diferentes subfamílias e confirmar o posicionamento de *Samolus*. Os autores encontraram grande afinidade entre as espécies dos diferentes gêneros e famílias, no entanto, afirmam que tais características são insuficientes para resolver todas as relações pouco esclarecidas entre as famílias analisadas.

Tendo em vista os resultados aqui encontrados e os resultados envolvendo outras áreas do conhecimento dentro do grupo, conclui-se então que, estudos baseados em uma amostragem mais ampla de táxons, unindo evidências moleculares e morfológicas devem ser continuados, visto que a relação entre *Samolus* e os demais gêneros não são bem suportados.

## 6. Referências bibliográficas

- Abdel, I. M.; Atta, A. I. & Azza, A. S. 2003. On the delimitation of *Anagallis arvensis* L. (Primulaceae)- Evidence based on macromorphological characters, palynological features and karyological studies. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6 (1): 29-35.
- Anderberg, A. A. & Ståhl, B. 1995. Phylogenetic interrelationships in the order Primulales, with special emphasis on the family circumscriptions. *Canadian Journal of Botany* 73: 1699-4730.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 1998. Phylogenetic relationships in the Primulales inferred from *rbcL* sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 211: 93–102.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 2000. Maesaceae, a new primuloid family in the order Ericales s.l. *Taxon* 49: 183–187.
- Anderberg, A.A. & El-Ghazaly, G. 2000. Pollen morphology in *Primula* sect. *Carolinella* (Primulaceae) and its taxonomic implication. *Nordic J. Bot.* 20 (1): 5-14.
- Anderberg, A. A.; Rydin, C. & Källersjö, M. 2002. Phylogenetic Relationships in the order Ericales S.l.: Analyses of molecular data from five genes from the plastid and mitochondrial genomes. *American Journal of Botany* 89(4): 677–687.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S., 1988. *Glossário Ilustrado de Palinologia*. Campinas: Ed. Unicamp. 75p.

- Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 17p.
- Caccavari, M.A.; Naab, O.A. & Tamame, M.A., 2008. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 6(4): 566-576.
- Caris, P.; Ronse Decraene, L. P.; Smets, E. & Clinckemaillie, D. 2000. Floral development of three *Maesa* species, with special emphasis on the position of the genus within Primulales. *Annals of Botany* 86: 87–97.
- Caris, P.L. & Smets, E. F. 2004. A floral ontogenetic study on the sister group relationship between the genus *Samolus* (Primulaceae) and the Theophrastaceae. *American Journal of Botany* 91(5): 627–643.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York.
- Cronquist, A. 1988. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*, 2<sup>nd</sup> edition. The New York Botanical Garden, New York. 555 pp.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms*. Stockholm: Almqvisit & Wiksell, 539pp.
- García-Murcia, Y. 2011. Flora palinológica de Cordoba e Cesar ( Caribe Colombiano) e sua implicações nas reconstruções paleoecológicas. Tese de mestrado, programa de pós graduação da Universidade Nacional da Colômbia. 211p.

- Hao, G. & Hu, C. M. 2001. Relações filogenéticas em *Lysimachia* (Primulaceae): uma análise cladística. *J. Trop. Subtrop. Bot.* 9: 93-100.
- Hao G; Yuan Y-M; Hu, C.M.; Ge, X.J.; Zhao, N.X. 2004. Molecular phylogeny of *Lysimachia* (Myrsinaceae) based on chloroplast trnL-F and nuclear ribosomal ITS sequences. *Molec Phylogenet Evol* 31:323–339.
- Källersjö, M; Bergqvist, G; Anderberg, A.A. 2000. Generic realignment in primuloid families of the Ericales *s.l.*: a phylogenetic analysis based on DNA sequences from three chloroplast genes and morphology. *American Journal of Botany* 87: 1325–1341.
- Källersjö M & Ståhl, B. 2003. Phylogeny of Theophrastaceae (Ericales). *Int. J. Plant Sci.* 164:579–591.
- Manns, U.; Anderberg, A.A. (2005). Molecular phylogeny of *Anagallis* (Myrsinaceae) based on ITS, trnL-F, and ndhF sequence data. *Int J Plant Sci* 166:1019–1028
- Manns, U.; Anderberg, A.A. (2007). Character evolution in *Anagallis* (Myrsinaceae) inferred from morphological and molecular data. *Syst Bot* 32:166–179.
- Martins, L.; Oberprieler, C. & Hellwing, F. H. 2003. A phylogenetic analysis of Primulaceae *s.l.* based on internal transcribed spacer (ITS) DNA sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 237: 75–85.
- Mast, A. R.; Kelso, S., Richards, J.; Lang, D. J.; Feller, D. M. S. & Conti, E. 2001: Phylogenetic relationships in *Primula* L. and related genera (Primulaceae) based on noncoding chloroplast DNA. - *Int. J. Pl. Sci.* 162: 1381-1400.

- McCune B, Mefford M J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G. 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Morozowska, M.; Czarna, A.; Kujawa, M.; Jagodzinski, A. M. 2011. Seed morphology and endosperm structure of selected species of Primulaceae, Myrsinaceae, and Theophrastaceae and their systematic importance. *Plant Systematics and Evolution* (2011) 291:159–172
- Oh, I. C.; Anderberg, A.L.; Schonenberger, J.; Anderberg, A.A. 2008. Comparative seed morphology and character evolution in the genus *Lysimachia* (Myrsinaceae) and related taxa. *Plant Systematics and Evolution*. 271:177–197.
- Pax, F., and Knuth, R. 1905. Primulaceae. In *Das Pflanzenreich* 22 (IV, 237). Edited by A. Engler. Engelmann, Leipzig. pp. 1-386.
- Pope, M. A. 1925. Pollen Morphology as an Index to Plant Relationship. I. Morphology of Pollen. *Botanical Gazette* 80 (1): 63-73.
- Punt, W.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A., 2007. Glossary of pollen and spore. *Glossary of pollen and spore terminology. Review Palaeobotany Palynology* 143:1 – 81.
- Roubik, D. & Moreno, E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monographs insystematic botany from de Missouri Botanical Garden. United States.* Vol. 36. p. 268 .

- Salgado-Labouriau, M.L., 1973. Contribuição à Palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. Botânica Sistemática. Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Species link - Centro de referência em informação ambiental - CRIA. Disponível em: <<http://smlink.cria.org.br>>. Acesso em: jan. 2014.
- Ståhl, B. 1987. The genus *Theophrasta* (Theophrastaceae). Foliar structures, floral biology and taxonomy. *Nordic Journal of Botany* 7: 529–538.
- Ståhl, B. 1990a. Taxonomic studies in the Theophrastaceae. Ph.D.thesis. Department of Systematic Botany, Goteborgs Universitet, Goteborg, Sweden.
- Ståhl, B. 1990b. Theophrastaceae. In *Flora of Ecuador* 39. Edited by G. Harling and L. Andersson. Copenhagen, pp. 1-21.
- Ståhl, B. 1991. A revision of *Clavija* (Theophrastaceae). *Opera Bot.* 107: 1-77.
- Ståhl, B. 1993. *Votschia*, a new genus of Theophrastaceae from northeastern Panama. *Brittonia* 45: 204–207.
- Ståhl, B.; Anderberg, A.A. 2004. Maesaceae, Myrsinaceae. In: Kubitzki, K. ed. *Famílias e gêneros de plantas vasculares VI. Dicotiledôneas. Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales*. Berlim: Springer, 255-257, 266-281.
- Takhtajan, A. 1997. *Diversity and classification of flowering plants*. New York: Columbia University Press.



Thiers, B. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff.

New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>.2013

Wadi, H. A. & Richards, A. J. 1992. Palynological Variation in *Primula* L. Subgenus *Sphondylia* (Duby) Rupr., and the Relationship of this group to *Dionysia* Fenzl. New Phytol.121, p. 303-310.

**Tabela 1.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) da vista equatorial (n=25) ectoabertura (n=10), endoabertura (n=10) e forma dos grãos de pólen das espécies de Theophrastoideae

Espécies	DP( $\mu\text{m}$ )		DE( $\mu\text{m}$ )		DP/DE	Colpo		Endoabertura		Forma			
	$(\bar{x})$	IC 95%	$(\bar{x})$	IC 95%		comp.	larg	comp.	larg.	SP	PE	OE	P
<i>Clavija lancifolia</i>	23.7(24.6)26.2	24.1-25.0	21.2(21.9)23.7	21.5-22.3	1.12	13.8	2.1	2.1	10.8	-	+	-	-
<i>Clavija macrophylla</i>	22.5(24.4)25.0	23.9-24.8	20.0(22.2)23.7	21.7-22.8	1.10	15.1	3.1	2.2	12.1	-	+	-	-
<i>Clavija nutans</i>	22.5(23.8)25.0	23.4-24.3	18.7(19.2)20.0	19.0-19.5	1.24	12.4	5.2	2.7	11.4	+	-	-	-
<i>Clavija spinosa</i>	22.5(23.0)23.7	22.7-23.2	23.7(25.2)26.2	24.9-25.4	0.91	13.9	1.8	2.2	10.1	-	-	+	-
<i>Clavija umbrosa</i>	21.2(22.5)23.7	22.2-22.8	17.5(18.9)20.0	18.5-19.3	1.19	14.7	3.8	3.1	12.6	+	-	-	-
<i>Clavija weberbaueri</i>	23.7(24.6)25.0	24.4-24.9	17.5(19.3)20.0	18.5-19.7	1.30	14.8	3.0	2.2	12.1	+	-	-	-
<i>Jacquinia armillaris</i>	23.7(25.0)26.2	24.7-25.4	18.7(19.9)21.2	19.6-20.2	1.26	15.0	3.8	2.8	11.0	+	-	-	-
<i>Samolus subnudicaulis</i>	28.7(30.0)31.2	29.2-30.1	17.5(18.5)20.0	18.0-19.0	1.60	11.8	3.4	...	...	-	-	-	+
<i>Samolus valerandi</i>	28.7(29.6)30.0	29.4-29.9	16.2(17.3)18.7	17.0-17.5	1.71	10.1	4.6	...	...	-	-	-	+

