

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Amorimia* W.R. ANDERSON E
SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A TAXONOMIA DE
MALPIGHIACEAE JUSS.**

**Carolina Prandi da Silva
Bióloga**

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Amorimia* W.R. ANDERSON E
SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A TAXÔNOMIA DE
MALPIGHIACEAE JUSS.**

Discente: **Carolina Prandi da Silva**

Orientador: **Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino**

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

2020

Silva, Carolina Prandi da
Morfologia Polínica de Amorimia W.R. Anderson e sua
contribuição para a Taxonomia de Malpighiaceae Juss. /
CarolinaSilva. -- Jaboticabal, 2020
56 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
(Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,

1. Palinotaxonomia. 2. Morfologia Polínica. 3.
Grãos de pólen. 4.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Amorimia* W.R. ANDERSON E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A TAXONOMIA DE MALPIGHIACEAE JUSS.

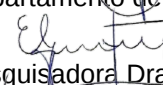
AUTORA: CAROLINA PRANDI DA SILVA

ORIENTADOR: EDUARDO CUSTODIO GASPARINO

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



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



p/ Pesquisadora Dra. VANESSA RIBEIRO MATOS (Participação Virtual)
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT / Cuiabá/MT



p/ Profa. Dra. CLAUDIA BARBIERI FERREIRA MENDONÇA (Participação Virtual)
Departamento de Botânica / Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ

Jaboticabal, 18 de dezembro de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAROLINA PRANDI DA SILVA, nascida em Araraquara - SP em 20 de abril de 1994, é filha de Aparecida Lourdes Prandi da Silva e Renato Evangelista da Silva. Iniciou sua vida acadêmica no ano de 2014 no curso de graduação em Ciências Biológicas na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Campus de Jaboticabal, concluindo no ano de 2018. Sua experiência com a Palinologia, iniciou-se em 2016, ao fazer estágio do Laboratório de Morfologia e Palinologia (LaMPali), no Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP Campus de Jaboticabal. Desenvolveu iniciação científica intitulada “Morfologia polínica de Euphorbiaceae e Phyllanthaceae nativas em fragmentos florestais remanescentes da região Noroeste do Estado de São Paulo” (Processo FAPESP 2016/19246-8), sob orientação do Profº Drº Eduardo Custódio Gasparino. Para ingressar no curso de mestrado acadêmico escolheu a área de Agronomia - Genética e Melhoramento de Plantas na mesma instituição em agosto de 2018 com orientação do Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino e desde então tem desenvolvido pesquisa na área de morfologia polínica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Renato e Lourdes, por sempre fazerem de tudo para que eu tenha as melhores oportunidades, sempre me apoiarem e estarem ao meu lado

Agradeço também ao meu namorado Guilherme por estar sempre presente, me compreender tanto e me ajudar mesmo quando eu quis desistir.

Agradeço as minhas amigas do Apto 13, Samara e Julia. Sem elas eu teria surtado faz muito tempo. Elas estiveram presentes em momentos da minha vida dos quais eu nunca mais vou esquecer. Obrigada por tudo, amigas, eu amo vocês muito e sinto saudades todos os dias.

As meninas da República Chá na Brasa por anos de parceria. Foram muitos momentos que eu passei com vocês, momentos que me fizeram chegar até aqui e crescer muito como pessoa. Em especial às minhas amigas mais próximas Amanda, Caroline Carla, Maria Cecília, Gabriella, Gabriele, Ticy, Ana Flávia, Mariana, Maria Eugênia, Rafaela e Rayane. A Carolina que entrou na faculdade lá em 2014 com toda certeza não é a mesma que saiu, e muito disso é graças a vocês.

Agradeço também às minhas amigas Gyovanna, Sabrina, Ariadne, Amanda, Beatriz, Marcela, Marina e Renan por tanta parceria durante os anos de graduação e também depois, mesmo um pouco distantes. Vocês são muito especiais.

Agradeço também à minha psicóloga Andelita. Eu nem consigo imaginar como eu teria passado pelo ano de 2020 se não fosse a terapia. Façam terapia.

Um agradecimento especial ao meu orientador Prof^o Dr^o Eduardo Gasparino, que me ajudou desde sempre e sempre teve (e tem) paciência com todos nós do LaMPali.

Agradeço também à (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio e concessão da bolsa de mestrado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

E, por último, mas definitivamente não menos importante, a todas as pessoas maravilhosas que tive a chance de conhecer através do LaMPali. Vocês tornam tudo muito mais leve. Esse laboratório é, com toda certeza do mundo, o melhor! Muito obrigada por tudo mesmo.

E agradeço também a mim mesma!

Sumário

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE TABELAS	1
LISTA DE FIGURAS	2
1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1. Malpighiaceae	7
2.2. <i>Amorimia</i> W.R. Anderson	8
2.3. Palinologia	10
2.4. Palinologia de Malpighiaceae	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Material analisado	15
3.2. Lista do Material Analisado	15
3.3. Análise em Microscopia Óptica	17
3.4. Análise dos Dados Quantitativos	19
3.5. Documentação de Caracteres	20
3.6. Reconstrução das características morfológicas ancestrais dos grãos de pólen	20
3.7. Terminologias e Descrições	21
4. RESULTADOS	22
4.1. Descrição Geral	22
4.2. Chave polínica artificial de Identificação para as espécies de Malpighiaceae estudadas	22
4.3. Descrições polínicas	23
4.4. Análise dos dados quantitativos	25
4.5. Reconstrução das características morfológicas dos grãos de pólen de <i>Amorimia</i> e grupos externos	39

5.	DISCUSSÃO	42
6.	CONCLUSÕES	45
7.	REFERÊNCIAS.....	46

MORFOLOGIA POLÍNICA DE *Amorimia* W.R. ANDERSON E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A TAXONOMIA DE MALPIGHIACEAE JUSS.

RESUMO - O gênero *Amorimia* W.R. Anderson (Malpighiaceae) foi recentemente segregado a partir de espécies anteriormente tratadas como o gênero *Mascagnia* Bertero, e com base em dados morfológicos e moleculares, *Amorimia* foi subdividido em dois subgêneros: *Amorimia* subgênero *Amorimia* e *Amorimia* subgênero *Uncinae*. Os grãos de pólen de suas espécies não foram previamente analisados e, com base nas espécies de *Mascagnia*, eram descritos como “tipos mascagnoides”. O presente estudo analisou morfológicamente os grãos de pólen de 13 espécies de *Amorimia* com o objetivo de contribuir com a caracterização morfológica das espécies, identificando dados polínicos que possam auxiliar na taxonomia da família, ampliando desta forma os conhecimentos sobre a diversidade polínica do gênero e fornecendo subsídios para o melhor entendimento das relações entre as espécies de *Amorimia* e da evolução dos caracteres polínicos do gênero. *Mascagnia cordifolia* (A. Juss) Griseb. e *Ectopopterys soejartoi* W.R. Anderson (espécies de gêneros próximos) também tiveram seus grãos de pólen analisados para comparação com os resultados da palinologia de *Amorimia*. Os grãos de pólen foram acetolisados, medidos e fotografados sob microscopia de luz. Os dados qualitativos foram descritos e usados na chave de identificação das espécies. Os dados quantitativos receberam tratamento estatístico adequado ao tamanho das amostras e foram submetidos a uma análise multivariada tentando identificar quais caracteres polínicos são importantes na distinção das espécies. Os grãos de pólen das espécies analisadas são mônades, apolares, médios a grandes, com âmbito circular, oblato esferoidal a prolato esferoidal. Aberturas 3-colporadas, com colpos longos e estreitos e endoabertura circular (*Ectopopterys*), 6-porados (*Amorimia*) ou 8-porados (*Mascagnia*) e exina com ornamentação rugulada, podendo ou não possuir regiões areoladas ou psiladas próximo aos poros ou distribuídas pela superfície do grão de pólen. Os resultados polínicos apontam que as espécies de *Amorimia* possuem morfologia polínica que permite a diferenciação entre os grupos irmãos, entretanto, suas espécies apresentam um mesmo tipo polínico. Desse modo, a morfologia dos grãos de pólen de *Amorimia* não corrobora com a subdivisão do gênero. Além disso, por apresentarem o mesmo tipo polínico, o gênero é considerado estenopolínico.

Palavras-chave: Grãos de pólen, Malpighiaceae, Palinotaxonomia

POLLEN MORPHOLOGY OF *Amorimia* W.R. ANDERSON AND ITS CONTRIBUTION TO MALPIGHIACEAE'S TAXONOMY

ABSTRACT – The genus *Amorimia* W.R. Anderson (Malpighiaceae) was recently segregated from species previously treated as the genus *Mascagnia* Bertero, and base on morphological and molecular data, *Amorimia* was subdivided into two subgenera: *Amorimia* subgenus *Amorimia* e *Amorimia* subgenus *Uncinae*. The pollen grains of their species were not previously analyzed and, based on species of *Mascagnia*, was described as “mascagnoids types”. The presente study analyzed morphologically the pollen grains of 13 *Amorimia* species in order to contribute to the morphological characterization of the species, identifying pollen data that can assist in the family taxonomy, thus expanding knowledge about the pollen diversity of the genus and providing subsidies for a better understanding of the relationships between *Amorimia* species and the evolution of pollen characters of the genus. *Mascagnia cordifolia* (A. Juss) Griseb. and *Ectopopterys soejartoi* W.R. Anderson (species of similar genera) also had their pollen grains analyzed for comparison with the results of *Amorimia*'s palynology. The pollen grains were acetolysed, measured and photographed under light microscopy. The qualitative data were described and used in the key to identification of the species. The quantitative data received statistical treatment appropriate to the size of the samples and were submitted to a multivariate analysis trying to identify which pollen characters are important in distinguishing species. The pollen grains of the analyzed species are monads, apolar, médium to large, with circular amb, oblate-spheroidal to prolate-spheroidal. Apertures 3-colporate, with long and narrow colpi and circular endoaperture (*Ectopopterys*), 6-porate (*Amorimia*) or 8-porate (*Mascagnia*) and exine with rugulate ornamentation, which may or may not have areolate or psilate áreas close to the pores or distributed by the surface of the pollen grain. The pollen results show that *Amorimia* species have pollen morphology that allows differentiation between sister groups, however, their species have the same pollen type. Thus, the morphology of *Amorimia* pollen grains does not corroborate the subdivision of the genus. In addition, as they have the same pollen type, the genus is considered stenopolinic.

Keywords: Malpighiaceae, palynotaxonomy, pollen grains

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de caracteres morfológicos dos grãos de pólen e seus estados de caráter das espécies de <i>Amorimia</i> W.R. Anderson e espécies dos grupos externos.	21
Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen de <i>Amorimia</i> e grupos externos. x = média, sx = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação. * n=25	33
Tabela 3. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e da exina dos grãos de pólen das espécies de <i>Amorimia</i> e <i>Mascagnia cordifolia</i> , n=10. Gen = Gênero; Subgen = Subgênero; Compr. = Comprimento; Larg. = Largura.....	34
Tabela 4. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre todas as variáveis métricas dos grãos de pólen e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas.	34
Tabela 5. Coeficientes de correlação de Pearson e Kendall entre as variáveis métricas presentes em todos os grãos de pólen apresentados e os dois primeiros eixos da ordenação pela PCA para as espécies estudadas.	35

LISTA DE FIGURAS

Prancha 1. Figuras 1-12. Fotomicrografias de espécies de *Amorimia* W.R. Anderson, em microscopia óptica. Figuras 1-3. *Amorimia candidae*. 1. Exina. 2-3. Ornamentação e aberturas. Figuras 4-5. *Amorimia coriaceae*. 4. Exina. 5. Ornamentação e aberturas. Figuras 6-8. *Amorimia exotropicalis*. 6. Exina. 7-8. Ornamentação e aberturas. Figuras 9-10. *Amorimia marítima*. 9. Exina. 10. Ornamentação e aberturas. Figuras 11-12. *Amorimia pellegrini*. 11. Exina. 12. Ornamentação e aberturas. Escala: 10 μm27

Prancha 2. Figuras 13-24. Fotomicrografias de *Amorimia* W.R. Anderson, em microscopia óptica. Figuras 13-14. *Amorimia rígida*. 13. Exina. 14. Ornamentação e aberturas. Figuras 15-16. *Amorimia velutina*. 15. Exina. 16. Ornamentação e aberturas. Figuras 17-18. *Amorimia amazônica*. 17. Exina. 18. Ornamentação e aberturas. Figuras 19-20. *Amorimia camporum*. 19. Exina. 20. Ornamentação e aberturas. Figuras 21-22. *Amorimia concinna*. 21. Exina. 22. Ornamentação e aberturas. Figuras 23-24. *Amorimia kariniana*. 23. Exina. 24. Ornamentação e aberturas. Escala: 10 μm28

Prancha 3. Figuras 25-33. Fotomicrografias de espécies de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos, em microscopia óptica. Figuras 25-26. *Amorimia pubiflora*. 25. Exina. 26. Ornamentação e aberturas. Figuras 27-29. *Amorimia septentrionalis*. 27. Exina. 28-29. Ornamentação e aberturas. Figuras 30-31. *Ectopopterys soejartoi*. 30. Exina. 31. Ornamentação e aberturas. Figuras 32-33. *Mascagnia cordifolia*. 32. Exina. 33. Abertura. Escala: 10 μm29

Figura 34. Representação gráfica da média dos diâmetros dos grãos de pólen de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos. a. Diâmetro I. b. Diâmetro II. Os círculos mostram a média aritmética dos valores dos diâmetros dos grãos de pólen e os limites abaixo e acima, mostram o intervalo de confiança. A. camp = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*; A. exot. = *Amorimia exotropicalis*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*. A. cand. = *Amorimia candidae*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. velu. = *Amorimia velutina*.....30