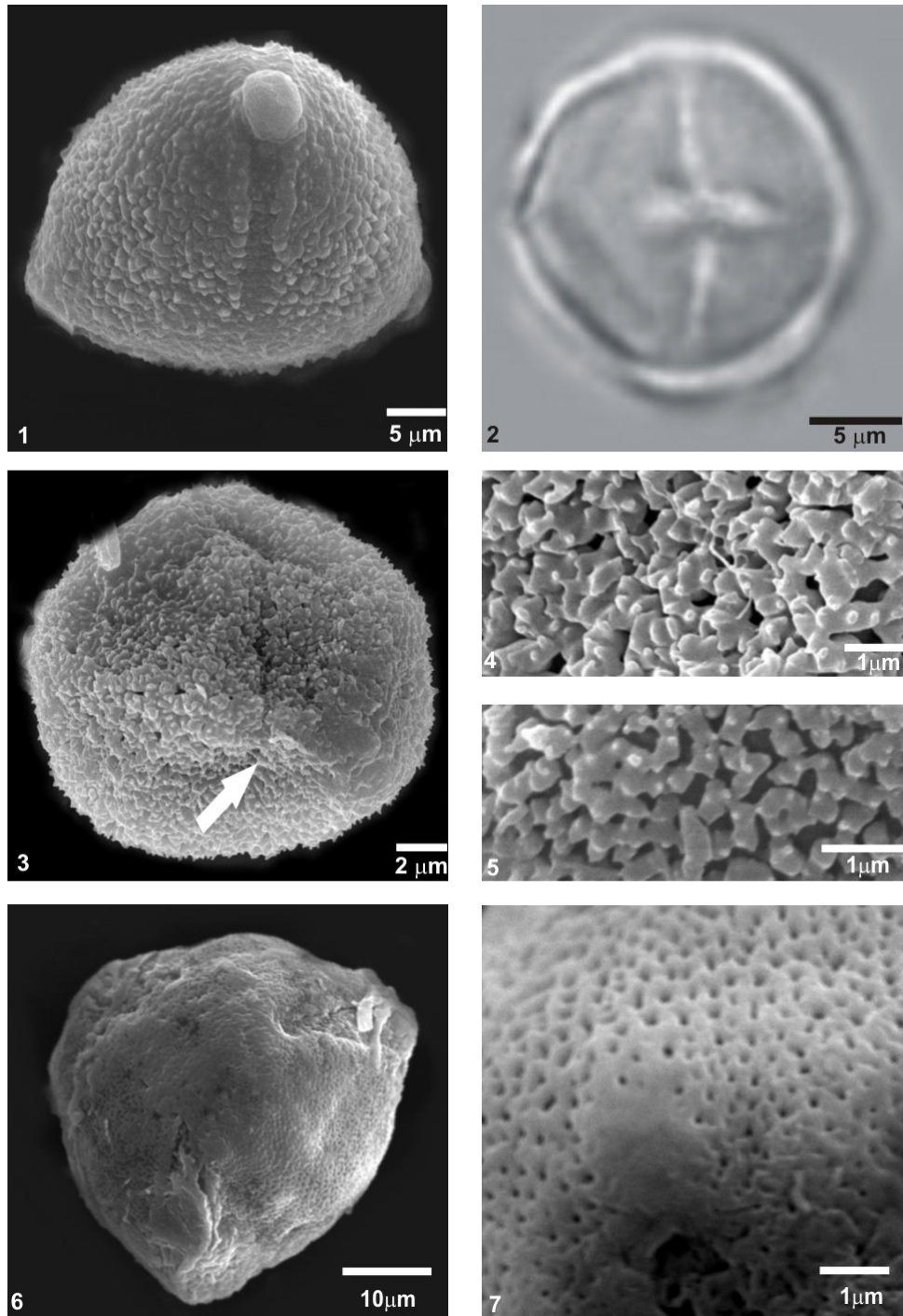
$(\bar{x})$  - média aritmética; I.C. - intervalo de confiança; comp.- comprimento; larg. - largura; SP- subprolato; PE- prolato-esferoidal; OE- oblato-esferoidal; P- prolato

**Tabela 2.** Medidas (em  $\mu\text{m}$ ) dos grãos de pólen em vista polar: diâmetro equatorial em vista polar (DEVP); lado do apocolpo (LA); índice da área polar (IAP); camadas da exina (n=10), tamanho da área polar dos grãos de pólen e padrão de ornamentação da exina das espécies de Theophrastoideae (\*P-pequena; G-grande; M.R.-microrreticulado; R.E.- reticulado-espículado)

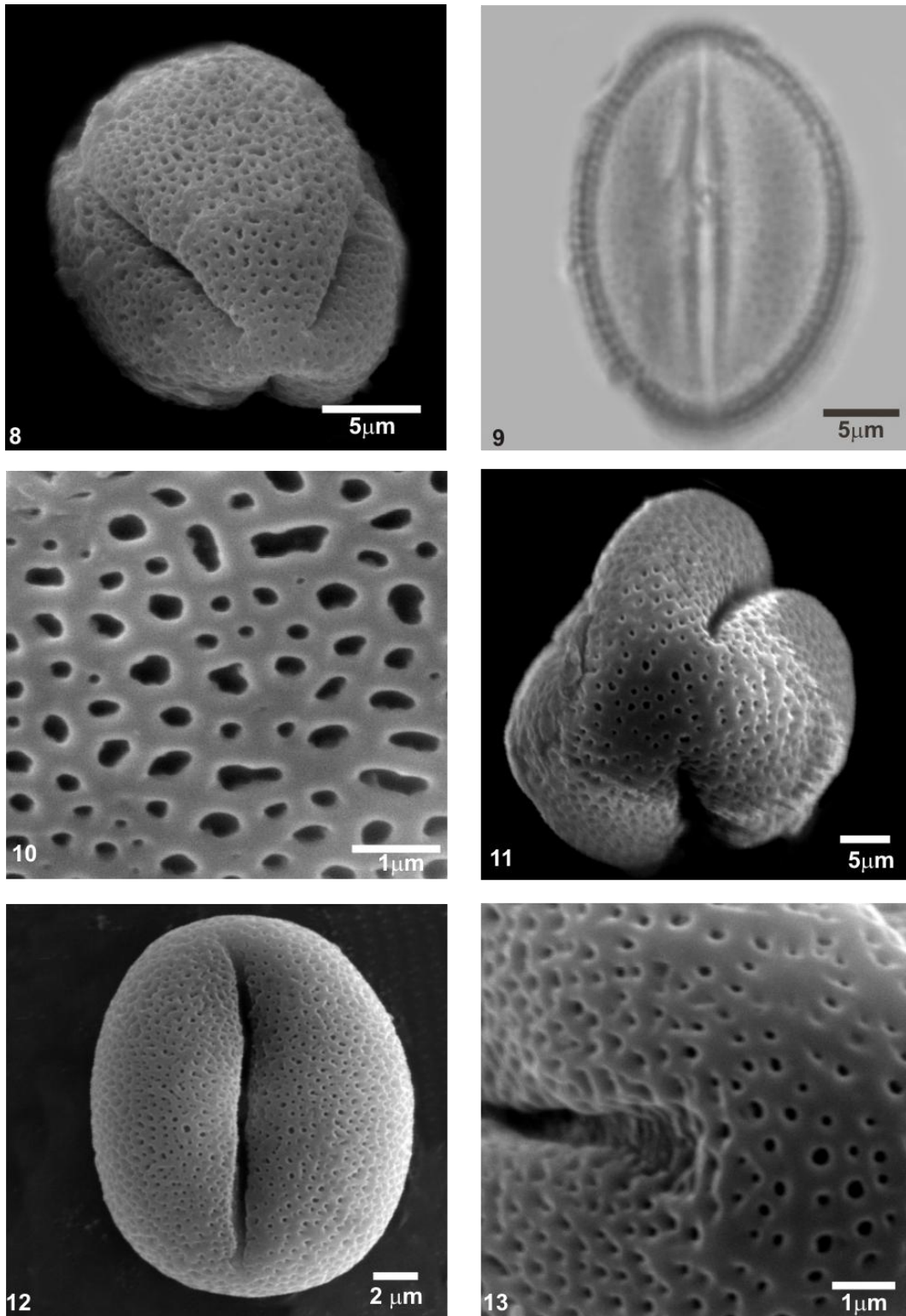
Espécies	DEVP	LA	IAP	Exina			Área polar		Padrão de ornamentação	
	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	( $\bar{x}$ )	Total	sexina	Nexina	P	G	M.R.	R.E.
<i>Clavija lancifolia</i>	23.0	9.6	0.41	2.0	1.0	1.0	+	-	-	+
<i>Clavija macrophylla</i>	24.7	12.2	0.49	1.8	1.0	0.8	+	-	-	+
<i>Clavija nutans</i>	18.8	13.2	0.70	2.0	1.0	1.0	-	+	-	+
<i>Clavija spinosa</i>	24.2	11.0	0.45	1.8	1.0	0.8	+	-	-	+
<i>Clavija umbrosa</i>	20.5	9.6	0.47	2.0	1.0	1.0	+	-	-	+
<i>Clavija weberbaueri</i>	20.4	12.0	0.60	1.8	1.0	0.8	-	+	-	+
<i>Jacquinia armillaris</i>	20.0	9.6	0.48	1.8	1.0	0.8	+	-	+	-
<i>Samolus subnudicaulis</i>	20.4	10.5	0.51	1.5	0.9	0.6	-	+	+	-
<i>Samolus valerandi</i>	15.5	9.6	0.62	2.0	1.0	1.0	-	+	+	-

**Tabela 3.** Variância acumulativa e valores, em ordem decrescente, dos vetores da análise de componente principal (PCA)

<b>Eixo principal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Variância acumulativa (%)	88.46	5.82
<b>Caracteres</b>	<b>Eixos</b>	
Largura da endoabertura	0.783	0.237
Ornamentação reticulada-espiculada	0.212	0.518
Ornamentação microrreticulada	-0.212	-0.518
Largura do colpo	-0.0505	-0.3785
Comprimento da endoabertura	0.3614	-0.2401
DEVP	0.1011	0.3276
Tipo de abertura (colpo)	-0.2308	0.0591
Tipo de abertura (colporo)	-0.2308	0.0591

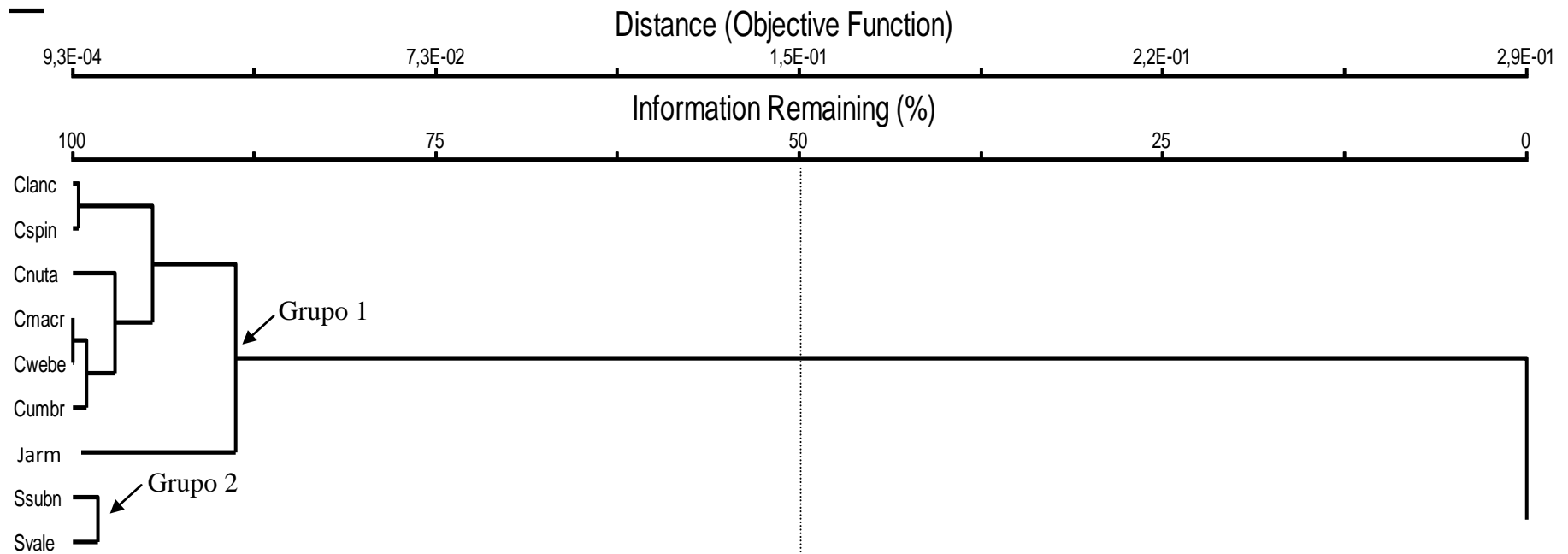


**Figura 1. Eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Clavija* e *Jacquinia*:** 1- *Clavija lancifolia*: vista geral, 2- *Clavija macrophylla*: vista equatorial-abertura; 3- *Clavija nutans*: vista equatorial-abertura, seta evidenciando região da endoabertura (MEV); 4- *Clavija spinosa*: detalhe da superfície (MEV); 5- *Clavija weberbaueri*: detalhe da superfície (MEV); 6-7- *Jacquinia armillaris*: 6. vista polar (MEV); 7. detalhe da superfície (MEV)

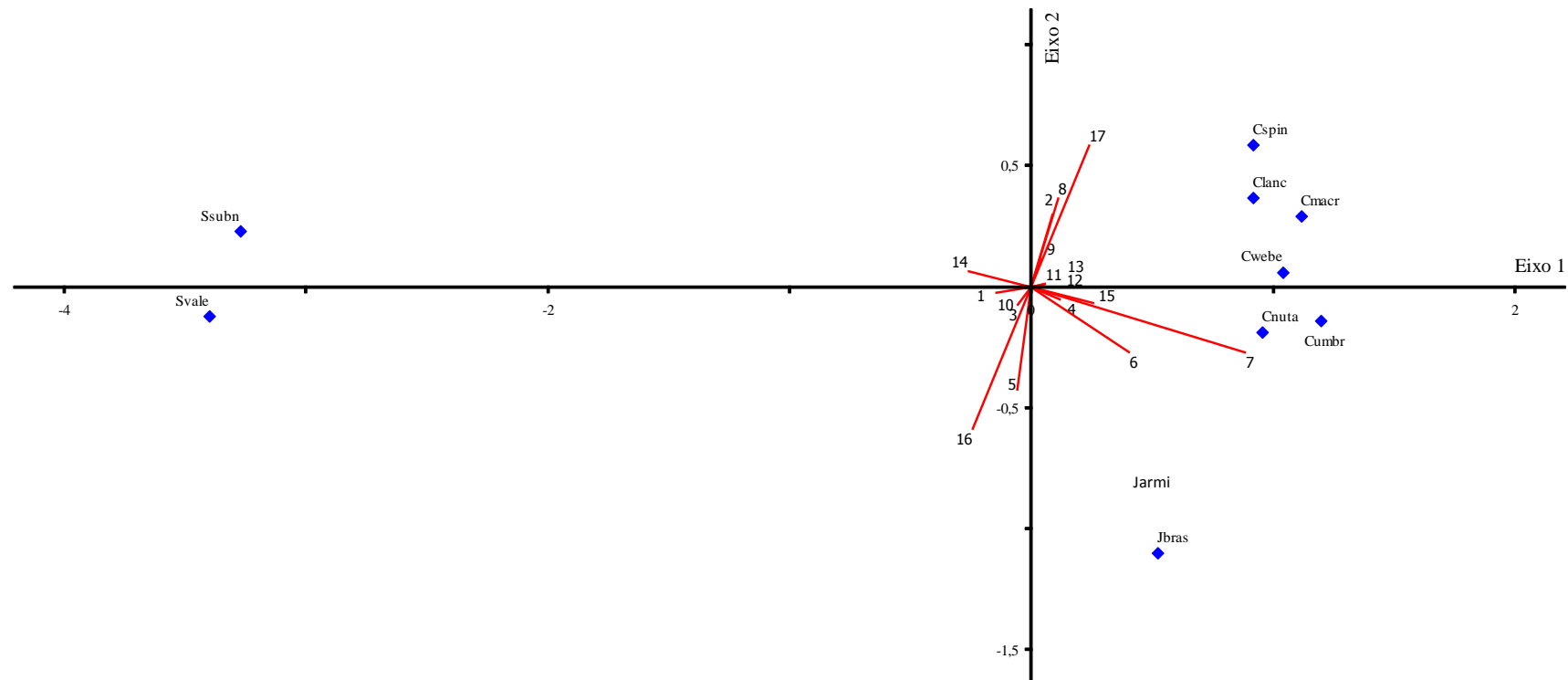


**Figura 2. Fotomicrografias e eletromicrografias dos grãos de pólen de espécies de *Samolus*: 8-10- *Samolus subnudicaulis*: 8. Vista polar (MEV); 9. vista equatorial: abertura, 10. detalhe da superfície (MEV). 11-13- *Samolus valerandi*.: 11. vista polar (MEV); 12. vista equatorial: abertura (MEV); 13. detalhe da superfície (MEV).**

**Figura 3.** Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de Theophrastoideae por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4 primeiras letras do epíteto específico



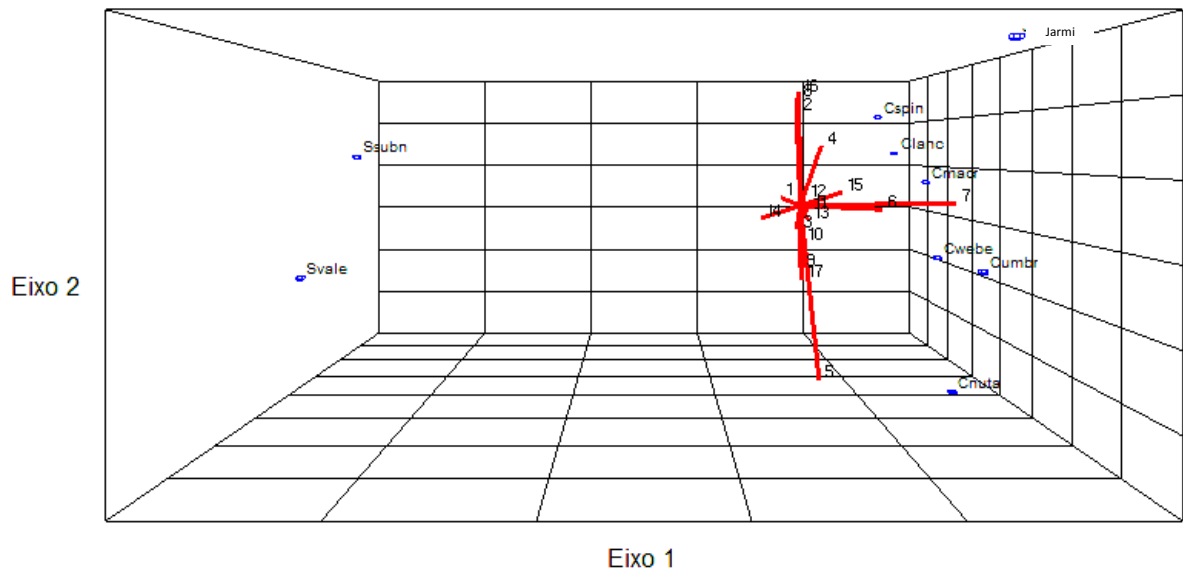
**Figura 4.** Gráfico bidimensional representando espécies de Theophrastoideae em PCA. Características correspondentes à numeração (\*); espécies representadas pelas 4 primeiras letras do epíteto específico



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. colgado; 15. colporado; 16. microrreticulado; 17. reticulado-espiculado



**Figura 5.** Gráfico tridimensional representando espécies de Theophrastoideae em PCA. Características correspondentes à numeração (\*); espécies representadas pelas 4 primeiras letras do epíteto específico



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. comprimento da endoabertura; 7. largura da endoabertura; 8. DEVP; 9. LA; 10. IAP; 11. exina; 12. sexina; 13. nexina; 14. colpado; 15. colporado; 16. microrreticulado; 17. reticulado-espiculado

**Apêndice 1.**

*Clavija lancifolia*. Desf.- Brasil. Amapá, Rio Oiapoque, \* H.S. Irwin 48672, 12/X/1960 (RB). *Clavija macrophylla*. (Link ex Roem. & Schult.) Miq.- Brasil. Amazonas, Manaus, Rio Negro, \* A.P.Duarte 6859, 08/IX/1962 (INPA). *Clavija nutans* Mart. & Miq. – Brasil. Distrito Federal, Fazenda Palestra, \* V. V. Mecenas 22, 22/V/1992 (RB). *Clavija spinosa* (Vell.) Mez. - Brasil. Rio de Janeiro, São Pedro da Aldeia, Serra de Sapiatiba, estrada do Alambique, \*Araújo, D.S.D. 10618, 19/II/1998 (RB). *Clavija umbrosa* (Linden) Regel-Brasil. Amazonas, Rio Madeira, \* A. Ducke, 25/VI/1936 (RB). *Clavija weberbaueri* Mez. – Amazonas, Benjamin Constant, Alto Solimões,\* Duarte, A.P., 7143, 9/IX/1962 (RB). *Jacquinia armillaris* Mez. - Brasil. Rio de Janeiro, Armação de Búzios, Restinga da Praia de Tucuns, \*Oliveira, A., 154, 28/V/2000 (RB). *Samolus subnudicaulis* A. St. Hill - Brasil. São Paulo, Fernandópolis, Mata do Zoológico, \*Neves, R. 297, 10/VII/1993 (RB). *Samolus valerandi* L. - Brasil. São Paulo. Fernandópolis. Mata do Zoológico, \*Vihodcevsy, N. s/nº, 14/IX/1953 (RB 133137).

## ABORDAGEM COMBINADA DOS RESULTADOS & CONCLUSÕES GERAIS

---

Das 70 espécies, palinologicamente estudadas no presente trabalho, 25 espécies são endêmicas do território brasileiro, segundo a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Carrijo, T.T. & Freitas, M.F, 2015), a saber: *Clavija nutans*, *Clavija spinosa*, *Cybianthus alpestris*, *Cybianthus barrosoanus*, *Cybianthus brasiliensis*, *Cybianthus cuneifolius*, *Cybianthus cuyabensis*, *Cybianthus detergens*, *Cybianthus glaber*, *Cybianthus goyazensis*, *Myrsine altomontana*, *Myrsine congesta*, *Myrsine monticola*, *Myrsine emarginella*, *Myrsine glazioviana*, *Myrsine lancifolia*, *Myrsine leuconeura*, *Myrsine lineata*, *Myrsine loefgrenii*, *Myrsine rubra*, *Myrsine squarrosa*, *Myrsine venosa*, *Myrsine vilosissima*, *Stylogyne lephanta*, *Stylogyne lhotskyana*, das quais: *Myrsine congesta* e *Myrsine vilosissima* são ameaçadas de extinção e *Jacquinia armillaris* em estado de vulnerabilidade (Martinelli & Moraes, 2013), o que aumenta a importância de dados morfológicos que auxiliem na identificação e delimitação destes táxons.

Os dados polínicos encontrados, nos gêneros, isoladamente, foram reunidos em planilha única (Tab. 2), e realizadas as análises cabíveis (HCA e PCA). O resultado do PCA explicou 76,30 % do total da variância. Os dois primeiros eixos principais foram significativos, com 64,62% e 11,68% de variância respectivamente. Os padrões de ornamentação heterorreticulado-perfurado (15), reticulado-granulado (19) e rugulado (14), valores de DEVP (6), LA (7), DE (2), DP (1), comprimento (4) e largura do colpo (5), foram as variáveis mais significativas entre os eixos 1 e 2 para formar clados (tab.1).