Figura 35. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de *Amorimia*, *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia*, em função de todas as variáveis métricas dos grãos de pólen. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropicalis*; A. mari. = *Amorimia marítima*;

A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.....32

Figura 36. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de *Amorimia*, *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia*, em função das variáveis métricas presentes em todos os grãos de pólen. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropicalis*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.....33

Figura 37. Dendograma produzido a partir da análise de cluster realizada com as variáveis métricas dos grãos de pólen do gênero *Amorimia*, *Mascagnia cordifolia*, e *Ectopopterys soejartoi*. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropicalis*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.....38

FIGURA 38. Dendograma produzido a partir da análise de cluster realizada com as variáveis métricas presentes em todos os grãos de pólen estudados. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropicalis*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.....38

Figura 39. Reconstrução de máxima parcimônia de estados ancestrais pra a morfologia dos grãos de pólen de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos estudados (*Mascagnia cordifolia* e *Ectopopterys soejartoi*). A = Árvore baseada no tipo de abertura. B = Árvore baseada no número de abertura. C = Árvore baseada na ornamentação. D = Árvore Baseada na espessura da exina. E = Árvore baseada na forma dos grãos de pólen. F = Árvore baseada no tamanho dos grãos de pólen.....41

1. INTRODUÇÃO

Malpighiaceae, uma das mais importantes famílias de plantas com flores, possui em torno de 70 gêneros e 1.300 espécies e seus representantes são encontrados em toda região tropical, porém, a região neotropical compreende cerca de 85% de todas as espécies da família (ANDERSON, 1981; DAVIS et al., 2001). No Brasil, a família possui em torno de 40 gêneros e 570 espécies (Flora do Brasil 2020). Segundo APG IV (2016), Malpighiaceae está posicionada em Malpighiales, é considerada monofilética, com monofiletismo sustentado por estudos moleculares de sequências de *cpDNA*, e também por caracteres morfológicos (CHASE et al., 1993, SOLTIS et al., 2000).

Morfologicamente, as espécies de Malpighiaceae são muito diversas. Seus representantes podem ser árvores, arbustos, lianas ou até ervas perenes. Possuem tricomas variados em formato de T, V ou Y. O pedúnculo é curto e as folhas são geralmente opostas, simples ou lobadas e com venação penínervia na maioria das vezes. No pecíolo pode haver duas ou mais glândulas, que podem estar no pecíolo ou na face abaxial da folha. As inflorescências são determinadas, mas em alguns casos, parecem ser axilares, indeterminadas ou terminais. As flores geralmente são bissexuais, possuem cinco sépalas livres a basalmente conatas, e possuem glândulas secretoras de óleo na face abaxial das cinco sépalas ou das quatro sépalas laterais. As pétalas são livres, cinco e geralmente são unguiculadas, com margem dentada ou ondulada. Uma das cinco pétalas pode ser maior ou menor que as outras ou ter coloração diferenciada. Geralmente possuem dez estames com filetes basalmente conatos. Os carpelos geralmente são três e conatos, o ovário é súpero, a placentação é axial, os estiletes são livres e os estigmas variados. Possuem um óvulo por lóculo. Não possuem nectários. O fruto pode ser de diferentes tipos: esquizocarpo samaróide, esquizocarpo, drupa com caroço e três sementes, ou até nucóide. Justamente os tricomas variados, as sépalas com com

glândulas secretoras de óleo e as pétalas unguiculadas são os diferenciais da família Malpighiaceae (ANDERSON, 1979, ANDERSON, 1981; JUDD et al., 2009).

As flores, em geral, têm formas semelhantes e apresentam normalmente os mesmos tipos de mecanismos de atração e recompensa ao polinizador, entretanto, o gineceu e androceu podem possuir maior diversidade. (ANDERSON, 1979; SIGRIST; SAZIMA, 2004). Robertson (1972) aponta que as flores são polinizadas principalmente por abelhas, mas também podem ocorrer outros himenópteros, como as vespas. Os representantes dessa família também são muito diversificados em relação ao habitat. Podem ser adaptados às savanas, ou cerrado brasileiro, às florestas pluviais, e até à caatinga. Os hábitos são variados, podem ser grandes árvores nas florestas úmidas, árvores médias, lianas, arbustos ou ervas perenes (ANDERSON, 1979).

Com o advento da biologia molecular, várias tribos e gêneros da família Malpighiaceae mostraram-se, na verdade, polifiléticos. Assim foram realizadas revisões para o melhor esclarecimento das relações entre os gêneros de Malpighiaceae, com exemplo temos *Mascagnia* Bertero, que teve suas espécies reorganizadas em nove gêneros: *Adelphia* W.R. Anderson, *Aenigmatanthera* W.R. Anderson, *Alicia* W.R. Anderson, *Amorimia* W.R. Anderson, *Carolus* W.R. Anderson, *Christianella* W.R. Anderson, *Malpighiodes* Nied, *Mascagnia sensu stricto* e *Niedenzuella* W.R. Anderson (ANDERSON, 2006).

Amorimia é o gênero mais próximo de *Mascagnia sensu stricto*, considerado grupo irmão do clado *Malpighia*, no qual *Mascagnia* é basal (DAVIS; ANDERSON, 2010). As espécies deste gênero possuem nectários extra-florais, na face abaxial da lâmina foliar, possui pétalas pubescentes na face abaxial, grandes brácteas com os nectários extraflorais e também estiletes retos. Distingue-se de *Mascagnia sensu stricto* principalmente pelas brácteas, sendo grandes em *Amorimia* e pequenas em *Mascagnia sensu stricto* (ANDERSON, 2006; DAVIS; ANDERSON, 2010). *Amorimia* possui 15 espécies distribuídas por toda América do Sul, encontrando-se desde o norte da Colômbia até extremo sul do Brasil (DAILY et al., 2006). No território brasileiro são listadas 12 espécies (ALMEIDA, 2017). As espécies do gênero *Amorimia*, se ingeridas, podem causar insuficiência cardíaca e óbito em animais de pecuária, por conta do acúmulo de compostos organofluorados monofluoroacetatos

em suas folhas, flores e sementes (PAVARINI et al., 2011; PEIXOTO et al., 2011; LEE et al., 2012). Por isso, algumas espécies do gênero, conhecidas popularmente como cipó tingui, são difundidas como plantas tóxicas em grande parte do Brasil, desde a metade do século XX, e são consideradas pragas em pastagens (TOKARNIA et al., 1990, 2000, 2002).

Desse modo, o trabalho polínico aqui proposto tem como objetivo de contribuir com a caracterização morfológica das espécies, a fim de identificar dados polínicos que possam auxiliar na taxonomia da família, visando entender as relações ancestrais entre as espécies e subgêneros de *Amorimia* e também as relações entre o gênero e seus grupos-irmãos, bem como, a evolução dos caracteres polínicos do gênero.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Malpighiaceae

Jussieu em 1789, em sua obra *Genera Plantarum*, estabeleceu pela primeira vez a família Malpighiaceae. A posição taxonômica era incerta. Engler e Diels em 1936 posicionaram a família na Ordem Geraniales, Engler em 1964 e Hutchinson em 1967, incluíram a família em Rutales e Malpighiales.

Entretanto, Cronquist em 1968 e Dahlgren em 1980 posicionaram a família na Ordem Polygalales, mas, de acordo com o trabalho de Cronquist, Malpighiaceae não poderia ser considerada ancestral para as demais famílias da ordem devido às suas sementes não possuírem endosperma.

Já na classificação proposta no APG I (1998), a Ordem Polygalales passou a integrar a Ordem Fabales, e seus indivíduos foram reposicionados e a família Malpighiaceae foi incluída na Ordem Malpighiales. Essa classificação ainda permanece no APG IV (2016) e Malpighiaceae integra a Ordem Malpighiales no clado das Rosídeas.

Niedenzu em 1914 dividiu a família Malpighiaceae em duas subfamílias: Pyramidotrae e Planitorae. Essa classificação foi baseada nos frutos, sendo eles alados (Pyramidotrae) ou não-alados (Planitorae). Outras características os frutos serviram de base à delimitação de cinco tribos: Hiraeae (frutos com alas laterais), Banisterieae (frutos com alas dorsais), Tricomarieae (fruto cerdado), Malpighieae (frutos drupáceos), e Galphimieae (frutos não alados). Posteriormente, Hutchison, em 1967, modificou essa classificação.

Nesse momento, não havia mais subfamílias, mas cinco tribos, diferentes das tribos propostas por Niedenzu (1914). São elas: Malpighieae (frutos não alados ou suavemente alados), Tricomarieae (frutos cerdados e não alados), Hiraeae (frutos

sincárpicos, de alas laterias), Banisterieae (frutos sincárpicos de alas dorsais) e Gaudichaudieae (frutos apocárpicos e diversamente alados). (HUTCHINSON, 1967; CAMERON et al., 2001).

Morton em 1968 propôs a substituição das subfamílias antes proposta por Niedenzu (1928), para Gaudichaudioideae (antes Pyramidotoraee) e Malpighioideae (antes Planitorae). (Anderson, 1978)

Takhtajan em 1997 sugeriu três subfamílias: Malpighioideae (frutos não alados ou inconspicuamente alados); Gaudichaudioideae (frutos apocárpicos usualmente alados), Hiraeoideae (frutos sincárpicos e alados).

Davis e Anderson (2010) constataram que essa classificação não era monofilética. Atualmente, a família Malpighiaceae é dividida em duas subfamílias: Byrsonimoideae W.R. Anderson, com espécies localizadas no novo mundo, e Malpighioideae Burnett, com espécies distribuídas no novo mundo e no velho mundo. (APG IV, 2016).

2.2. *Amorimia* W.R. Anderson

Grisebach em 1858 transferiu *Hiraea pubiflora* e *Hiraea rígida* para Mascagnia, que era um gênero um novo gênero descrito por Bertero a partir de *Hiraea*.

Mascagnia tinha uma única espécie (*Mascagnia americana*). O gênero *Mascagnia* posicionou-se na tribo Hiraeae sendo frutos com uma ou duas alas laterais e pedicelos articulados na porção mediana, suas características principais. *Hiraea* diferenciava-se de *Mascagnia* pelos pedicelos serem basais. O gênero ganhou destaque após os estudos de Grisebach, 1858.

Além disso, Grisebach (1858) subdividiu *Mascagnia* em seções com base principalmente no formato e tamanho das alas laterais dos frutos. As espécies *M. pubiflora* e *M. rígida* (antes nomeadas *Hiraea rígida* e *Hirae pubiflora*, respectivamente) foram posicionadas na seção *Pleuropterys* com base no formato e tamanho das alas laterais dos frutos. Grisebach (1858) também adicionou à esta seção outras dez novas espécies: *M. biglandulosa*, *M. bunchosioides*, *M. coriacea*,

M. doniana, *M. exotropa*, *M. fluminensis*, *M. psilophylla*, *M. pubiflora* e *M. rígida*. Posteriormente, Niedenzu (1920) adicionou outras duas novas espécies do gênero *Mascagnia* à seção *Pleuropterys*: *M. amazonica* e *M. lehmanniana*. Foi descrita por Morton (1932) uma nova espécie colombiana do mesmo gênero: *M. dumetorum*, que posteriormente foi combinada à *M. concinna*.

Anderson (1987) posicionou *Mascagnia fluminensis* na seção *Heteropterys* de acordo com a morfologia dos frutos, que possuem ala dorsal mais desenvolvida que as laterais e espessa abaxialmente.

A presença ou ausência de ala nos frutos também é uma característica muito importante. Desde Linnaeus, os gêneros eram reconhecidos e agrupados por características morfológicas dos frutos (CAMERON et al., 2001; DAVIS et al., 2001; ANDERSON, 2006).

Baseado em dados moleculares, Anderson (2006) segregou novos gêneros a partir de *Mascagnia sensu lato*. *M. doniana* foi posicionada em *Aenigmatanthera*, *M. chlorocarpa*, em *Carolus* *M. lehmanniana* em *Heteropterys* e as demais espécies em *Amorimia*. A espécie *Hiraea marítima* foi também combinada neste novo gênero e quatro novas espécies foram apresentadas: *A. camporum*, *A. kariniana*, *A. septentrionalis* e *A. velutina*.

Com o advento da biologia molecular, várias tribos e gêneros da família Malpighiaceae mostraram-se, na verdade, polifiléticos. Davis e colaboradores em 2001 e Davis e Anderson em 2010 evidenciaram que o gênero era polifilético. Os indivíduos incluídos em *Mascagnia sensu lato* estavam nesse grupo pois seus frutos, esquizocarpos samaróides, apresentavam alas laterais mais desenvolvidas que a ala dorsal e por possuir dez estames e estigmas. Posteriormente notou-se que esses caracteres eram homoplasias (ANDERSON, 2006).

As espécies que hoje compõem *Amorimia* inicialmente pertenciam a outros gêneros, como *Hiraea* Jacq. e *Mascagnia*. Anderson (2006) ao segregar novos gêneros a partir de *Mascagnia sensu lato*, posicionou algumas espécies em *Amorimia*, propôs uma nova combinação para *Hiraea marítima* (agora *A. marítima*) e descreveu quatro espécies novas para o gênero.

Assim, *Amorimia* apresentava 10 espécies, dessas 10 espécies do gênero *Amorimia*, sete delas ocorrem no Brasil e, dessas sete, cinco ocorrem na região de floresta atlântica. (ALMEIDA et al., 2016a)

Posteriormente, quatro novas espécies foram descritas para o gênero *Amorimia*: *A. andersonii*, *A. candidae*, *A. coriácea* e *A. pellegrinii*, baseado em caracteres morfológicos. (ALMEIDA et al. 2016b).