Os resultados encontrados permitiram agrupar, os gêneros estudados em diferentes tipos polínicos, de acordo com o padrão de ornamentação da exina, listados a seguir:

**-Tipo 1: Exina rugulada (figs. A e B): Gênero *Cybianthus***

O gênero *Cybianthus* demonstrou grande homogeneidade entre as espécies estudadas. No gráfico de componente principal (PCA) é possível verificar que todas as espécies estão dispersas no polo positivo do eixo 1; esta dispersão ocorre em ambos os polos do eixo 2. *C. potiaei* está localizada próximo ao ponto de intercessão entre os eixos por apresentar maior valor de DEVP (variável 8) que as demais espécies; *C. fuscus* se mostrou bastante polarizada no polo positivo do eixo 2, por apresentar altos valores de largura do colpo e endoabertura, associadas entre si (variáveis 5 e 7); *C. shlimii* e *C. multiflorus*, ambas subordinadas ao mesmo subgênero, comprovam a grande afinidade entre si, no entanto estão afastadas das demais, estando no limite entre os polos positivo e negativo do eixo 1 por apresentarem altos valores de DP (28,8µm e 30,0µm, respectivamente) (Tab. 2 /Figs. 4 e 5).

Tal resultado encontrado no gráfico de componente principal (PCA) e no dendrograma confirma a importância dos atributos polínicos, especialmente no padrão de ornamentação da exina, como marcador taxonômico de grande potencial na delimitação do gênero. No entanto, ao observar os subgêneros isoladamente, esse atributo, tal como os demais, não são eficazes devido ao compartilhamento desses caracteres. Sendo assim a ampla circunscrição genérica, atualmente aceita, é a mais apropriada na classificação sistemática do gênero.

**-Tipo 2: Exina heterorreticulado-perfurada (figs. C e D): Gêneros *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne***

O grupo formado por *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne* apresentou afinidade na morfologia polínica, quanto ao padrão de ornamentação (fig. 4). Todas as espécies do

grupo estão dispersas no polo negativo do eixo 2; as espécies *A. semicrenata*, *A. spruceana*, *G. ambiguus* e *S. orinocensis* são encontradas no polo negativo do eixo 1. A espécie *S. orinocensis*, bem como *S. lhotskyana* estão mais polarizadas que as demais por apresentarem valores elevados de DP, DE e P/E (42,4µm-44,2µm e 0,96 µm); e comprimento do colpo (20,0 µm), respectivamente. *Ardisia guianensis* e *Stylogyne leptantha* são espécies afins, por apresentar valores aproximados de comprimento e lagura do colpo, e camadas da exina (tab. 2/fig. 5). Os táxons puderam ser separados entre si, na chave polínica elaborada no presente estudo, com base em outros caracteres polínicos, tais como forma, tamanho e área polar.

**-Tipo 3: Exina reticulado-espículada (figs. E e F): Gêneros *Clavija***

Todas as espécies de *Clavija* são agrupadas no mesmo clado, quando observado o dendrograma (fig. 4). Ao observar o gráfico de componente principal (PCA) verifica-se a proximidade do gênero *Clavija* entre espécies dos gêneros *Jacquinia*, *Myrsine* e *Samolus*, por apresentar valores semelhantes de DEVP, LA e IAP (tab. 2;fig. 5).

**-Tipo 4: Exina microrreticulada (figs. G e H): Gêneros *Jacquinia* e *Samolus***

Ao observar o dendrograma verifica-se que as espécies de ambos os gêneros estão afastados entre si (fig. 5), embora apresentem o mesmo padrão de ornamentação. Tais gêneros são separados pelo tipo de abertura, colporo em *Jacquinia armillaris* e colpo (variável 12), apenas nas espécies de *samolus* (tab. 2 /fig. 5). O tipo de abertura (colpo) apresentado pelo gênero *Samolus* o mantém isolado dos outros dois gêneros (*Clavija* e *Jacquinia*) de Theoprastoideae (fig. 4).

**-Tipo 5: Exina granulada (fig. I): Gênero Myrsine**

**Espécies:** *Myrsine africana*, *M. congesta*, *M. coriacea*, *M. guianensis*, *M. lancifolia*, *M. parvula* e *M. rubra*.

É possível observar que as espécies citadas estão próximas entre si, tanto no dendrograma (fig. 4) quanto no gráfico de componente principal (PCA) (fig. 5). A disposição dos pontos no gráfico de componente principal revela que além do padrão de ornamentação da exina (variável 18), os valores de DP e DE aproximados entre essas espécies (variáveis 1 e 2) são importantes para aproximar as espécies. As espécies *M. africana* e *M. coriacea* se apresentam no gráfico de PCA mais isoladas das demais por apresentar os menores valores de DP e DE (fig. 5/tab. 2).

**-Tipo 6: Exina reticulado-griculada (fig. J): Gênero Myrsine**

**Espécies:** *Myrsine altomontana*, *M. balansae*, *M. emarginella*, *M. gardneri*, *M. glazioviana*, *M. leuconeura*, *M. loefgrenii*, *M. parvifolia*, *M. squarrosa*, *M. venosa*, *M. vilosissima*.

Ao observar o dendrograma verifica a proximidade entre as espécies (fig. 4), tal proximidade é confirmada pelo gráfico de componente principal (PCA). Os pontos, que representam os táxons, distribuídos no gráfico demonstram que além do padrão de ornamentação, os valores de DP, DE e P/E (variáveis 1, 2 e 3) similares também são atributos que aproximam estas espécies (fig. 5/tab.2).

**-Tipo 7: Exina rugulada-griculada (fig. L): Gênero Myrsine**

**Espécie:** *Myrsine lineifolia*

No gráfico de componente principal é possível observar a espécie mais isolada das demais se aproximando da variável 20 (fig. 4), ao observar o dendrograma observa-se que a espécie é agrupada no mesmo clado com *M. melanophloes* por apresentar os valores do comprimento do colpo e camadas da exina semelhantes (fig. 4/tab. 2).

**-Tipo 8: Exina espículada (fig. M): Gênero *Myrsine***

**Espécie:** *Myrsine melanophloes*

A espécie é claramente diferenciada das demais pelo padrão de ornamentação. Esta diferença pode estar associada ao padrão de distribuição da espécie (Continente Africano), bem como a antiga classificação da espécie, considerada por muitos autores subordinada ao gênero *Rapanea*, gênero distinto de *Myrsine*.

No entanto, o dendrograma (fig. 4) e o gráfico de componente principal (PCA) (fig. 5) demonstra a proximidade de *M. melanophloes* com as demais espécies de *Myrsine* por apresentar atributos semelhantes, tais como, valores aproximados de DP, LA e IAP (variáveis 1, 7 e 8 respectivamente) (tab. 2). Corroborando a inclusão de *Rapanea* em *Myrsine*, proposta na classificação atual.

Deste modo conclui-se que a família Primulaceae é claramente euripolinica, sendo o padrão de ornamentação um potencial marcador morfológico na delimitação dos gêneros. Ao restringir a análise polínica ao nível genérico, conclui-se que, *Cybianthus* e *Clavija* foram os gêneros mais homogêneos quanto ao padrão de ornamentação da exina, no entanto não foi possível distinção dos subgêneros de *Cybianthus* através dos atributos polínicos. Em contrapartida *Myrsine* apresentou grande heterogeneidade quanto ao mesmo atributo, apresentando quatro tipos polínicos diferentes dificultando a delimitação precisa do gênero.

Verificou-se o afastamento do gênero *Samolus* dos demais gêneros de Theophrastoideae através do padrão de ornamentação da exina, bem como do tipo de abertura, já observados em estudos abordados outros atributos comparativos. E a afinidade entre os gêneros *Ardisia-Geissanthus-Stylogyne*, não sendo possível separá-los através dos caracteres

palinológicos. Nos dois últimos casos citados, em especial, sugere-se análises mais aprofundadas envolvendo diferentes áreas do conhecimento, tais como, biologia da reprodução, anatomia e fisiologia para a elucidação da problemática do grupo estudado.



**Tabela 1.** Variância acumulativa e valores, em ordem decrescente, dos principais vetores da análise de componente principal (PCA)

<b>Eixo principal</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Variância acumulativa (%)	64.625	11.684
<b>Caracteres</b>	<b>Eixos</b>	
Heterorreticulado-perfurado	-0.0543	-0.6129
Reticulado-granulado	-0.5063	0.1466
Rugulado	-0.2998	0.4982
Granulado	0.4630	0.2965
DE	-0.3969	-0.4516
Largura do colpo	0.2845	0.4240
DP	-0.2654	0.4221
Comprimento do colpo	0.2605	-0.1466
DEVP	-0.1885	0.1285
LA	-0.1032	0.0622

**Tabela 2:** Matriz de dados com caracteres quantitativos (Q) e qualitativos (C), com suas respectivas numerações, de espécies\* de Primulaceae

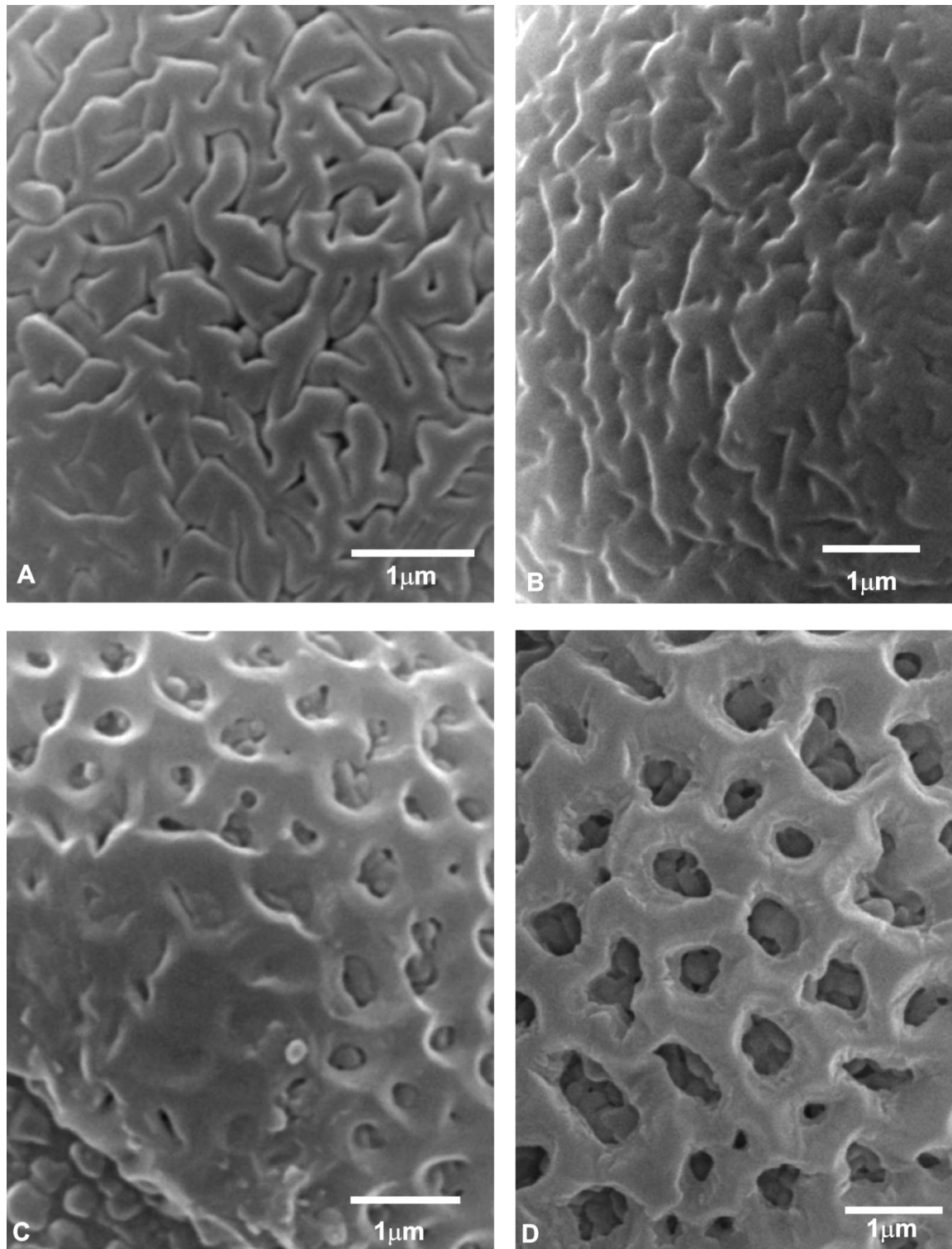
\*Espécies abreviadas com as 4-5 primeiras letras

Espécies	DP	DE	P/E	CC	LC	DEVP	LA	IAP	EX	SX	NX	COLPO	COLPORO	RU	HR/P	R/E	MR	GR	RE/G	RU/G	ESP
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Aguia</i>	25.6	21.2	1.22	19.5	2.0	14.7	7.0	0.47	2.00	1.00	1.00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Asemi</i>	24.2	22.4	1.08	17.0	3.2	22.9	8.3	0.36	1.00	0.50	0.50	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Aspruc</i>	23.8	19.4	1.22	16.4	2.2	20.4	11.5	0.56	1.75	1.00	0.75	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Avigo</i>	19.3	14.0	1.37	14.8	3.7	17.6	9.5	0.54	2.00	1.00	1.00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Awebe</i>	19.0	15.3	1.24	10.2	2.7	16.4	6.8	0.41	0.88	0.50	0.38	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Clanc</i>	24.6	21.9	1.12	13.8	2.1	23.0	9.6	0.41	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Clnuta</i>	23.8	19.2	1.24	12.4	5.2	18.8	13.2	0.70	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Clmacr</i>	24.4	22.2	1.10	15.1	3.1	24.7	12.2	0.49	1.90	1.00	0.90	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Clspin</i>	23.0	25.2	0.91	13.9	1.8	24.2	11.0	0.45	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Clumbr</i>	22.5	18.9	1.19	14.7	3.8	20.5	9.6	0.47	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Clwebe</i>	24.6	19.3	1.30	14.8	3.0	20.4	12.0	0.60	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Cyampl</i>	19.7	15.7	1.25	15.6	3.0	15.1	8.6	0.57	1.70	0.70	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cybras</i>	18.1	15.4	1.18	16.5	6.0	15.7	8.5	0.54	1.70	0.71	0.99	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycard</i>	21.6	15.4	1.4	15.6	2.3	15.6	7.1	0.45	1.20	0.70	0.50	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyguya</i>	21.9	15.2	1.44	12.8	4.1	13.7	7.1	0.52	1.80	1.00	0.80	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cypseud</i>	17.7	15.4	1.15	14.4	2.8	11.9	6.9	0.58	1.67	0.67	1.0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyalpe</i>	20.5	17.3	1.18	16.5	8.0	11.9	7.5	0.63	1.80	0.80	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cybrow</i>	24.5	15.4	1.59	20.4	4.3	16.7	6.5	0.39	2.00	1.00	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycoria</i>	23.4	16.1	1.45	17.5	3.5	18.5	7.5	0.40	1.00	0.80	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycunei</i>	26.0	21.4	1.21	19.4	3.1	17.0	9.6	0.57	1.80	0.80	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cycuya</i>	22.6	15.8	1.43	14.6	2.5	15.7	7.1	0.45	1.25	0.75	0.50	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cydete</i>	21.2	14.7	1.44	18.6	7.0	16.7	12.0	0.71	1.12	0.6	0.52	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyfusc</i>	24.3	19.0	1.27	19.7	8.5	20.7	15.0	0.72	1.20	0.73	0.47	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

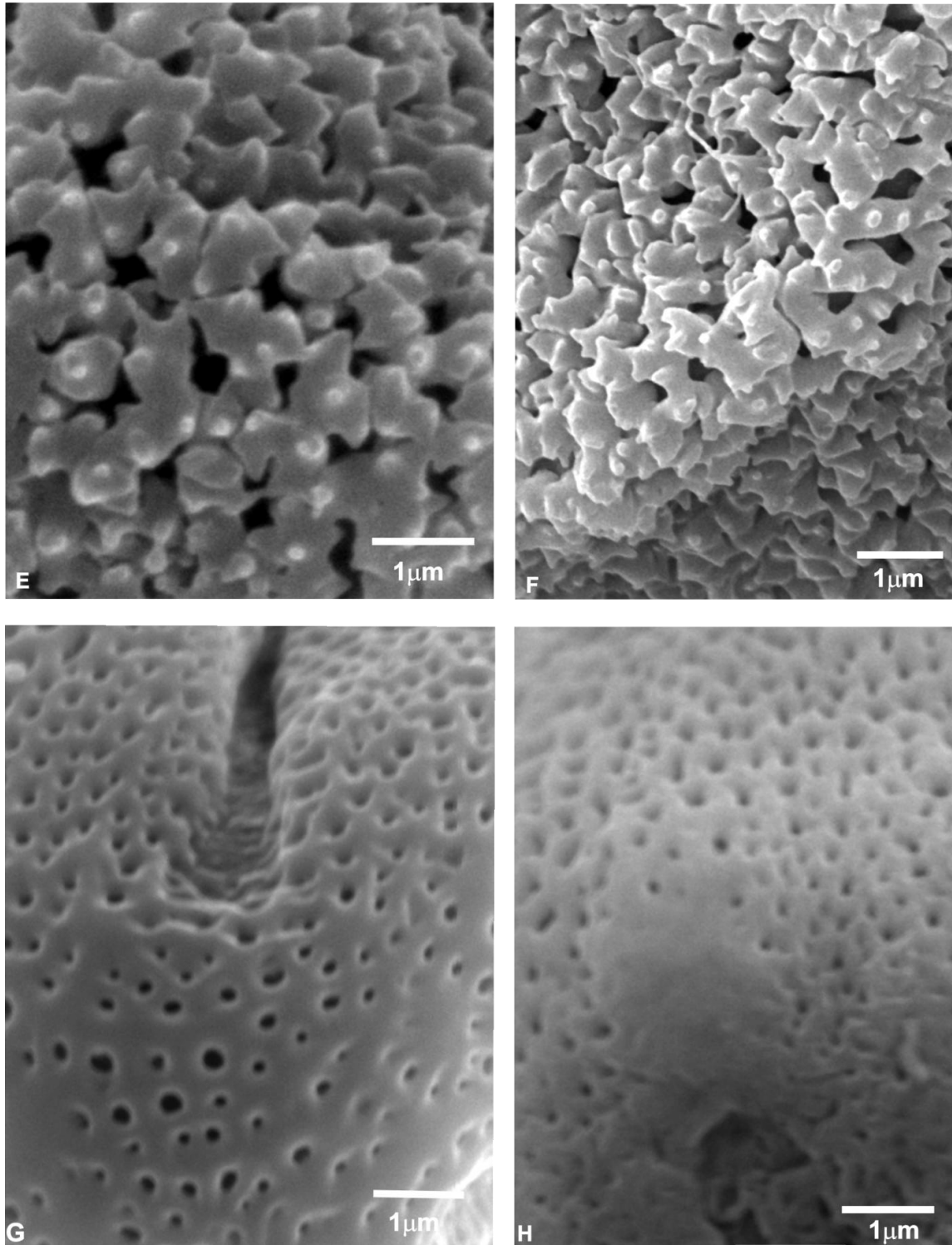
<i>Cyglab</i>	24.1	16.9	1.43	17.5	4.2	13.0	4.5	0.35	1.80	0.80	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cygoyaz</i>	26.2	15.2	1.72	21.2	2.4	18.0	6.2	0.35	1.30	0.50	0.80	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cymacro</i>	18.9	15.4	1.23	13.0	2.6	16.6	6.3	0.61	1.80	0.80	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cypend</i>	18.0	13.2	1.36	14.8	2.9	13.2	6.3	0.40	1.50	0.50	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyprieu</i>	25.0	20.7	1.20	16.5	3.0	20.7	6.3	0.30	1.75	0.75	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyfulvo</i>	25.9	20.1	1.29	21.4	9.5	20.4	6.3	0.34	1.85	1.00	0.85	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cysubmag</i>	18.9	13.4	1.41	11.8	2.1	15.4	6.3	0.40	1.80	1.00	0.80	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyreti</i>	16.9	13.2	1.28	13	7.5	14.5	6.3	0.43	1.15	0.57	0.58	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyspic</i>	18.4	15.5	1.19	15.2	7.4	17.0	6.3	0.57	1.75	0.75	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cybarro</i>	22.0	15.2	1.45	14.5	4.2	15.5	7.5	0.48	1.50	0.50	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cydensi</i>	21.4	14.8	1.44	16.6	2.6	15.5	8.7	0.56	1.62	0.96	0.66	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cygardn</i>	21.2	13.4	1.58	19.6	5.2	15.2	7.5	0.49	1.40	0.96	0.50	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cylongi</i>	17.9	12.9	1.39	16.0	6.5	14.2	7.7	0.54	1.65	0.69	0.96	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cypoti</i>	26.7	21.7	1.23	15.2	2.7	20.4	7.9	0.39	2.00	0.85	1.15	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cypoep</i>	21.9	14.6	1.50	16.4	3.8	14.4	9.6	0.67	1.50	1.00	0.50	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyquelc</i>	22.0	15.9	1.38	15.4	2.6	15.5	7.5	0.48	1.85	1.00	0.85	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyschil</i>	28.8	19.1	1.51	16.2	3.1	21.5	11.2	0.52	2.00	1.00	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cymulti</i>	30.0	21.5	1.39	16.5	4.5	21.5	10.5	0.49	1.50	0.50	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Jbras</i>	25.0	19.9	1.26	15.0	3.8	20.0	9.6	0.48	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Gambi</i>	26.0	17.1	1.46	8.20	1.5	19.6	9.7	0.49	1.80	1.00	0.80	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Mafri</i>	18.2	16.2	1.12	10.2	1.2	18.2	9.6	0.52	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Malto</i>	24.6	20.5	1.19	12.6	3.0	22.8	12.7	0.55	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mbalan</i>	23.7	18.8	1.25	8.60	2.3	22.9	13.0	0.56	1.70	1.00	0.70	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mcong</i>	25.4	20.8	1.22	13.0	2.4	24.9	13.2	0.53	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mcoria</i>	17.9	13.1	1.36	8.10	1.8	18.2	12.1	0.66	1.50	0.85	0.65	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Memarg</i>	24.1	19.5	1.23	9.8	1.8	23.6	8.4	0.35	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