Estudos taxonômicos recentes também apresentaram novos táxons para *Amorimia*. Foram descritas as espécies, *A. andersonii*, *A. candidae*, *A. coriacea* e *A. pellegrinii*, baseado em caracteres morfológicos. (ALMEIDA et al. 2016b), e a espécie *A. tumida* a partir de *A. andersonii* e outras cinco espécies (complexo *A. rigida*) baseado principalmente em dados foliares (ALMEIDA et al. 2017a).

Atualmente, *Amorimia* apresenta 15 espécies e, com o auxílio de caracteres morfológicos, fitoquímicos e moleculares, pode ser dividido em dois subgêneros ou dois clados. O subgênero *Uncina*, ou clado amazônico compreende sete das quinze espécies: *A. amazonica* (Nied.) W.R. Anderson, *A. camporum* Anderson, *A. concinna* (C.V.Morton) Anderson, *A. kariniana* Anderson, *A. pubiflora* (A.Juss.) W.R. Anderson, *A. septentrionalis* W.R. Anderson, *A. tumida* R.F. Almeida & A.C. Marques. E o subgênero *Amorimia*, ou clado atlântico, compreende as espécies: *A. andersonii* R.F. Almeida, *A. candidae* R.F. Almeida, *A. coriaceae* (Griseb.) R.F. Almeida, *A. exotropa* (Griseb.) W.R. Anderson, *A. maritima* (A.Juss.) W.R. Anderson, *A. pellegrinii* R.F. Almeida, *A. rigida* (A.Juss.) W. R. Anderson, *A. velutina* W.R. Anderson. (ALMEIDA et al., 2017b; ALMEIDA, 2018).

Dados moleculares apontam o monofiletismo de *Amorimia*, e este como grupo irmão de *Mascagnia* (ALMEIDA et al. 2017b), já este clado (*Amorimia* + *Mascagnia*) é considerado grupo irmão de *Ectopoterys*. Atualmente as 15 espécies de *Amorimia* estão agrupadas em dois subgêneros, *Uncina* ou o clado amazônico com sete espécies e o subgênero *Amorimia* ou clado atlântico com oito espécies (ALMEIDA et al., 2017b; ALMEIDA, 2018).

2.3. Palinologia

As fanerógamas, ou espermatófitas, são as plantas que produzem sementes. Atualmente, essas plantas são divididas em: Gnetophyta, Cycadophyta, Ginkgophyta, Pinophyta e Magnoliophyta. As Magnoliophytas são as plantas que produzem flores verdadeiras, ou, angiospermas. As flores nas angiospermas possuem sépalas, que formam o cálice, pétalas, que formam a corola, os carpelos, que formam o gineceu, ou aparelho reprodutor feminino, e os estames, que formam o androceu, ou, sistema reprodutor masculino. (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

Os estames, que formam o sistema reprodutor masculino, são divididos em: filete e antera. Esta, contém os sacos polínicos, onde são formados os grãos de pólen, também chamados de microgametófitos. (GASPARINO; CRUZ-BARROZ, 2006). Desse modo, os grãos de pólen estão diretamente ligados à perpetuação das espécies. (MELHEM, 1978).

Essas estruturas apresentam grande variabilidade morfológica. Suas características são geneticamente estabelecidas e não são sujeitas às variações ambientais, tornando os grãos de pólen, estruturas estáveis e de grande valor diagnóstico. (MELHEM et al, 2003)

A observação de características morfológicas externas dos grãos de pólen contribuiu para a identificação de algumas famílias e gêneros, além da descoberta de alergias causadas pelos grãos de pólen e no reconhecimento dessa estrutura como ótimo guia fóssil, devido às suas características não serem sujeitas às variações ambientais. (MELHEM, 1978; MELHEM, 2003).

Os grãos de pólen são formados por uma parede que é denominada esporoderme, que é constituída de diferentes camadas, cada uma com propriedades físicas e químicas específicas. (PLÁ et al. 2006). A parede dos grãos de pólen é formada por duas camadas: a intina e a exina. A intina é a camada mais interna, e é constituída de celulose, a exina, a camada mais externa, é formada por esporopolenina, que é uma substância formada por polímeros de beta-caroteno, que possui maior estabilidade química, além de ser resistente a temperaturas elevadas, ácidos e bases fortes, sendo somente destruída por ação oxidante prolongada. (ERDTMAN, 1952; PLÁ et al, 2006). A exina ainda pode ser subdividida

em: nexina, que é a parte mais interna, e a sexina, onde haverá elementos de ornamentação. Além disso, outras características como número e tipo de aberturas e unidade polínica, tornando essas características, uma ferramenta que auxilia na identificação das espécies vegetais, além de contribuir para estudos ecológicos e de conservação de diferentes formações vegetais. (MELHEM et al, 2003; GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

A estrutura dos grãos de pólen foi estudada pela primeira vez por Malpighi, em 1670 (*apud* Melhem, 1978). Estudos sobre a morfologia dos grãos de pólen começaram a evoluir a partir dos séculos XIX e XX com a melhoria em aparelhos ópticos, e, desse modo foi possível a identificação mais clara destas estruturas nas famílias e gêneros de plantas, já que estas unidades são muito diversas e estão menos sujeitas às alterações ambientais, tornando essa unidade de alto valor diagnóstico para vários ramos da ciência. (MELHEM, 2003).

John Lindley em 1830 (*apud* GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006), foi o primeiro a utilizar as características morfológicas dos grãos de pólen para estudos taxonômicos. Em 1945, Hyde e Williams introduziram o termo Palinologia (do grego: *palynien*). Desse modo, a palinologia passou de um apêndice da taxonomia vegetal, para uma ciência a parte, tratando-se do estudo das características morfológicas externas dos grãos de pólen e esporos, fósseis ou atuais, e sua dispersão e aplicações (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

Erdtman é considerado o pai da palinologia, e em 1952, publicou o estudo “Pollen Morphology and Plant Taxonomy”, cujo trabalho caracterizava e descrevia os grãos de pólen de diferentes famílias de magnoliophytas da época, além de ter sugerido nesse trabalho, a terminologia morfológica para a estratificação da esporoderme.

A palinologia pode ter inúmeras vertentes, entre elas, a melissopalinologia, que visa estudar os grãos de pólen presentes em amostras de mel a fim de detectar sua origem botânica; também a aeropalinologia, que estuda os grãos de pólen presentes na atmosfera, que podem ou não causar alergias; a geopalinologia, que estuda os grãos de pólen nos sedimentos fósseis e atuais. (MELHEM, 1978).

A palinotaxonomia é uma das vertentes da palinologia, mais associada à taxonomia vegetal. Essa vertente estuda evidências palinológicas usadas para

posicionar táxons incertos, sugerir rearranjos de táxons, afastamentos, separações, além de confirmar outras linhas de hipóteses taxonômicas. (GASPARINO; CRUZ-BARROS, 2006).

2.4. Palinologia de Malpighiaceae

Diversos estudos morfológicos com pólen de diferentes gêneros e espécies da família Malpighiaceae, permite concluir que a família é euripolínica, são exemplos: Erdtman (1952), Lobreau (1967, 1968), Salgado-Laboriau (1973), Lobreau-Callen (1975. 1983), Makino (1986), Makino-Watanabe (1988), Roubik e Moreno (1991), Makino-Watanabe et al. (1993a, b, 1998), Amorim (2003), Melhem et al. (2003), Magalhães e Silva (2007), Gonçalves-Esteves et al. (2007), Sousa et al. (2010), Dutra et al. (2014), Sebastiani et al. (2014), Belonsi e Gasparino (2015).

Erdtman (1952) caracterizou os grãos de pólen da família Malpighiaceae como 3-5 colporados, oligoporados ou 4-12 porados, colpóides presentes ou ausentes, rugoides ou com paredes irregulares, exina espessa e sexina mais fina que nexina. Ornamentação reticulada ou mais ou menos obscura. Os trabalhos de Lobreau (1967, 1968) e Lobreau-Callen (1983) são de grande notoriedade para a palinologia da família, e caracterizam os grãos de pólen como esféricos, cúbicos ou hexagonais, tricolporados, zono ou pantoporados, colpóides presentes ou ausentes, exina espessa, sexina mais fina que nexina. Ornamentação variada ou obscura, tectada ou subtectada.

Estudo recente, como o de Belonsi e Gasparino (2015), caracterizam os grãos de pólen de diversos gêneros e espécies da família como: apolares ou isopolares, âmbito circular a quadrangular, oblato-esferoidal a prolato-esferoidal, tricolporados, sendo colpos longos e endoabertura lalongada ou 3-7-8 porado, colpóides presentes ou ausentes. Ornamentação psilada-rugulada, rugulada ou microrreticulada, sexina mais fina que a nexina.

Tao e colaboradores em 2018, caracterizaram grãos de pólen de *Malpighia glabra* L., e observou grãos de pólen em monades, médios, apolares, esferoidais-subesferoidais, âmbito circular, pantoporados, com áspides, ornamentação da exina rugulada.

Silva e colaboradores em 2019 estudaram diferentes famílias e, para Malpighiaceae, encontrou grãos de pólen em mônades, médios, pantoporados, com ornamentação da exina psilada, forma esferoidal.

Estudos morfopolínicos além de confirmar a diversidade morfológica em Malpighiaceae, mostram que estes dados permitem, em alguns casos diferenciar os gêneros e espécies da família. Assim, como *Amorimia* foi recentemente segregado a partir de *Mascagnia* não possuindo portanto descrições polínicas detalhadas para o gênero, os grãos de pólen de *Amorimia* são tratados como “tipos mascagnoides”, que consiste em “ornamentação com rugas ramificadas e fundidas e mais de seis poros dispersos aleatoriamente pela intersecção de duas rugas”(LOWRIE, 1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material analisado

Foram estudadas 13 espécies de *Amorimia* W.R. Anderson pertencentes aos subgêneros *Amorimia*, sendo elas, *A. candidae* R.F. Almeida, *A. coriaceae* (Griseb.) R.F. Almeida, *A. exotropa* (Griseb.) W.R. Anderson, *A. maritima* (A.Juss.) W.R. Anderson, *A. pellegrinii* R.F. Almeida, *A. rigida* (A.Juss.) W. R. Anderson, *A. velutina* W.R. Anderson, e do subgênero *Uncinae*, sendo elas: *A. amazonica* (Nied.) W.R. Anderson, *A. camporum* Anderson, *A. concinna* (C.V.Morton) Anderson, *A. kariniana* Anderson, *A. pubiflora* (A.Juss.) W.R. Anderson, *A. septentrionalis* W.R. Anderson, Marques, e duas espécies de gêneros próximos [*Mascagnia* Bertero (*Mascagnia cordifolia* (A. Juss) Griseb.) e *Ectopopterys* W.R. Anderson (*Ectopopterys soejartoi* W.R. Anderson), sendo utilizadas 2 espécimes de cada espécie. *A. andersonii* R.F. Almeida e *A. tumida* R.F. Almeida & A.C não foram analisadas no presente estudo, já que a diferenciação morfológica entre essas espécies, se dá através dos frutos. Desse modo, não pôde ser realizada no estágio de flor.

3.2. Lista do Material Analisado

Amorimia candidae R.F. Almeida BRASIL, Bahia: Mun. Santa Terezinha, Serra da Jibóia, S12°47'46" W39°31'37", 303 m, 9 Outubro. 2010, Melo 8557 (HUEFS); BRASIL, Bahia: Mun. Itaberaba, pastagem, S12°28' W40°18', 15 October. 2002, Moura 3 (HUEFS).

Amorimia coriaceae (Griseb.) R.F. Almeida. BRASIL, Rio de Janeiro: Però, Praia das Conchas, 14 Janeiro 2016, Almeida; Pellegrini 615 (HUEFS); BRASIL, Rio

de Janeiro: Mun. Niterói, Itaipuaçu, Pico Alto Moirão, 17 Junho 1985, Andreatta 708 (HUEFS).

Amorimia exotropica (Griseb.) W.R. Anderson. BRASIL. Paraná. Dusén 14093 (NYBG); BRASIL, Rio Grande do Sul: Nova Petrópolis, Bairro Joaneta, 4 Janeiro 1990, Schlindwein 534 (MPUC).

Amorimia marítima (A. Juss) W.R. Anderson. BRASIL, Bahia: Mun. Ilhéus, ramal que separa a Fazenda Alegrias do Campus da Universidade Estadual de Santa Cruz, 7 Junho 1995, Mattos Silva 3136 (CEPEC); BRASIL, Bahia: Barro Preto – Serra da Pedra Lascada, 26 abril 2004, A. M. Amorim 4102 (NYBG).

Amorimia pellegrini R.F. Almeida. BRASIL, Bahia: Mun. Tanquinho, estrada para Exu, S12°42' W39°43', 2 Junho 2005, Carvalho 111, 114 (CEPEC); BRASIL, Bahia: Ipirá, S11°22' W38°41', 14 Outubro 2002, Moura s.n. (HUEFS).

Amorimia rigida (A. Juss) R. F. Almeida BRASIL. Minas Gerais: São Miguel do Jequitinhonha, A. St.-Hilaire B1-1501 (MNHN - Paris); BRASIL. Minas Gerais: São Miguel do Jequitinhonha, Reserva Biológica da Mata Escura, 29 Junho 2013, R.F. Almeida 561 (HUEFS)

Amorimia velutina W.R. Anderson. BRASIL. Minas Gerais: Itaobim, entre Itaobim e Jequitinhonha. Km 4, 09 março 1977, Shepherd, GJ; Kinoshita, LS; Taroda, N; Andrade, JB 4409 (UEC); BRASIL. Bahia: Mun. Caetité, Fazenda Baixa Grande, caminho para Pajeú do Vento, S14°04'03" W42°38'12", 820 m, 9 Fevereiro 1997, Stannard 5312 (HUEFS).