<i>Mgardn</i>	25.8	20.4	1.26	10.6	2.6	25.5	12.5	0.49	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mglaz</i>	22.1	18.0	1.23	13.2	2.1	21.8	10.0	0.45	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mguya</i>	22.8	17.8	1.30	10.8	2.8	24.2	9.6	0.40	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mlanci</i>	27.0	24.2	1.11	16.9	2.7	27.0	10.5	0.39	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mleuco</i>	24.1	22.7	1.06	9.8	1.8	21.2	11.7	0.55	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mlinei</i>	22.8	17.2	1.32	14.4	1.1	18.0	7.7	0.43	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Mloef</i>	23.2	17.9	1.29	11.8	1.0	21.9	11.5	0.52	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mmont</i>	28.0	24.9	1.12	8.2	2.1	23.7	10.0	0.42	2.00	1.00	1.00	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mparvi</i>	22.8	20.0	1.14	8.3	3.5	22.0	11.0	0.50	1.70	1.00	0.70	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mparvu</i>	24.5	20.0	1.22	13.4	2.1	23.2	12.7	0.54	1.70	0.90	0.80	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Mrubra</i>	24.0	20.9	1.15	11.0	2.1	24.9	12.2	0.49	1.20	0.70	0.50	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Msquar</i>	23.7	18.8	1.26	10.8	2.0	18.4	9.4	0.51	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mvenos</i>	25.1	20.4	1.23	13.4	1.4	24.0	12.5	0.52	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mvilos</i>	25.6	18.8	1.36	16.9	3.2	22.5	7.5	0.33	1.80	1.00	0.80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Mmela</i>	24.6	21.7	1.13	14.9	3.1	22.0	11.0	0.50	2.00	1.00	1.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ssubn</i>	30.0	18.5	1.60	11.8	3.4	24.6	12.6	0.51	1.35	0.75	0.60	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Svale</i>	29.6	17.3	1.71	10.1	4.6	15.5	9.6	0.62	1.20	0.70	0.50	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Stylep</i>	22.7	19.3	1.18	19.0	2.3	19.7	4.7	0.25	2.00	1.00	1.00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stylhot</i>	24.5	17.2	1.42	20.0	7.2	12.7	6.5	0.51	1.50	1.00	0.50	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stylori</i>	42.5	44.2	0.96	14.6	3.5	38.0	8.7	0.22	2.00	1.00	1.00	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0

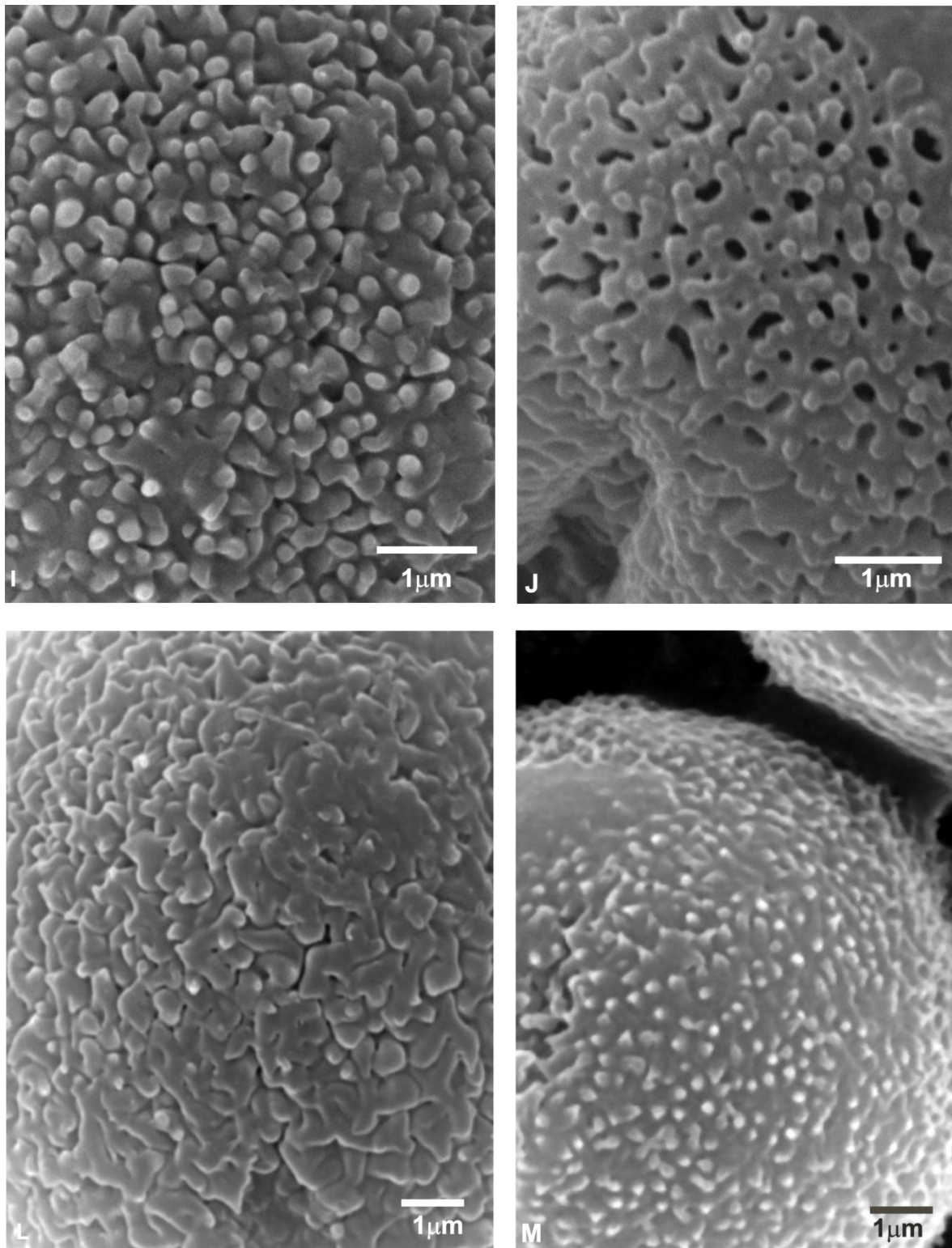
\*CC-comprimento do colpo; LC-largura do colpo; CE-comprimento da endoabertura; LE-largura da endoabertura; RU-rugulado; HR/P=heterorreticulado-perfurado; R/E- reticulado-espículado; MR-microrreticulado; GR-granulado; RE/G-reticulado-granulado; RU/G- rugulado-granulado; ESP- espículado



**Figura 1: Eletromicrografias do detalhe da superfície dos tipos 1 e 2 dos grãos de pólen. Tipo 1- Exina ruguladas: A e B. Espécies de *Cybianthus* : A. *Cybianthus glaber*; B. *Cybianthus reticulatus*. C e D. Tipo 2- Exina heteroreticulada-perfurada: C. *Ardisia vigoi*; C. *Geissanthus ambiguus***

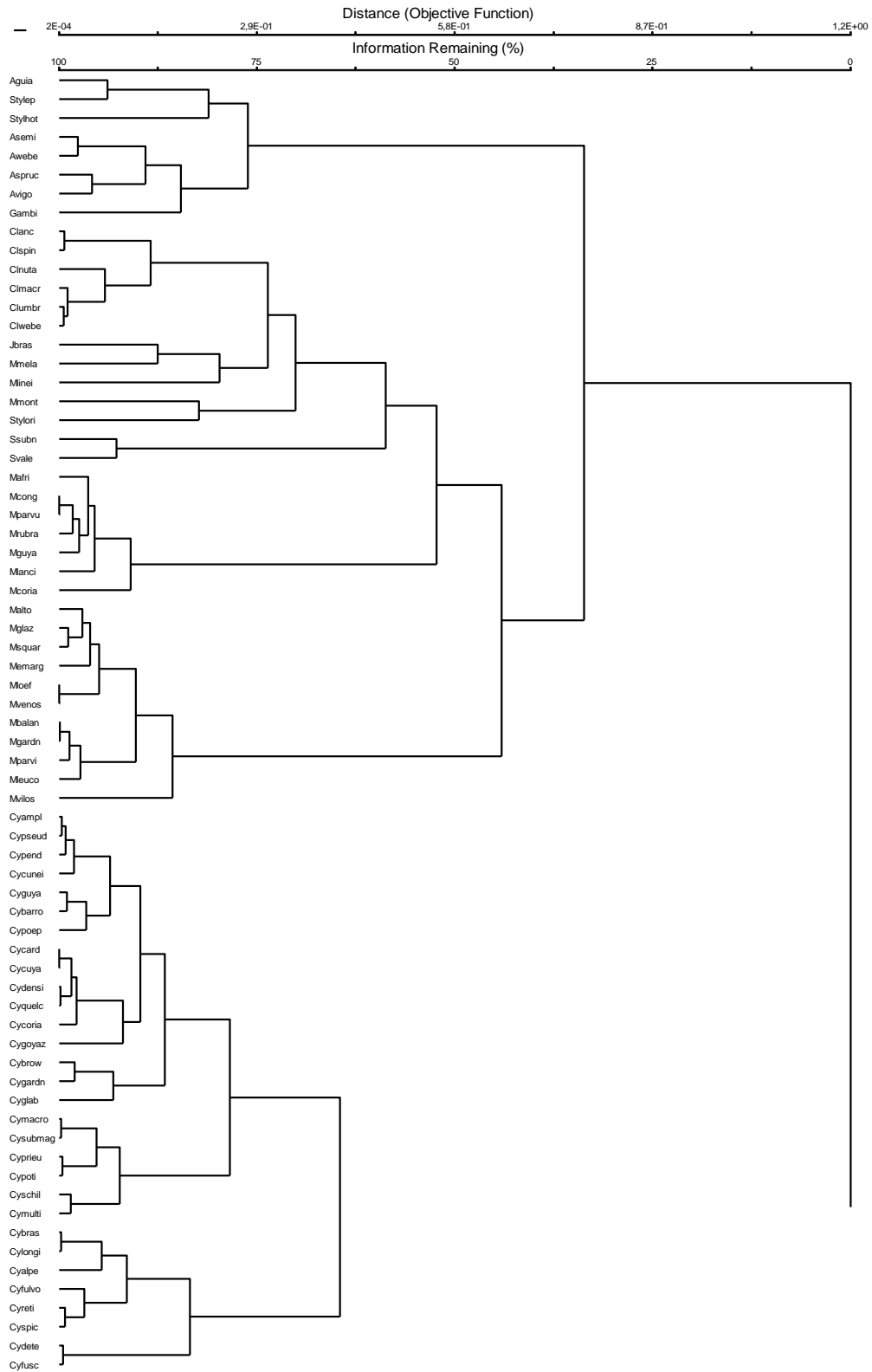


**Figura 2:** Eletromicrografias do detalhe da superfície dos tipos 3 e 4 dos grãos de pólen. Tipo 3- Exina reticulado-espículada: E e F Espécies de *Clavija*: E. *Clavija integrifolia*; F. *Clavija spinosa*.. G e H. Tipo 4- Exina microrreticulada: G. *Jacquinia armillaris*; H. *Samolus valerandi*.