Amorimia amazonica (Nied.) W.R. Anderson – BOLIVIA. Mun. Santa Cruz de la Sierra, Angostura, margino of Río, 1 Julho 1966, Steinbach 339 (MO);

Amorimia camporum W.R. Anderson PERU. Cajamarca: Mun. San Ignacio, District Chirinos, e, 5°19'S, 78°47'W, 550–650 m, 9 Fevereiro 1996, J. Campos & O. Díaz 2490 (MICH); PERU. San Martín, Juan Jui, Alto Rio Huallaga, Fevereiro, 1936, G. Klug 4259 (NYBG).

Amorimia concinna (C.V. Morton) W.R. Anderson. COLOMBIA Sincé. Bolívar, Pennell 4033 (MO)

Amorimia kariniana W.R. Anderson EQUADOR. Mun. Pedro Carbo, 8 Julho 1940, Haught 3070 (NYBG).

Amorimia pubiflora (A.Juss.) W.R.Anderson. BRASIL. São Paulo, Castilho, 20 Agosto 1972, L. Melichenko s/n (IAC)

Amorimia septentrionalis W.R. Anderson. BRASIL. Ceará, Mun. Itaitinga, Sererau, 10 Abril 2003, dos Santos s.n. (HUEFS); BRASIL. Ceará, Sin. loc., 22 julho 1958, J. Döbereiner 538 (MICH).

Ectopopterys soejartoi W.R.Anderson. EQUADOR. Napo, Aquarico, 26 outubro 1993, M. Aulestia 989 (NYBG)

Mascagnia cordifolia (A. Juss) Griseb. BRASIL. Mato Grosso do Sul, Corguinho, Fazenda Colorado, 19 outubro 2012, Francener, A; Hall, CF; Andrade, MC. (CGMS).

3.3. Análise em Microscopia Óptica

Para a análise sob microscopia óptica, os grãos de pólen foram submetidos à técnica clássica de acetólise de Erdtman (1960) modificada por Melhem e colaboradores (2003). A técnica de acetólise destrói o protoplasma, tornando o pólen vazio e transparente, assim, sendo possível a visualização, seguindo as modificações propostas por Melhem et al (2003). As etapas do método de acetólise são descritas a seguir (modificado de MELHEM et al., 2003):

1. Sob microscópio estereoscópico, retirou-se flores, anteras ou botões do material herborizado, com auxílio de pinças esterilizadas ao rubro, colocando-os em tubo de ensaio numerado, para identificação do material polínico contido.

2. Acrescentou-se ao tubo de ensaio de ácido acético glacial; As anteras ou botões foram esmagados com o auxílio de um bastão de vidro limpo, a fim de liberar o pólen para o meio líquido.

3. O material polínico permaneceu no ácido acético glacial, por no mínimo 24 horas para que toda a umidade fosse retirada.

4. Após 24 horas, os tubos foram levados para a centrífuga, onde foram centrifugados por 5 minutos a uma rotação de 1600 rpm (rotação por minuto). Após

isso, descartou-se o ácido acético glacial e os restos florais, deixando no fundo do tubo de ensaio apenas o pólen que foi submetido à acetólise.

5. Juntou-se ao material polínico 10mL da mistura de acetólise, formada por nove partes de anidrido acético para uma de ácido sulfúrico (9:1). Esse procedimento foi feito em capela de exaustão para evitar contato físico e inalação do ácido. Posteriormente, o tubo com a mistura foi levado ao banho-maria a $\pm 80^{\circ}\text{C}$ até a fervura (aproximadamente 1 minuto e 30 segundos) durante o aquecimento, misturou-se o conteúdo do tubo no sentido horário e anti-horário com um bastão de vidro limpo, até que a mistura estivesse homogênea. A temperatura e o tempo de aquecimento podem variar de acordo com a maior ou menor facilidade de penetração e reação da mistura de acetólise no pólen e, em especial, da resistência da exina à deformação após este ataque químico.

6. Centrifugou-se e descartou-se o sobrenadante, em um frasco de vidro.

7. O material contido no tubo foi lavado com cerca de 10 mL de água destilada, acrescida de 1 ou 2 gotas de álcool etílico; com um bastão de vidro limpo agitou-se a preparação.

8. O tubo foi novamente centrifugado. Acrescentou-se ao tubo cerca de 10 mL de uma mistura de água destilada e glicerina, por 30 minutos, no mínimo e 24 horas, no máximo, para que os grãos de pólen embebam e retomem seu formato.

9. Centrifugou-se a mistura, mantendo o tubo de ensaio com a boca para baixo sobre um papel filtro.

10. Montou-se as lâminas com auxílio de um estilete esterilizado, introduzindo-o no tubo de ensaio com um glóbulo de gelatina glicerinada, passando-a no fundo do tubo para a retirada dos grãos de pólen contido no sedimento. Posteriormente, a gelatina com pólen foi dividida em quatro partes e distribuídas em 4 lâminas etiquetadas com os dados da amostra. Em seguida, aqueceu-se ligeiramente a lâmina sobre uma placa aquecedora a 50°C com a finalidade de derreter a gelatina com o pólen e assim homogeneizar a mesma com o auxílio de um estilete. Finalmente lutar as lâminas com parafina e depois retirar seu excesso, com o auxílio de uma lâmina de barbear.

A execução da técnica foi realizada no Laboratório de Morfologia Vegetal e Palinologia (LaMPali) do Departamento de Biologia da Faculdade de

Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAV- UNESP). As lâminas obtidas foram incorporadas à Palinoteca da instituição.

3.4. Análise dos Dados Quantitativos

A partir das lâminas, foram realizadas medidas de diâmetro (d_1 e d_2), dentro do prazo máximo de uma semana, a fim de evitar problemas de intumescimento ou alteração de tamanho dos grãos de pólen, que podem acontecer com o passar do tempo. (MELHEM; MATOS, 1972).

Os diâmetros foram medidos aleatoriamente, com $n=25$, e outras características, (abertura, exina total, sexina, nexina e teto) foram medidas com $n=10$. (MELHEM; MATOS, 1972; SALGADO-LABORIAU, 1973).

A partir dessas medidas, foram quantitativos foram calculadas a média aritmética ($\bar{x}$), o desvio padrão da média (s_x), o desvio padrão da amostra (s), o coeficiente de variabilidade (CV) e o intervalo de confiança a 95%, segundo Vieira (2011) e Zar (1996). Para as medidas com $n=10$, calculou-se apenas a média aritmética ($\bar{x}$).

A fim de comparar os valores dos diâmetros dos grãos de pólen analisados, foram utilizadas medidas do diâmetro I e diâmetro II, tanto para as espécies de *Amorimia*, como para as espécies do grupo externo e o resultado foi apresentado através de um gráfico do programa MINITAB (VIEIRA, 2011; ZAR, 1996).

Para verificar a influência dos dados quantitativos dos grãos de pólen na ordenação das espécies e consequentemente na formação de grupos, foram realizadas duas análises de componentes principais (ACP), utilizando-se programas FITOPAC (Shepherd, 1966) e PC-ORD (McCune; Mefford, 1999). O primeiro, é utilizado para realizar a transformação das medidas métricas dos grãos de pólen pelo logaritmo natural $[(\log(x+1))]$, e utilizando o segundo, foi realizada a ordenação pela análise dos componentes principais a partir da matriz de covariância.

A primeira análise foi realizada utilizando 14 variáveis métricas, sendo elas: diâmetro I (DIAI), diâmetro II (DIAII), comprimento do poro (PCOMP), largura do poro (PLAR), comprimento do colpo (CCOMP), largura do colpo (CLAR), comprimento da

endoabertura (ECOMP), largura da endoabertura (ELAR), exina (EXIN), sexina (SEXIN), nexina (NEXIN), teto (TETO), forma (FORMA), espessura da exina (ESPEXI).

Já a segunda análise foi realizada utilizando apenas as variáveis presentes em todos os grãos de pólen, sendo elas: diâmetro I (DIAI), diâmetro II (DIAII), comprimento do poro (PCOMP), largura do poro (PLAR), exina (EXIN), sexina (SEXIN), nexina (NEXIN), teto (TETO), forma (FORMA) e espessura da exina (ESPEXI), excluindo os valores de colpo presentes somente na espécie *Ectopopterys soejartoi*. Para esta espécie foi considerado os valores de endoaberturas para comparar com os poros das demais espécies.

Posteriormente, também foram construídos dois dendrograma através da análise de cluster (AC), também realizada no programa PC-ORD (McCUNE; MEFFORD, 2011), com objetivo de entender a relação de similaridades dos grãos de pólen das espécies estudadas pela distância Euclidiana das medidas. Para esta análise também foram utilizadas as 14 variáveis métricas descritas anteriormente para a análise de ACP. Para esta análise também foram considerados primeiramente todas as variáveis métricas e posteriormente as variáveis presentes nos grãos de pólen de todas as espécies analisadas.

3.5. Documentação de Caracteres

Para a documentação dos caracteres polínicos foram realizadas fotomicrografias com o auxílio do microscópio óptico (modelo Leica IM50) acoplado a uma câmera de vídeo e um microcomputador, nas dependências do Departamento de Biologia aplicada à Agropecuária, FCAV- UNESP. A partir destas imagens foram elaboradas pranchas para ilustração dos grãos de pólen analisados.

3.6. Reconstrução das características morfológicas ancestrais dos grãos de pólen

Para a reconstrução ancestral dos estados de caráter dos grãos de pólen foram selecionados seis caracteres morfológicos dos grãos de pólen das espécies estudadas, sendo três binárias e três multiestados (Tabela 1). A matriz de caracteres foi construída utilizando o software Mesquite (MADDISON; MADDISON, 2011). A árvore mais parcimoniosa foi gerada através da busca heurística e todos os caracteres foram tratados como não ordenados e de peso igual. Foram utilizadas as espécies de *Amorimia* W.R. Anderson, e os grupos externos *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia*.

Tabela 1. Lista de caracteres morfológicos dos grãos de pólen e seus estados de caráter das espécies de *Amorimia* W.R. Anderson e espécies dos grupos externos.

1	Tipo de abertura: Colporado (0); Porado (1)
2	Número de aberturas: 3 aberturas (0); 6 aberturas (1); 8 aberturas (2)
3	Ornamentação: rugulada com regiões psiladas (0); rugulada com regiões areoladas (1); rugulada (2)
4	Espessura da Exina: muito fina (0); fina (1); espessa (2)
5	Forma: prolato-esferoidal (0); oblato-esferoidal (1)
6	Tamanho: médio (0); grande (1)

3.7. Terminologias e Descrições

As descrições polínicas foram baseadas em Bellonzi et al. (2020) e terminologia adotadas seguiram os glossários de Barth e Melhem (1988) e Punt et al. (2007). A classificação quanto ao tamanho e forma seguiram Erdtman (1952). Para descrever a espessura da exina, foi utilizado a classificação proposta por Faegri e Iversen (1950).

4. RESULTADOS

4.1. Descrição Geral

Os grãos de pólen das espécies de *Amorimia*, *Mascagnia cordifolia* e *Ectopopterys soejartoi* estudadas no presente trabalho são: mônades, apolares, médios a grandes, com âmbito circular, as formas podem variar de oblato esferoidal a prolato esferoidal. Quanto às aberturas, podem ser grãos de pólen 3-colporados, com colpos longos e estreitos e endoabertura circular (*Ectopopterys*), 6-porados (*Amorimia*) ou 8-porados (*Mascagnia*). A exina possui ornamentação rugulada, podendo ou não possuir regiões aoreoladas ou psiladas próximo aos poros ou distribuídas pela superfície do grão de pólen. A espessura da exina pode ser muito fina, fina ou espessa e a sexina é sempre mais espessa que a nexina.

4.2. Chave polínica artificial de Identificação para as espécies de Malpighiaceae estudadas

1. Grãos de pólen porados	2
1'. Grãos de pólen colporados	<i>Ectopopterys soejartoi</i>
2. Grãos de pólen 6-porados	3
2'. Grãos de pólen 8-porados	<i>Mascagnia cordifolia</i>
3. Grãos de pólen grandes	4
3'. Grãos de pólen médios.....	5
4. Exina fina.....	<i>Amorimia kariniana</i>
4'. Exina espessa.....	<i>Amorimia velutina</i>
5. Exina rugulada.....	6
5'. Exina rugulada com regiões psiladas.....	7
6. Exina de espessura fina.....	<i>Amorimia amazônica</i>
6'. Exina espessa.....	<i>Amorimia concinna</i>
7. Prolato-esferoidal.....	<i>Amorimia septentrionalis</i>
7'. Oblato-esferoidal.....	<i>Amorimia candidae</i>
1. Exina espessa.....	<i>Amorimia camporum</i> / <i>Amorimia rígida</i> / <i>Amorimia maritima</i>

2'. Exina fina.....*Amorimia pubiflora*/*Amorimia exotropical*/*Amorimia pellegrini*

4.3. Descrições polínicas

***Amorimia candidae* R.F. Almeida (Figuras 1-3; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, oblato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões psiladas próximo aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia coriaceae* (Griseb.) R.F. Almeida (Figuras 4-5; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, 6-porado, prolato-esferoidais, ornamentação da exina é rugulada com regiões areoladas próximo aos poros, tem espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia exotropical* (Griseb.) W.R. Anderson (Figuras 6-8; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, 6-porado, prolato-esferoidais, ornamentação da exina é rugulada com regiões areoladas próximo aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia marítima* (A. Juss.) W.R. Anderson (Figuras 9-10; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, 6-porado, oblato-esferoidais, ornamentação da exina é rugulada, também com regiões areoladas próximo aos poros, espessa e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia pellegrini* R.F. Almeida (Figuras 11-12; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, prolato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões areoladas próximo aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia rigida* (A. Juss) W.R. Anderson (Figuras 13-14; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, oblato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões areoladas próximo aos poros, espessa e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia velutina* W.R. Anderson (Figuras 15-16; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, oblato-esferoidais, 6-porados, ornamentação da exina é rugulada também com regiões psiladas próximo aos poros, espessa e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia amazonica* (Nied.) W.R. Anderson (Figuras 17-18; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, prolato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia camporum* W.R. Anderson (Figuras 19-20; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, oblato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões aoreoladas pela superfície do grão de pólen, possui exina espessa e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia concinna* (C.V. Morton) W.R. Anderson (Figuras 21-22; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, oblato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada, espessa e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia kariniana* W.R. Anderson (Figuras 23-24; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, prolato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões aoreoladas próximo aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia pubiflora* (A. Juss.) W.R. Anderson (Figuras 25-26; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, prolato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões aoreoladas próximos aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Amorimia septentrionalis* W.R. Anderson (Figuras 27-29; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, prolato-esferoidais, 6-porado, ornamentação da exina é rugulada com regiões psiladas próximos aos poros, de espessura fina e sexina mais espessa que nexina.

***Ectopopterys soejartoi* W.R. Anderson (Figuras (30-31; Tabela 2)**

Grãos de pólen mônades, polares, médios, de âmbito circular, prolato-esferoidais, 3-colporado, ornamentação da exina é rugulada com regiões aoreoladas sobre a superfície do grão de pólen. Possui colpos longos e estreitos, com, em média, 24,06 μm de comprimento e 3,74 μm de largura, e índice de largura do colpo 12,82, sem margem e com endoabertura circular, sendo, em média, 4,28 μm de comprimento e 4,38 μm de largura. A espessura da exina é fina, com em média 3,48 μm , sendo 2,16 μm composto pela sexina, 1,34 μm , pela nexina e 1,10 μm pelo teto. Assim, a sexina é mais espessa que a nexina.

***Mascagnia cordifolia* (A. Juss.) Griseb. (Figuras 32-33; Tabelas 2-3)**

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, prolato-esferoidais, 8-porado, com colpóides inconspícuos, ornamentação da exina é rugulada com regiões psiladas distribuídas pela superfície do grão de pólen. A exina possui espessura é muito fina e possui sexina mais espessa que a nexina.

4.4. Análise dos dados quantitativos

Para a análise dos dados quantitativos foram considerados os diâmetros 1 e 2. Analisando as médias e o intervalo de confiança (Fig. 34a e b), podem-se observar três grupos distintos de grãos de pólen, sendo o primeiro grupo, com menores valores de diâmetros, formado por: *Amorimia camporum*, *Amorimia concinna* e *Amorimia amazônica*. Seguido por um grupo formado por grãos de pólen com valor de diâmetro intermediários, formado por *Amorimia septentrionalis*, *Amorimia rígida*, *Amorimia pubiflora*, *Amorimia coriaceae*, *Mascagnia cordifolia*, *Amorimia exotropica* e *Amorimia marítima*. E, por fim, um terceiro grupo formado

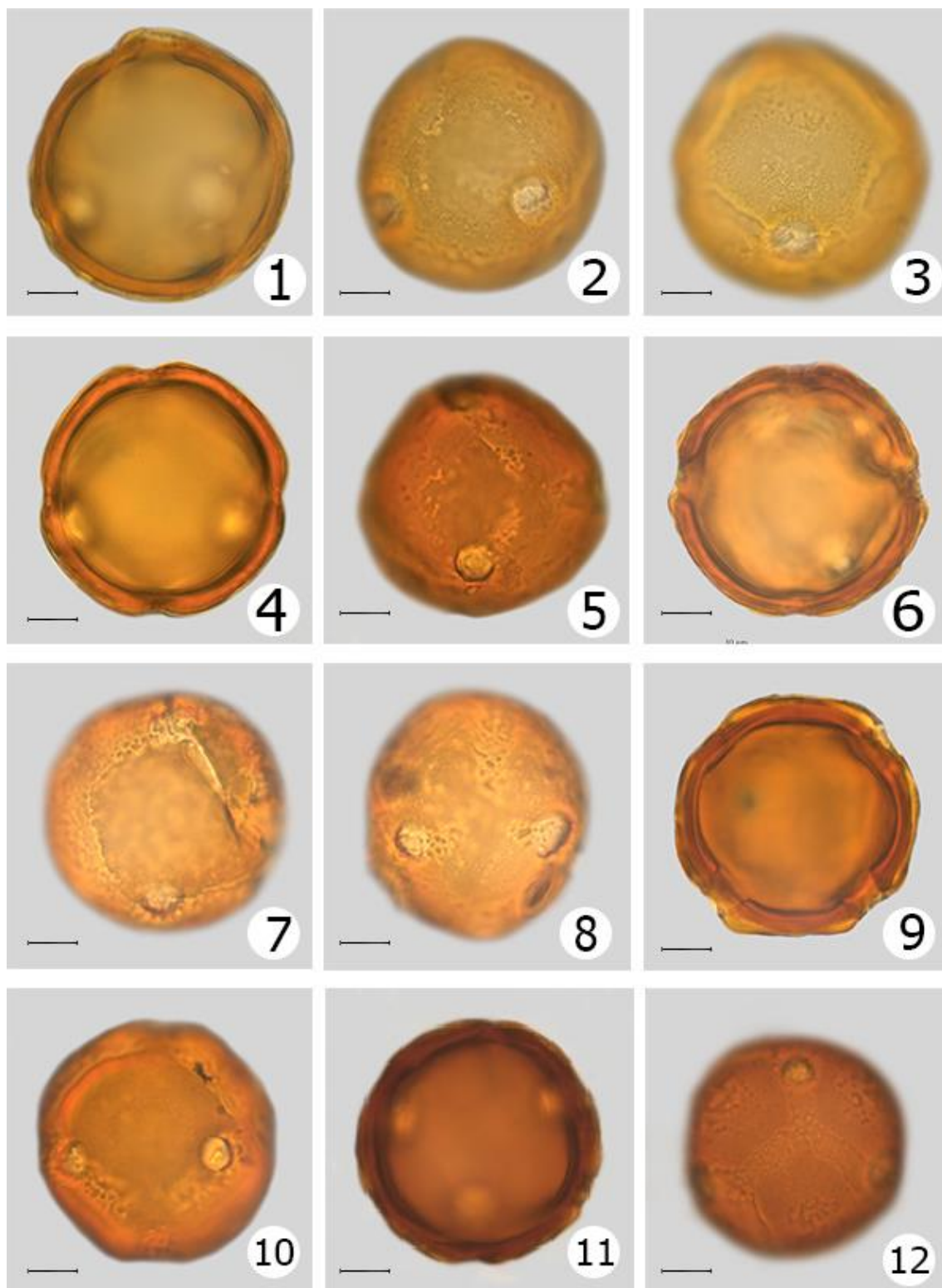
pelos grãos de pólen com os maiores tamanhos, sendo eles: *Amorimia candidae*, *Ectopopterys soejartoi*, *Amorimia pellegrini*, *Amorimia kariniana* e *Amorimia velutina* que apresenta os maiores valores entre os diâmetros.

Considerando as espécies do gênero *Amorimia*, pode-se observar que, no primeiro grupo, com os menores valores de diâmetro, todas as espécies são pertencentes ao subgênero *Uncinae*, enquanto que no terceiro grupo, contendo os grãos de pólen com os maiores valores de diâmetro, todas as espécies de *Amorimia* são pertencentes ao subgênero *Amorimia*. No agrupamento de grãos de pólen de diâmetros intermediários pode-se observar grãos de pólen dos dois subgêneros.

As espécies externas ao gênero *Amorimia*, *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia* encontram-se no terceiro grupo, com grãos de pólen de maiores diâmetros e no segundo grupo, com grãos de pólen intermediários, respectivamente, o que mostra que não há distinção das espécies em relação ao diâmetro.

Foram feitas duas análises dos componentes principais (ACP), a primeira utilizando todas as variáveis métricas mensuradas dos grãos de pólen das espécies analisadas e a segunda utilizando apenas as variáveis presentes em todas as espécies estudadas, buscando indicar os dados quantitativos que possam discriminar os gêneros.

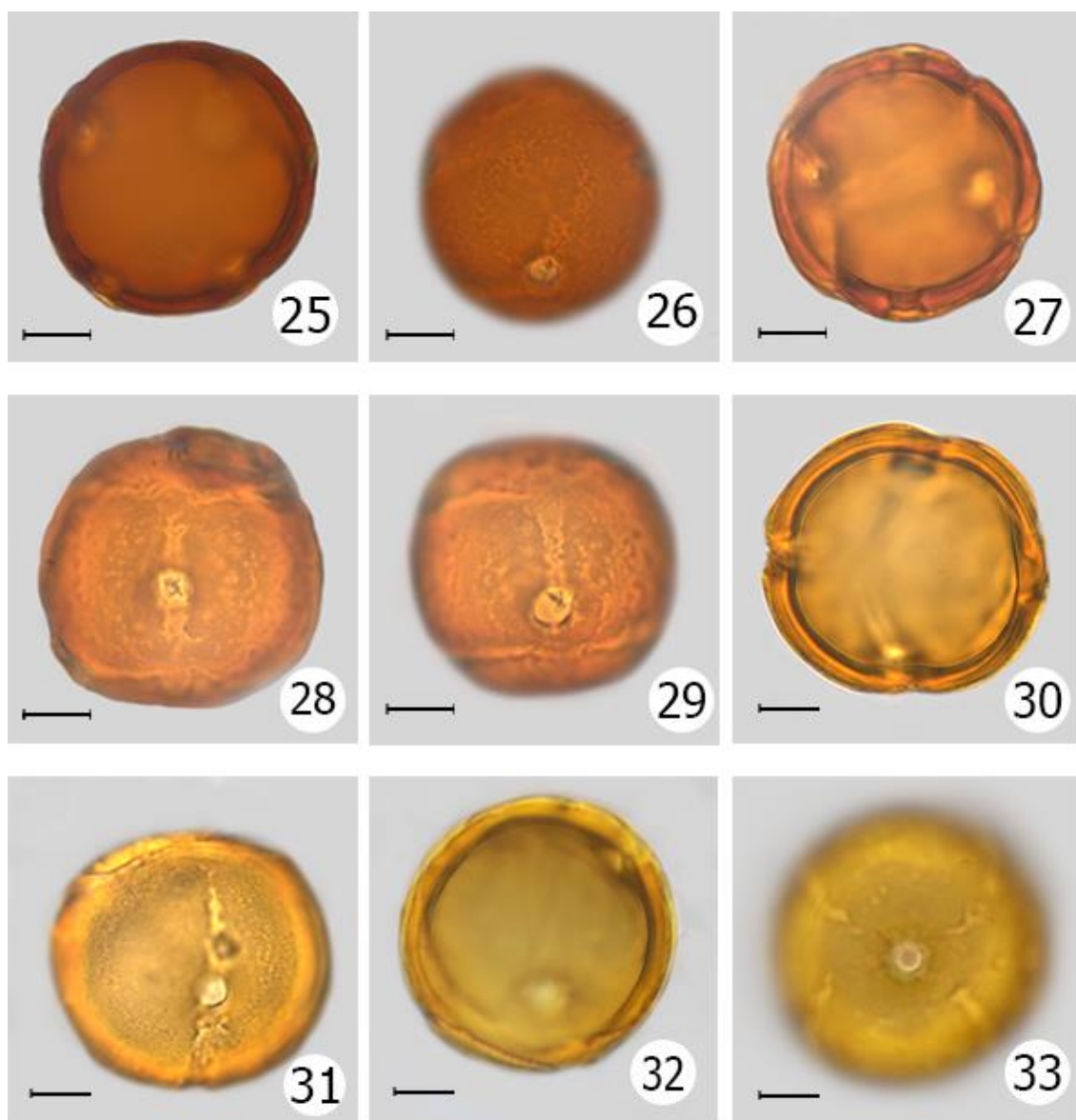
A análise de componentes principais representa uma análise exploratória dos dados e para a primeira análise (Fig. 35) pode-se observar que em seus dois eixos, esta resumiu 95,77% da variabilidade total dos dados.



Prancha 1. Figuras 1-12. Fotomicrografias de espécies de *Amorimia* W.R. Anderson. Figuras 1-3. *Amorimia candidae*. 1. Exina. 2-3. Ornamentação e aberturas. Figuras 4-5. *Amorimia coriaceae*. 4. Exina. 5. Ornamentação e abertura. Figuras 6-8. *Amorimia exotropa*. 6. Exina. 7-8. Ornamentação e aberturas. Figuras 9-10. *Amorimia marítima*. 9. Exina. 10. Ornamentação e aberturas. Figuras 11-12. *Amorimia pellegrini*. 11. Exina. 12. Ornamentação e aberturas. Escala: 10 μm .