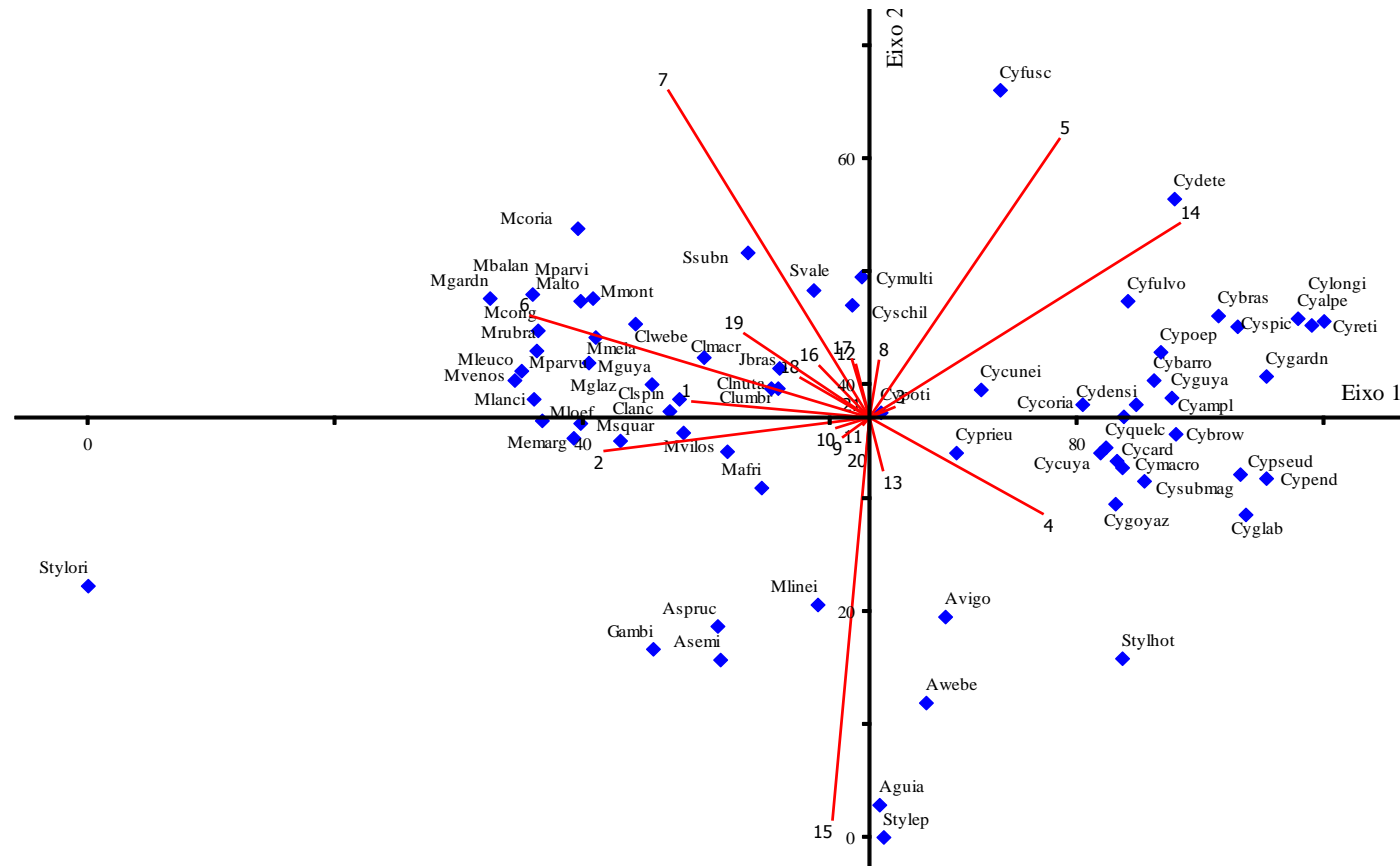
**Figura 3: Eletromicrografias do detalhe da superfície dos tipos 5, 6, 7 e 8 dos grãos de pólen de espécies de *Myrsine*. Tipo 5- Exina granulada: I. *Myrsine parvula*; Tipo 6- Exina reticulado-granulada: J. *Myrsine vilosissima*; Tipo 7- Exina rugulada-granulada: L. *Myrsine lineifolia*; Tipo 8- Exina espiculada: M. *Myrsine melanophloes*.**

**Figura 4.** Dendrograma combinado de dados quantitativos e qualitativos de espécies de *Primulaceae s.l.* por análise hierárquica de aglomeração (AHC). Espécies indicadas pelos 4-5 primeiras letras do epíteto específico





**Figura 5.** Gráfico bidimensional representando espécies de Primulaceae em PCA. Características correspondentes à numeração (\*); espécies representadas pelas 5 primeiras letras do epíteto específico



(\*) 1. diâmetro polar (DP); 2. diâmetro equatorial (DE); 3. P/E; 4. comprimento do colpo; 5. largura do colpo; 6. DEVP ; 7. LA; 8. IAP; 9. exina; 10. . sexina; 11. nexina; 12. colpo; 13. colporo; 14. rugulado; 15.heterorreticulado-perfurado; 16. reticulado-espículado; 17. microrreticulado; 18. granulado; 19. Reticulado-granulado; 20. rugulado-granulado; 21. espículado.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

---

- Abdel, I. M.; Atta, A. I. & Azza, A. S. 2003. On the delimitation of *Anagallis arvensis* L. (Primulaceae)- Evidence based on macromorphological characters, palynological features and karyological studies. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 6 (1): 29-35.
- Agostini, G. 1980. Una nueva clasificación del género *Cybianthus* (Myrsinaceae). *Acta Biologica Venezuelica* 10(2): 129-185.
- Anderberg, A. A. & Ståhl, B. 1995. Phylogenetic interrelationships in the order Primulales, with special emphasis on the family circumscriptions. *Canadian Journal of Botany* 73: 1699-4730.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 1998. Phylogenetic relationships in the Primulales inferred from *rbcL* sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 211: 93–102.
- Anderberg, A. A.; Ståhl, B. & Källersjö, M. 2000. Maesaceae, a new primuloid family in the order Ericales s.l. *Taxon* 49: 183–187.
- Anderberg, A.A. & El-Ghazaly, G. 2000. Pollen morphology in *Primula* sect. *Carolinella* (Primulaceae) and its taxonomic implication. *Nordic J. Bot.* 20 (1): 5-14.
- Anderberg, A. A.; Rydin, C. & Källersjö, M. 2002. Phylogenetic Relationships in the order Ericales S.l.: Analyses of molecular data from five genes from the plastid and mitochondrial genomes. *American Journal of Botany* 89(4): 677–687.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2003. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 141 (4): 339-436.
- Angiosperm Phylogeny Group. 2009. An update of the phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 17p.

- Aublet, F. 1775. Histoire des Plantes de la Guiane Fran-jeoise, 2vols. Pierre-Francoise Di dot., Paris.
- Barth, O.M. & Melhem, T.S., 1988. Glossário Ilustrado de Palinologia. Campinas: Ed. Unicamp. 75p.
- Bernacci L. C. & Jung-Mendaçolli S. L. 2000. Considerações Taxonômicas e novas combinações em *Ardisia* Swartz (Myrsinaceae) do Sudeste do Brasil. Acta Botânica Brasilica. 14(3): 243-249.
- Bremer, B.; Bremer, K.; Heidari, N., Erixon, P.; Olmstead, R. G. P.; Anderberg, A. A.; Källersjö, M. & Barkhordarian, E. 2002. Molecular Phylogenetics and Evolution. 24 (2): 274-301.
- Caccavari, M.A.; Naab, O.A. & Tamame, M.A. 2008. Palynological and physicochemical characteristics of three unifloral honey types from central Argentina. Spanish Journal of Agricultural Research 6(4): 566-576.
- Caris, P.; Ronse Decraene, L. P.; Smets, E. & Clinckemaillie, D. 2000. Floral development of three *Maesa* species, with special emphasis on the position of the genus within Primulales. Annals of Botany 86: 87–97.
- Caris, P.L. & Smets, E. F. 2004. A floral ontogenetic study on the sister group relationship between the genus *Samolus* (Primulaceae) and the Theoprastaceae. American Journal of Botany 91(5): 627–643.
- Carrijo, T. T. & Freitas M. F. 2009. *Stylogyne carautae* (Myrsinaceae), a new species from south-eastern Brazil. Kew Bulletin 64: 695–699.
- Carrijo, T. T.; Freitas, M. F. & Peixoto, A. L. 2009. The identity and typification of *Stylogyne laxiflora* (Myrsinaceae). Nordic Journal of Botany 27: 454 - 455.
- Carrijo, T.T.; Fourny, A.C.S.; Freitas, M.F. & Gonçalves-Esteves, V. 2011. Insights on *Ardisia* and *Stylogyne* (Myrsinoideae–Primulaceae) based on pollen morphology. [Plant Systematics and Evolution](#); 297(3-4):261-269.

- Carrijo, T.T.; Freitas, M.F. & Peixoto, A. L. 2012. The genus *Stylogyne* (Myrsinoideae - Primulaceae) in Brazil. *Systematic Botany* 37(2):478-489.
- Carrion, J.S., Delgado, M.J. & Garcia, M. 1993. Pollen grain morphology of *Coris* (Primulaceae). *Pl. Syst. Evol.* 184 (1): 89-100.
- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. New York.
- Cronquist, A. 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants, 2<sup>nd</sup> edition. The New York Botanical Garden, New York. 555 pp.
- De Candolle, M. A., 1834. Revue de La famille dès Myrsineés. *Annals Sci. Nat.* 2: 285-301
- De Candolle, A. 1841. Deuxieme memoire sur les Myrsineacees. *Annals Science Natural Botany*, ser. 2, 16: 65-97.
- Ducke, A. 1930. Plantas novas ou pouco conhecidas da região amazônica. *Archos. Jard. Bot. Rio de Janeiro.* 5:99-188.
- Erdtman, G. 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms. Stockholm: Almqvist & Wiksell, 539pp.
- Fonnegra-Gómez, R.J., 1986. Palinologia da família Myrsinaceae R. Br. no Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 220p.
- Fosberg, F.R. & Sachet, M.H. 1975. Polynesian plant studies. *Smith Contr. Bot.* 21: 3-11.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T.T. *Primulaceae* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB121874>>. Acesso em: 20 Dez. 2014.
- Freitas, M.F. 2003. Estudos taxonômicos das espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. **Tese de doutorado**. São Paulo, Campinas, 235 p.
- Freitas, M.F. & Kinoshita L. S. 2005. Novas espécies de *Myrsine* L. (Myrsinaceae) para o Brasil. *Rodriguésia* 56 (87): 67-72.