Prancha 2. Figuras 13-24 Fotomicrografias de espécie de *Amorimia* W.R. Anderson, em microscopia óptica. Figuras 13-14. *Amorimia rigida*. 13. Exina. 14. Ornamentação e abertura. Figuras 15-16. *Amorimia velutina*. 15. Exina. 16. Ornamentação e aberturas. Figuras 17-18. *Amorimia amazônica*. 17. Exina. 18. Ornamentação e aberturas. Figuras 19-20. *Amorimia camporum*. 19. Exina. 20. Ornamentação e aberturas. Figuras 21-22. *Amorimia concinna*. 21. Exina. 22. Ornamentação e abertura. Figuras 23-24. *Amorimia kariniana* 23. Exina. 24. Ornamentação e abertura. Escala: 10 μm .



Prancha 3. Figuras 25-33. Fotomicrografias de espécies de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos. Figuras 25-26. *Amorimia pubiflora*. 25. Exina. 26. Ornamentação e abertura. Figuras 27-29. *Amorimia septentrionalis*. 27. Exina. 28-29. Ornamentação e abertura. Figuras 30-31. *Ectopopterys soejartoi*. 30. Exina. 31. Ornamentação e abertura. Figuras 32-33. *Mascagnia cordifolia*. 32. Exina. 33. Abertura. Escala: 10 μ m.

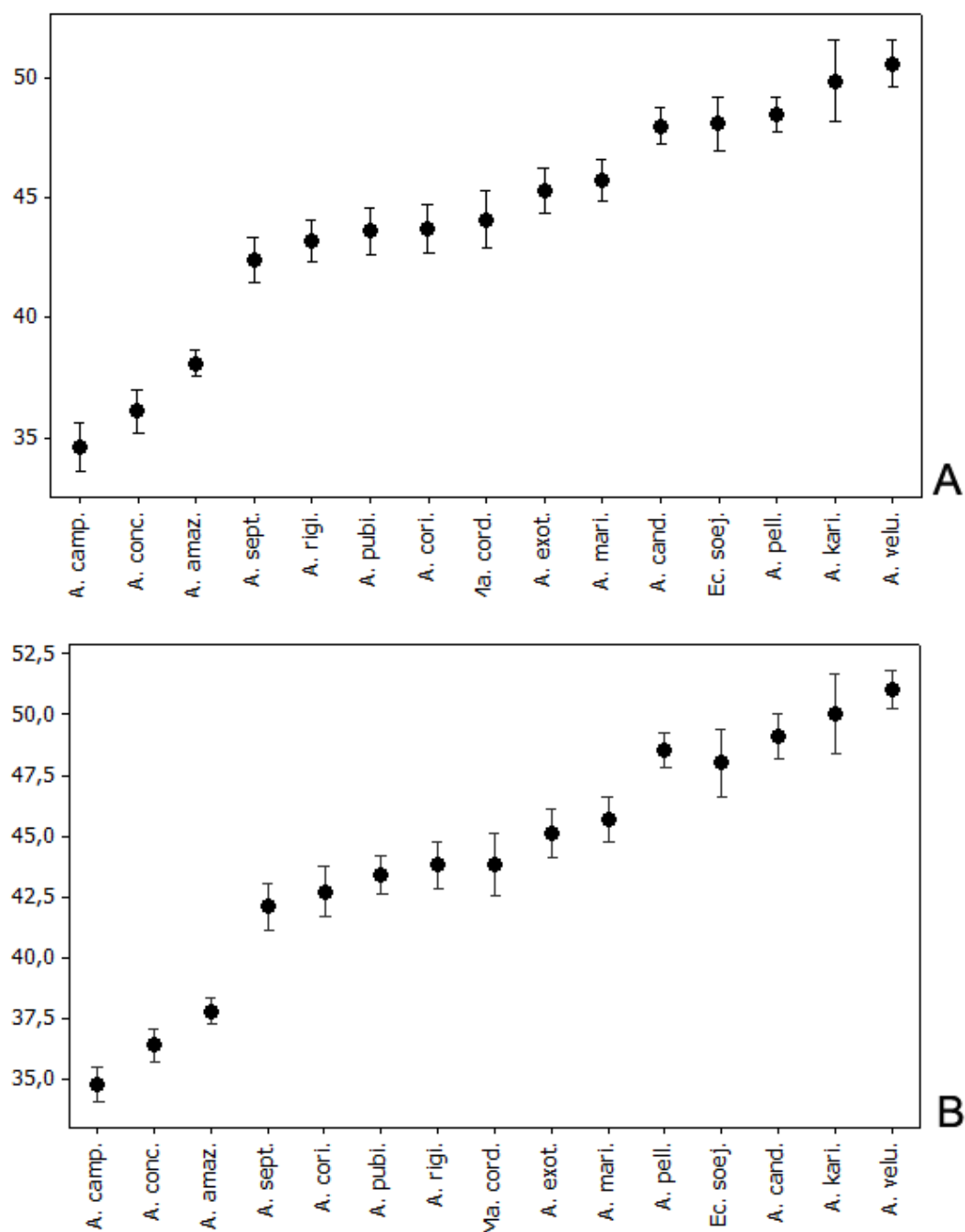


Figura 34. Representação gráfica da média dos diâmetros dos grãos de pólen de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos. a. Diâmetro I. b. Diâmetro II. Os círculos mostram a média aritmética dos valores dos diâmetros dos grãos de pólen e os limites abaixo e acima, mostram o intervalo de confiança. A. camp = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*; A. exot. = *Amorimia exotropaica*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*. A. cand. = *Amorimia candidae*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. velu. = *Amorimia velutina*.

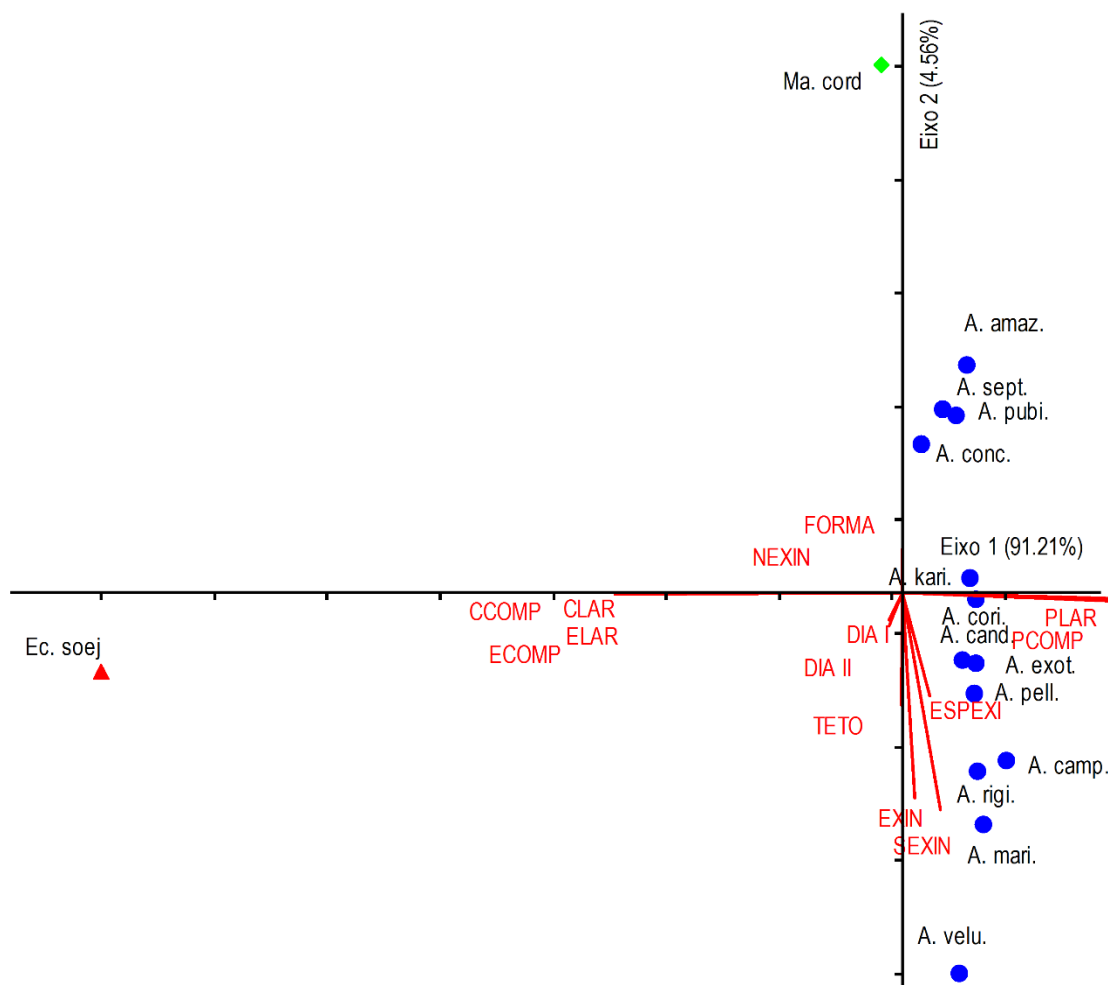


Figura 35. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de *Amorimia*, *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia*, em função de todas as variáveis métricas dos grãos de pólen. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropa*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. pubi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.

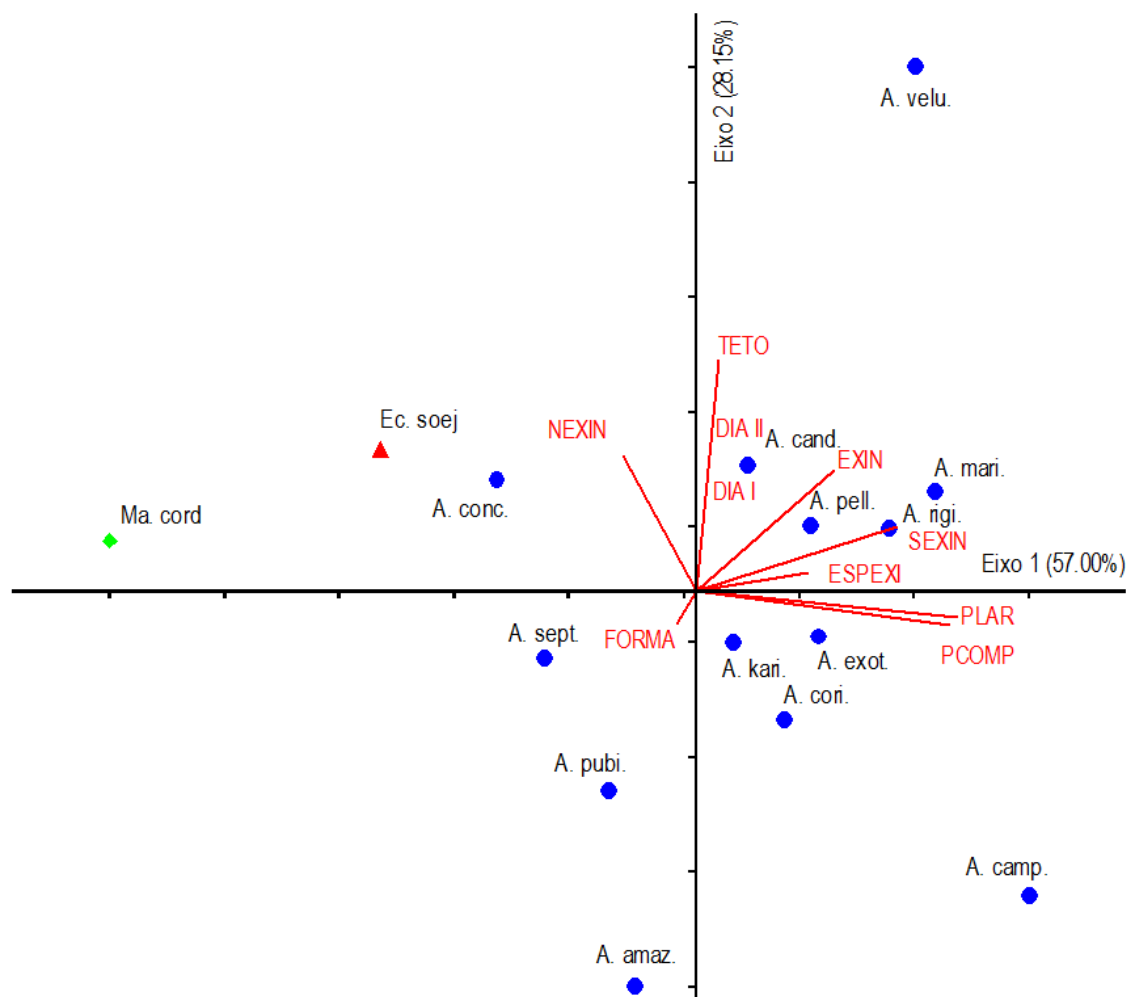


Figura 36. Ordenação pela Análise de Componentes Principais das espécies de *Amorimia*, *Ectopopterys soejartoi* e *Mascagnia cordifolia*, em função das variáveis métricas presentes em todos os grãos de pólen. A cand, = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriacea*; A. exot. = *Amorimia exotropa*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.

Tabela 2. Dados quantitativos dos grãos de pólen de *Amorimia* e grupos externos. $\bar{x}$ = média, s_x = desvio padrão da média, s = desvio padrão da amostra, IC = intervalo de confiança a 95%, CV = coeficiente de variação. * $n=25$

Gen.	Subgen	Especies	$(X_{\min} - X_{\max}) \bar{X} \pm S_x$	s	IC	CV%
			Diâmetro I (μm)			
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia candidae</i>	(45,00-50,00) 48,00 $\pm$ 0,35	1,77	(47,27-48,73)	3,68
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia coriaceae</i>	(40,00-50,00) 43,70 $\pm$ 0,48	2,41	(42,71-44,69)	5,51
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia exotropa</i>	(42,50-50,00) 45,30 $\pm$ 0,44	2,20	(44,39-46,21)	4,86
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia marítima</i>	(42,50-50,00) 45,70 $\pm$ 0,42	2,11	(44,83-46,57)	4,61
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia pellegrini</i>	(45,00-52,50) 48,50 $\pm$ 0,35	1,77	(47,77-49,23)	3,64
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia rígida</i>	(40,00-47,50) 43,20 $\pm$ 0,42	2,11	(42,33-44,07)	4,88
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia velutina</i>	(45,00-55,00) 50,60 $\pm$ 0,46	2,13	(49,64-51,56)	4,57
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia amazonica</i>	(35,00-40,00) 38,10 $\pm$ 0,29	1,31	(37,56-38,64)	3,43
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia camporum</i>	(30,00-37,50) 34,60 $\pm$ 0,49	2,47	(33,58-35,62)	7,13
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia concinna</i>	(32,50-40,00) 36,10 $\pm$ 0,43	2,17	(35,20-37,00)	6,02
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia kariniana</i>	(42,50-55,00) 49,88 $\pm$ 0,68	3,42	(48,47-51,29)	6,86
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia pubiflora</i>	(40,00-50,00) 43,60 $\pm$ 0,48	2,40	(42,61-44,59)	5,51
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia septentrionalis</i>	(37,50-47,50) 42,40 $\pm$ 0,47	2,34	(41,44-43,36)	5,51
<i>Mascagnia</i>	-	<i>Mascagnia cordifolia</i>	(37,50-50,00) 44,10 $\pm$ 0,58	2,88	(42,91-45,29)	6,52
<i>Ectopopterys</i>	-	<i>Ectopopterys soejartoi</i>	(42,50-52,50) 48,10 $\pm$ 0,55	2,73	(46,97-49,23)	5,67
			Diâmetro II (μm)			
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia candidae</i>	(45,00-52,50) 49,10 $\pm$ 0,45	2,27	(48,16-50,04)	4,62
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia coriaceae</i>	(40,00-47,50) 42,70 $\pm$ 0,50	2,49	(41,67-43,73)	5,84
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia exotropa</i>	(40,00-50,00) 45,10 $\pm$ 0,49	2,45	(44,09-46,11)	5,42
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia marítima</i>	(42,50-50,00) 45,70 $\pm$ 0,45	2,23	(44,78-46,62)	4,87
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia pellegrini</i>	(42,50-50,00) 47,70 $\pm$ 0,45	2,27	(46,76-48,64)	4,77
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia rígida</i>	(40,00-50,00) 43,80 $\pm$ 0,46	2,30	(42,85-44,75)	5,24
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia velutina</i>	(47,50-55,00) 51,00 $\pm$ 0,38	1,91	(50,21-51,79)	3,74
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia amazonica</i>	(35,00-40,00) 37,80 $\pm$ 0,26	1,31	(37,26-38,34)	3,48
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia camporum</i>	(32,50-37,50) 34,80 $\pm$ 0,35	1,76	(34,08-35,52)	5,05
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia concinna</i>	(32,50-40,00) 36,40 $\pm$ 0,33	1,63	(35,73-37,07)	4,47
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia kariniana</i>	(45,00-55,00) 50,00 $\pm$ 0,66	3,31	(48,63-51,37)	6,61
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia pubiflora</i>	(40,00-47,50) 43,40 $\pm$ 0,38	1,89	(42,62-44,18)	4,36
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia septentrionalis</i>	(37,50-45,00) 42,10 $\pm$ 0,47	2,36	(41,13-43,07)	5,60
<i>Mascagnia</i>	-	<i>Mascagnia cordifolia</i>	(37,50-50,00) 43,80 $\pm$ 0,61	3,07	(42,53-45,07)	7,01
<i>Ectopopterys</i>	-	<i>Ectopopterys soejartoi</i>	(42,50-55,00) 48,00 $\pm$ 0,68	3,39	(46,60-49,40)	7,05

Tabela 3. Média aritmética, em μm , das medidas das aberturas e da exina dos grãos de pólen das espécies de *Amorimia* e *Mascagnia cordifolia*, $n=10$. Gen = Gênero; Subgen = Subgênero; Compr. = Comprimento; Larg. = Largura.

Gen..	Subgen	Espécie	Poro		Exina	Sexina	Nexina	Teto
			Compr.	Larg.				
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia candidae</i>	5,96	7,36	3,71	2,96	0,95	1,51
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia coriaceae</i>	7,39	6,96	3,78	2,85	0,93	0,86
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia exotropa</i>	6,98	7,00	4,16	3,17	0,99	0,85
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia maritima</i>	7,27	7,60	4,74	3,73	1,01	1,20
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia pellegrini</i>	6,86	7,15	4,00	2,94	1,06	1,29
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia rigida</i>	6,80	7,23	4,87	3,78	1,09	0,95
<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia</i>	<i>Amorimia velutina</i>	5,85	6,09	6,08	4,95	1,13	1,81
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia amazônica</i>	6,44	6,68	2,87	1,53	1,34	0,39
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia camporum</i>	8,86	9,1	4,21	3,63	0,58	0,78
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia concinna</i>	4,27	4,32	4,08	3,09	0,99	1,15
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia kariniana</i>	6,78	6,90	3,49	2,53	0,96	1,02
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia pubiflora</i>	5,91	6,14	3,27	2,37	0,90	0,66
<i>Amorimia</i>	<i>Uncinae</i>	<i>Amorimia septentrionalis</i>	5,30	5,39	3,69	2,46	1,22	0,73
<i>Mascagnia</i>	-	<i>Mascagnia cordifolia</i>	3,18	3,12	2,96	1,76	1,20	0,82

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

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DIAI	Diâmetro I	-0,0185	-0,1156
DIAII	Diâmetro II	-0,0182	-0,1281
PCOM	Comprimento do Poro	0,3955	-,3077
PLAR	Largura do Poro	0,4013	-0,3542
CCOM	Comprimento do Colpo	-0,6180	-0,2720
CLAR	Largura do Colpo	-0,2984	-0,1313
ECOM	Comprimento da Endoabertura	-0,3191	-0,1404
ELAR	Largura da Endoabertura	-0,3227	-0,1420
EXIN	Exina	0,0244	0,4342
SEXI	Sexina	0,0532	-0,5671
NEXI	Nexina	-0,0374	0,0210
TETO	Teto	-0,0097	-0,3273
FORMA	Forma dos grãos de pólen	0,0000	0,0077
ESPEXI	Espessura da Exina	0,0039	-0,0330

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

Variáveis		Componentes Principais	
		Eixo 1	Eixo 2
DIAI	Diâmetro I	0,0041	0,2734
DIAII	Diâmetro II	0,0106	0,2901
PCOM	Comprimento do Poro	0,5593	-0,2908
PLAR	Largura do Poro	0,5977	-0,2711
EXIN	Exina	0,2964	0,4004
SEXI	Sexina	0,4558	0,3740
NEXI	Nexina	-0,1378	0,2645
TETO	Teto	0,1204	0,5590
FORMA	Forma dos grãos de pólen	-0,0044	-0,0078
ESPEXI	Espessura da Exina	0,0285	0,0167

Foram analisadas todas as 14 variáveis dos grãos de pólen apresentados, sendo elas: diâmetro I (DIAI), diâmetro II (DIAII), comprimento do poro (PCOMP), largura do poro (PLAR), comprimento do colpo (CCOMP), largura do colpo (CLAR), comprimento da endoabertura (ECOMP), largura da endoabertura (ELAR), exina (EXIN), sexina (SEXIN), nexina (NEXIN), teto (TETO), forma (FORMA) e espessura da exina (ESPEXI).

O eixo 1 foi mais significativo para a análise de componentes principais, já que resume 91,21% da variabilidade. Nota-se *Mascagnia cordifolia* e *Ectopopterys soejartoi* bem distantes das espécies de *Amorimia*. No lado positivo do eixo nota-se apenas espécies do subgênero *Uncinae*, bem como no lado negativo do eixo, onde encontram-se todas as espécies do subgênero *Amorimia* e uma espécie do subgênero *Uncinae* (*Amorimia camporum*). As variáveis mais significativas para esta separação foram comprimento do colpo (CCOMP) e comprimento e largura do poro (PCOMP; PLAR), respectivamente.

O eixo 2 resumiu 4,56% da variabilidade e pode-se observar no lado positivo do eixo todas as espécies de *Amorimia* e do lado negativo do eixo, as espécies estudadas de grupos externos à *Amorimia* (*Ectopopterys soejartoi*; *Mascagnia cordifolia*), sendo as variáveis mais significativas: sexina (SEXIN), exina (EXIN) e largura do poro (PLAR).

Para a segunda análise (Fig. 36), observa-se que 85,15% da variabilidade foi resumida nos dois primeiros eixos da ACP. Foram utilizadas 10 variáveis métricas presentes em todos os grãos de pólen estudados no presente trabalho, sendo elas: diâmetro I (DIAI), diâmetro II (DIAII), comprimento do poro (PCOMP), largura do poro (PLAR), exina (EXIN), sexina (SEXIN), nexina (NEXIN), teto (TETO), forma (FORMA) e espessura da exina (ESPEXI), excluindo os valores de colpo presentes somente na espécie *Ectopopterys soejartoi*. Para esta espécie foi considerado os valores de endoaberturas para comparar com os poros das demais espécies.

O eixo 1 foi mais significativo, resumindo 57,00% da variabilidade, sendo comprimento e largura do poro (PCOMP, PLAR), respectivamente e sexina (SEXIN), as variáveis métricas mais importantes. No lado positivo desse eixo pode-se observar um grupo formado apenas por *Amorimia velutina*, que possui o maior valor de sexina, uma das variáveis mais importantes para a análise, além de um grupo formado por *Amorimia candidae*, *Amorimia marítima*, *Amorimia pellegrini*, e *Amorimia rígida*, que são espécies pertencentes ao subgênero *Amorimia*. Também se nota um grupo formado somente por *Mascagnia cordifolia*, que apresenta os menores valores de comprimento e largura do poro e de sexina, separando-se então das demais. E, por fim, *Ectopopterys soejartoi* e *Amorimia concinna*, já que também possuem valores próximos de comprimento e largura do poro.

No lado negativo podem-se observar as espécies que possuem os valores mais altos de comprimento e largura do poro. Sendo um grupo formado por *Amorimia kariniana*, *Amorimia coriaceae* e *Amorimia exotropa*, um grupo formado por *Amorimia amazonica* somente, pode-se observar também um grupo formado apenas por *Amorimia camporum* e um grupo formado por *Amorimia septentrionalis* e *Amorimia pubiflora*.

O eixo 2 também foi significativo, resumindo 28,15% da variabilidade, sendo teto (TETO), exina (EXIN) e sexina (SEXIN) as variáveis métricas mais importantes. No lado positivo deste eixo podem-se observar espécies com os valores mais altos de comprimento de teto, e no lado negativo, espécies com mais baixos valores. Dentre as espécies de *Amorimia*, *Amorimia amazonica*, possui os menores valores de comprimento do teto e exina (duas das variáveis mais importantes), separando-se das demais. *Ectopopterus soejartoi* e *Mascagnia cordifolia* também apresentam

baixos valores de comprimento do teto e exina, também separando-se das demais espécies. Observando os dois eixos, nota-se o agrupamento das espécies do subgênero *Amorimia* no lado positivo dos dois eixos, com exceção de *Amorimia camporum*.

A análise de cluster realizada com todas as 14 variáveis métricas aferidas nos grãos de pólen das espécies analisadas (Fig. 37) gerou um dendograma que explica 50,00% dos dados utilizados. Nesta análise observamos que não existe similaridade descrita dos grãos de pólen de *Ectopopterus soejartoi* com as demais espécies aqui analisadas.

Com aproximadamente 83% de similaridade com as demais espécies observamos o agrupamento formado pelas espécies *Mascagnia cordifolia* e *Amorimia concinna* as quais apresentam 90% de similaridade entre si pelos valores métricos dos seus grãos de pólen. Em relação as demais espécies de *Amorimia*, podemos observar um grande grupo os de destaca-se *Amorimia velutina* com apenas 88% de similaridade com as demais espécies, e *Amorimia camporum* com aproximadamente 93% de similaridade com as demais.

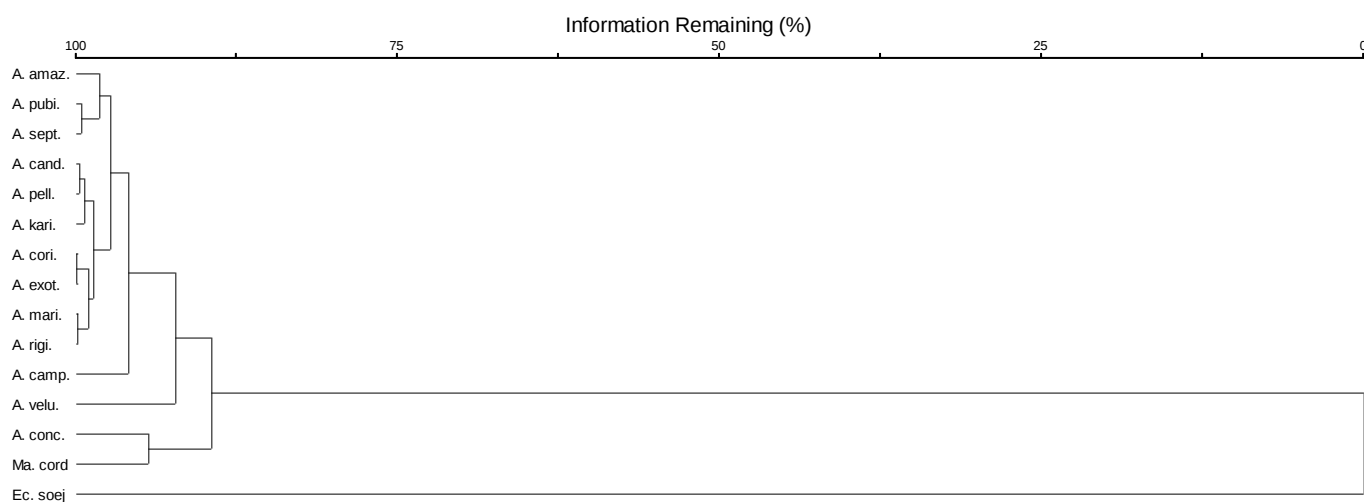


Figura 37. Dendograma produzido a partir da análise de cluster realizada com as variáveis métricas dos grãos de pólen do gênero *Amorimia*, *Mascagnia cordifolia*, e *Ectopopterys soejartoi*. A cand. = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropa*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.