- Freitas, M.F.; Carrijo, T. T., 2008. A família Myrsinaceae nos contrafortes do Maciço da Tijuca e contrafortes do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguesia*, v. 59, p. 813-828.
- Freitas, M.F.; Carrijo, T. T.; Kinoshita, L.S., 2009. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Myrsinaceae. <http://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/11771>. *Boletim do Instituto de Botanica (Sao Paulo)*, v. 27, p. 259-267.
- García-Murcia, Y. 2011. Flora palinológica de Cordoba e Cesar ( Caribe Colombiano) e sua implicações nas reconstruções paleoecológicas. Tese de mestrado, programa de pós graduação da Universidade Nacional da Colômbia. 211p.
- Handel-Mazzetti, H. 1928. Uma revisão des espécies chinas de *Lysimachia*, com nova classificação para o gênero. *Notes R. Bot. Gard. Edinb.* 16 (5): 1-122.
- Hao G; Yuan Y-M; Hu, C.M.; Ge, X.J.; Zhao, N.X. 2004. Molecular phylogeny of *Lysimachia* (Myrsinaceae) based on chloroplast trnL-F and nuclear ribosomal ITS sequences. *Molec Phylogenet Evol* 31:323–339.
- Heenan, P.B. & Lange. 1998. Dioecism in *Elingamita johnsonii* (Myrsinaceae) New Zeland of Botany 38:569-574.
- Hosaka, E. Y. 1940. A revision of Hawaiian species of *Myrsine* (*Suttonia*, *Rapanea*), Myrsinaceae. *Occasional papers of Bernice Bishop Museum. Hawaii* 16: 25-76.
- Ikuse, M. 1956. *Pollen grain of Japan*. Tokyo: Hirokawa Publ. 303p.
- Jacks, B. 2005. Studies in Australian Myrsinaceae: *Tapeinosperma* Hook.f. *Austrobaileya* 7(1):99-110.
- Judd, W.S., Sanders, R.W. & Donoghue, M.J. 1994. Angiosperm family pairs: preliminary phylogenetic analyses. *Harv. Pap. Bot.* 5: 1-51.
- Judd, W.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M. 2009. *Sistemática Vegetal: um enfoque filogenético*. Artmed, 3ª edição.
- Jung-Mendaçolli, S.L. & Bernacci, L.C., 1997. Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso (SP, Brasil): Myrsinaceae.

- Jung-Mendaçolli, S.L. & Bernacci, L.C., 2001. Myrsinaceae da APA do Cairúçu, Parati. *Rodriguésia* 52 (81): 49-64.
- Jung-Mendaçolli, S. L., Bernarcci, L.C. & Freitas, M.F., 2005. Myrsinaceae. In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Melhem, T.S. & Giulietti, A.M.. *Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*, v.4, p.279-300.
- Jung-Mendaçolli, S. L.; Bernacci, L. C.; Freitas, M. F, 2010. Nova espécie de *Cybianthus* Mart. (Myrsinaceae) do sudeste do Brasil. *Acta Bot. Bras.* 24 (3)671-673.
- Källersjö, M; Bergqvist, G; Anderberg, A.A. 2000. Generic realignment in primuloid families of the Ericales *s.l.*: a phylogenetic analysis based on DNA sequences from three chloroplast genes and morphology. *American Journal of Botany* 87: 1325–1341.
- Kron, K. A. & Chase M. W. 1993. Systematics of the Ericaceae, Empetraceae, Epacridaceae and related taxa based upon *rbcL* sequence data. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 735–741.
- Lundell C. L. 1966. Studies of the American Myrsinaceae I. *Wrightia* 3 (5): 77-90.
- Lundell, C. L. 1971. *Flora of Panama*, Part.VIII. Family 150. Myrsinaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.*58:285-353.
- Lundell, C.L. 1984. Neotropical Myrsianaceae. *Phytologia* 56(1):26.
- Martins, L.; Oberprieler, C. & Hellwing, F. H. 2003. A phylogenetic analysis of Primulaceae *s.l.* based on internal transcribed spacer (ITS) DNA sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 237: 75–85.
- Mast, A. R.; Kelso; S., Richards, J.; Lang, D. J.; Feller; D. M. S. & Conti, E. 2001: Phylogenetic relationships in *Primula* L. and related genera (Primulaceae) based on noncoding chloro plast DNA. - *Int. J. Pl. Sci.* 162: 1381-1400.
- Makgraf, V. & D'antony, H.L. 1978. *Pollen flora of Argentina*. Tucson: The Univ. Arizona Press. 208p.

- Manns, U.; Anderberg, A.A. (2005). Molecular phylogeny of *Anagallis* (Myrsinaceae) based on ITS, trnL-F, and ndhF sequence data. *Int J Plant Sci* 166:1019–1028
- Manns, U.; Anderberg, A.A. (2007). Character evolution in *Anagallis* (Myrsinaceae) inferred from morphological and molecular data. *Syst Bot* 32:166–179.
- McCune B, Mefford M J., 2011. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 6. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Melchior, H. 1964. Primulales. In *Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien* 2. Edited by H. Melchior. Gebriider Borntrager, Berlin. pp. 389 -394.
- Melhem, T. S. 1978. Palinologia- suas aplicações e pespectivas no Brasil. *Coleção Museu Paulista. Série Ensaio* 2: 325-368.
- Melhem, T.S., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S., Makino-Watanabe, H., Silvestre-Capelato & Esteves, V.L.G. 2003. Morfologia polínica em plantas de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica* 16: 1-104.
- Mez, C. 1902. Myrsinaceae. *Das Pflanzenreich* (9): 1-437.
- Miquel, F. A. G. 1856. Myrsineae. *In: Martius, C. F. P.; Eichler, A. W. & Urban, I. P.*(eds.). *Flora Brasiliensis* 10: 269-338.
- Mohl, H. 1835. Sur la structure et les forms des grains de pollen. *Annals Sci. Nat.* 4: 304-346.
- Morozowska, M.; Czarna, A.; Kujawa, M.; Jagodzinski, A. M. 2011. Seed morphology and endosperm structure of selected species of Primulaceae, Myrsinaceae, and Theophrastaceae and their systematic importance. *Plant Systematics and Evolution* (2011) 291:159–172
- Nowicke, J. W. & Skvarla, J. J. 1979. Pollen Morphology: The Potential Influence in Higher Order Systematics. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66 (4): 633-700.
- Oh, I. C.; Anderberg, A.L.; Schonenberger, J.; Anderberg, A.A. 2008. Comparative seed morphology and character evolution in the genus *Lysimachia* (Myrsinaceae) and related taxa. *Plant Systematics and Evolution.* 271:177–197.

- Olmstead, R. G.; Michaels, H. J.; Scott, K. M. & Palmer J. D. 1992. Monophyly of the Asteridae and identification of their major lineages inferred from DNA sequences of *rbcL*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 249–265.
- Otegui, M. 1998. Sinopsis del género *Myrsine* L. (Myrsinaceae) en el Cono Sur de América del Sur. *Candollea* 53(10): 133-157.
- Palacios, CH.R. 1968. Morfología de los granos de polen de los árboles Del Estado de Morelos. *Na. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 16(1-4): 41-169.
- Pax, F. 1889. Myrsinaceae. In *Die natiirlichen Pflanzenfamilien* 4(1). Edited by A. Engler and K. Prantl. Engelmann, Leipzig, Germany. pp. 84-97.
- Pax, F. & Knuth, R. 1905. Primulaceae. In *Das Pflanzenreich* 22 (IV, 237). Edited by A. Engler. Engelmann, Leipzig. pp. 1-386.
- Pipoly, J.J. & Lundell, C. L. 1982. Contributions toward a monograph of *Cybianthus* (Myrsinaceae): If. The systematic position of *Ardisia perpuncticulosa*. *Wrightia* 7: 52-54.
- Pipoly, J.J., 1987. A systematic revision of the genus *Cybianthus* subgenus *Grammadenia* (Myrsinaceae). *Mem. New York Bot. Gard.* 43:1-76.
- Pipoly, J. J. 1991. Notas sobre el genero *Ardisia* Swartz en Colombia. *Caldasia* 16(78): 277-284.
- Pipoly, J.J., 1992. The Genus *Cybianthus* subgenus *Conomorpha* (Myrsinaceae) in Guayana. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79:908-957.
- Pipoly, J. J. & Chen, C. 1995. Nomenclatural notes on the Myrsinaceae of China. *Novon* 5: 357-361.
- Pipoly, J. J. 1996. New species of *Ardisia* (Myrsinaceae) from Ecuador and Peru. *Sida* 17(2): 445-458.
- Pipoly III, J.J. & Ricketson, J.M. 1997. Myrsinaceae In. *Chekclist of the Plants of the Guiana Shield* (Venezuela: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam,



- French Guiana). Department of Botany, National Museum of Natural History, Washington, DC.
- Pope, M. A. 1925. Pollen Morphology as an Index to Plant Relationship. I. Morphology of Pollen. *Botanical Gazette* 80 (1): 63-73.
- Punt, W. 1976. *The Northwest European Pollen Flora*. I. Elsevier, Amsterdam, 145pp.
- Punt, W.; Blackmore, S.; Nilsson, S. & Le Thomas, A., 2007. Glossary of pollen and spore. *Glossary of pollen and spore terminology. Review Palaeobotany Palynology* 143:1 – 81.
- Rao, A.N. & Lee, Y.K. 1970. Studies on Singapore pollen . *Pacif. Scienc.*24(2): 255-268.
- Ricketson, J. M. & Pipoly, J. J. 1997. Nomenclatural notes and a synopsis of Mesoamerican *Stylogyne* (Myrsinaceae). *Sida* 17(3): 591-597.
- Roubik, D. & Moreno, E. 1991. Pollen and spores of Barro Colorado Island. *Monographs insystematic botany from de Missouri Botanical Garden. United States. Vol. 36. p. 268 .*
- Rull, V., 2003. An illustrated key for the identification of pollen from Pantepui and the Gran Sabana (eastern Venezuelan Guayana). *Palynology*, 27:99-133.
- Salgado-Labouriau, M.L., 1973. *Contribuição à Palinologia dos Cerrados*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 291p.
- Souza, V.C. & Lorenzi, H. 2008. *Botânica Sistemática*. Nova Odessa, Instituto Plantarum.
- Siqueira, J. C. 1987. Considerações taxonômicas sobre as espécies do gênero *Rapanea* Aublet (Myrsinaceae) ocorrentes no Rio Grande do Sul. *Pesquisas Botânica* 38: 147-156.
- Species link - Centro de referência em informação ambiental - CRIA. Disponível em: <http://splink.cria.org.br>. Acesso em: 20 jan. 2013.
- Stahl, B. 1990a. Estudos taxonômicos em Theophrastaceae. Ph.D. tese. Departamento de Botânica e sistemática, Goteborgs Universitet, Goteborg, Suécia.

- Stahl, B. 1990b. Theophrastaceae. In Flora of Ecuador 39. Edited by G. Harling and L. Andersson. Copenhagen, pp. 1-21.
- Ståhl, B. 1991. A revision of *Clavija* (Theophrastaceae). *Opera Bot.* 107: 1-77.
- Ståhl, B. 1993. *Votschia*, a new genus of Theophrastaceae from northeastern Panama. *Brittonia* 45: 204–207.
- Ståhl, B.; Anderberg, A.A. 2004. Maesaceae, Myrsinaceae. In: Kubitzki, K. ed. Famílias e gêneros de plantas vasculares VI. Dicotiledôneas. Celastrales, Oxalidales, Rosales, Cornales, Ericales. Berlin: Springer, 255-257, 266-281.
- Takhtajan, A. 1997. Diversity and classification of flowering plants. New York: Columbia University Press.
- Taton, A. 1980. Contribution à l'étude des genres *Embelia*, *Maesa* et *Rapanea* (Myrsinaceae) Afrique tropicale. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 50: 201-226.
- Thiers, B. Index herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/ih/>.2013
- Thorne, R.F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. *Bot. Rev.* 58: 225-348.
- Urban, I. 1922. *Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Indiae Occidentalis*. Ed. Ignatius Urban Fratres Borntraeger, Berolini.
- Wadi, H. Al & Richards, A. J. 1992. Palynological Variation in *Primula* L. Subgenus *Sphondylia* (Duby) Rupr., and the Relationship of this Group to *Dionysia* Fenzl. *New Phytologist* 121 (2): 303-310.
- Walker, J. W. & Doyle J. A. 1975. The Bases of Angiosperm Phylogeny: Palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62 (3): 664-723.