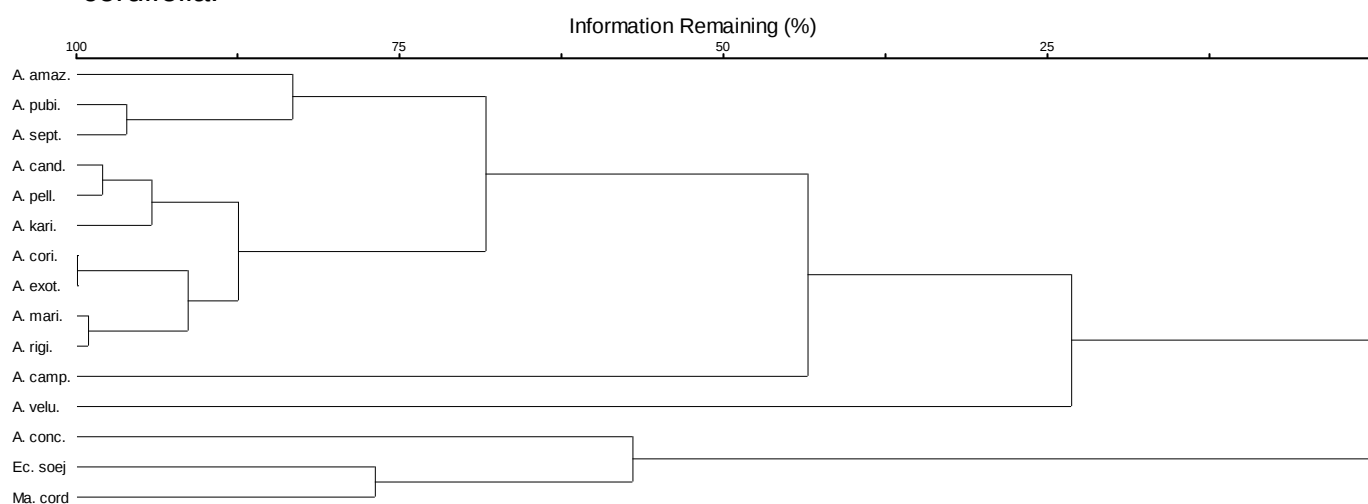


Figura 38. Dendograma produzido a partir da análise de cluster realizada com as variáveis métricas presentes em todos grãos de pólen estudados. A cand. = *Amorimia candidae*; A. cori. = *Amorimia coriaceae*; A. exot. = *Amorimia exotropa*; A. mari. = *Amorimia marítima*; A. pell. = *Amorimia pellegrini*; A. rigi. = *Amorimia rígida*; A. velu. = *Amorimia velutina*; A. amaz. = *Amorimia amazônica*; A. camp. = *Amorimia camporum*; A. conc. = *Amorimia concinna*; A. kari. = *Amorimia kariniana*; A. publi. = *Amorimia pubiflora*; A. sept. = *Amorimia septentrionalis*. Ec. soej. = *Ectopopterys soejartoi*; Ma. cord. = *Mascagnia cordifolia*.

O dendograma produzido somente com as variáveis métricas presentes em todas as espécies analisadas (Fig. 38) conseguiu explicar 31,67% dos dados analisados através da análise da distância Euclidiana. Neste dendograma podemos verificar o agrupamento de *Ectopopterus soejartoi*, *Mascagnia cordifolia* e *Amorimia concinna* o qual não apresenta relação de similaridade métrica com as demais espécies analisadas. Dentro deste grupo *A. concinna* apresenta cerca de 55% de similaridade com as espécies dos outros gêneros e estas aproximadamente 77% de similaridade entre si.

As demais espécies de *Amorimia* formaram um grande grupo onde podemos observar *Amorimia velutina* com cerca de 24% de similaridade com as demais espécies analisadas, *Amorimia camporum* com aproximadamente 44% de similaridade com as demais espécies pelos valores métricos dos seus grãos de pólen. E, as demais espécies unidas em um grande grupo onde se destaca a similaridade de 100% entre as medidas dos grãos de pólen de *A. coriaceae* e *A. exotropa* (com base nos dados utilizados nesta análise).

4.5. Reconstrução das características morfológicas dos grãos de pólen de *Amorimia* e grupos externos

Analizando as características morfológicas dos grãos de pólen, não é possível observar aproximação entre os subgêneros de *Amorimia* W.R. Anderson. Além disso, nota-se a aproximação entre o gênero *Mascagnia* Bertero com as espécies de *Amorimia*.

Observa-se que o tipo porado, confirmando o que já foi analisado em outros grupos de angiospermas, parece ser o tipo derivado de abertura uma vez que *Ectopopterus soejartoi* com grãos de pólen colporados aparece na base do dendrograma (Fig. 39 A). E entre as espécies com grãos de pólen porados, o número de aberturas manteve-se em 6 para *Amorimia* e 8 somente em *Mascagnia cordifolia* (Fig. 39 B).

Quanto ao tipo de ornamentação (Fig. 39 C) nota-se que de forma geral, ornamentação rugulada com áreas areoladas parecem ser o tipo básico para o grupo estudado e que as variações (rugulada com áreas psiladas e rugulada) aparecem ao longo do dendograma.

Quanto a espessura das camadas da exina, podemos observar que grande parte das espécies do gênero *Amorimia*, mantém exina fina como observado em *Ectopopterus soejartoi* (Fig. 39 D), no entanto notamos um maior afinamento da exina para *Mascagnia cordifolia*, e em um grupo de espécies de *Amorimia* um espessamento da exina, uma condição aparentemente derivada. O mesmo ocorre para a forma dos grãos de pólen (Fig. 39 E), onde o pólen prolato-esferoidal é aparentemente derivado e aparece em *A. candidae* e no grupo com exina espessa (Fig., 39 D) anteriormente mencionado.

Para as espécies aqui analisadas, grãos de pólen de tamanho médio são reconhecidos como condição plesiomórfica, já grãos de pólen grandes, aparece com homoplasias representados nas espécies *Amorimia kariniana* e *A. velutina* (Fig. 39 F).

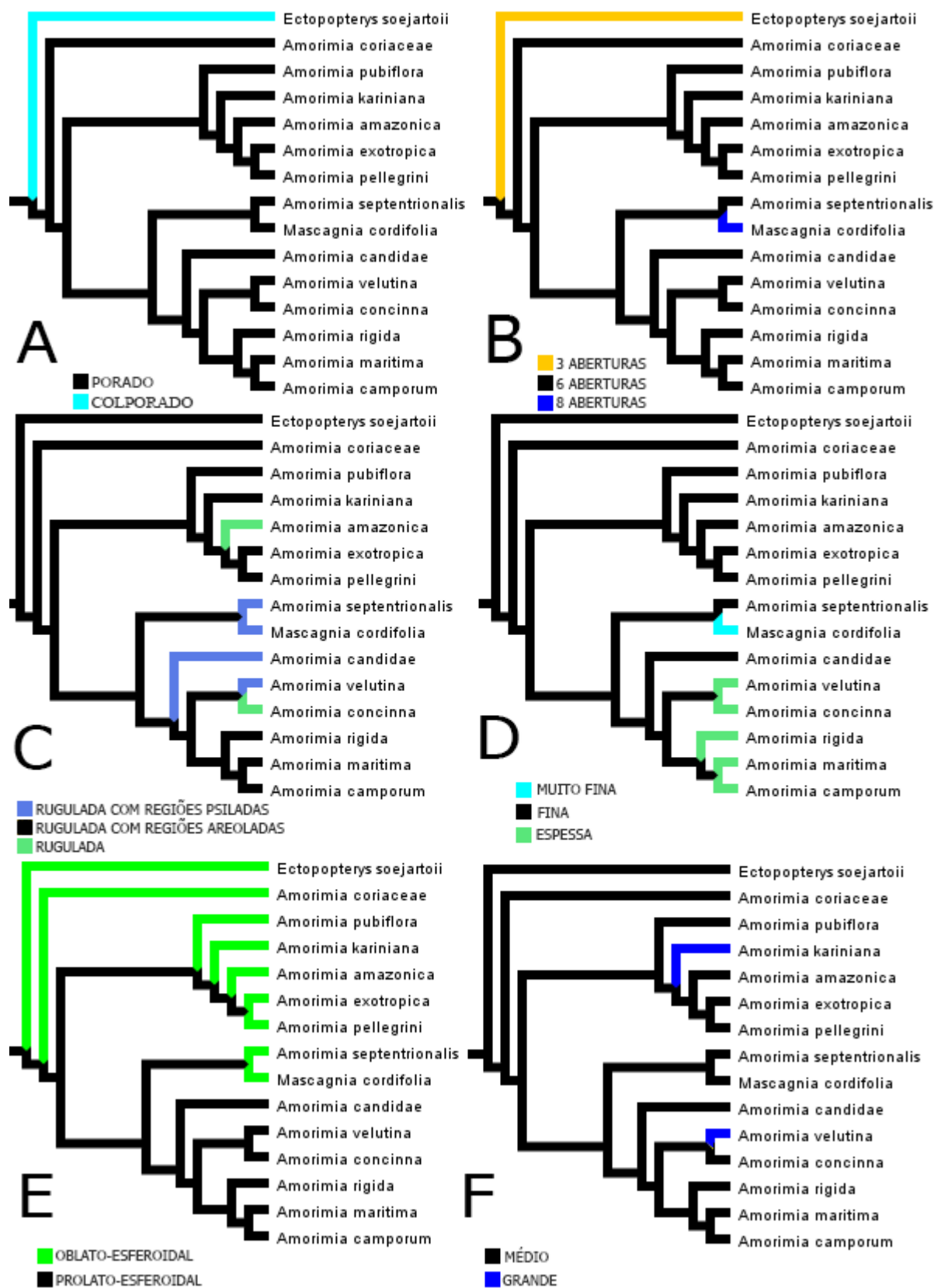


Figura 39. Reconstrução de máxima parcimônia de estados ancestrais pra a morfologia dos grãos de pólen de *Amorimia* W.R. Anderson e grupos externos

estudados (*Mascagnia cordifolia* e *Ectopopterys soejartoi*). A = Árvore baseada no tipo de abertura. B = Árvore baseada no número de abertura. C = Árvore baseada na ornamentação. D = Árvore Baseada na espessura da exina. E = Árvore baseada na forma dos grãos de pólen. F = Árvore baseada no tamanho dos grãos de pólen.

5. DISCUSSÃO

O gênero *Amorimia* W.R. Anderson é derivado de *Mascagnia* Bertero e seus grãos de pólen ainda não haviam sido descritos em trabalhos palinológicos anteriores. Lowrie (1982) os descreveu os grãos de pólen de algumas espécies hoje tratadas em *Amorimia* genericamente como “tipos mascagnoides”, com “ornamentação com rugas ramificadas e fundidas e mais de seis poros dispersos aleatoriamente pela intersecção de duas rugas”. Foram encontrados no presente estudo, grãos de pólen de ornamentação rugulada e a maioria deles com regiões psiladas ou aoreoladas na superfície, geralmente próximos seis poros encontrados. Estes dados provavelmente confirmam o tipo de ornamentação observada por Lowrie (1982) para as espécies de *Mascagnia*, no entanto essa similaridade reflete somente ao tipo de ornamentação.

Os grãos de pólen de *Amorimia* possuem características parecidas com os grãos de pólen do gênero *Mascagnia*, mas diferenciam-se em relação ao número de aberturas, desse modo, as descrições polínicas confirmam os dados taxonômicos propostos por Anderson (2006) e Davis; Anderson (2010) que separam as espécies hoje tratadas em *Amorimia* daquelas que permaneceram em *Mascagnia*. Assim, de forma geral, nossos dados discordam da denominação de grãos de pólen mascagnióides, como feita anteriormente por Lowrie (1982), para as espécies de *Amorimia*, uma vez que mesmo que estes grãos de pólen possuem características de ornamentação semelhante as observadas por Lowrie (1982), a diferença no número das aberturas permite utilizar a morfologia polínica como um caráter diagnóstico para o gênero.

Belonsi; Gasparino (2015) também encontraram grãos de pólen 8-porados em *Mascagnia cordifolia*, mas observaram nexina mais espessa que sexina, diferente deste dado encontrado no presente trabalho (sexina mais espessa que nexina). Portanto, mesmo com diferenças discretas às observadas no presente estudo, o

número e tipo de aberturas confirmam o padrão polínico encontrado para as espécies de *Mascagnia*.

Os grãos de pólen de *Ectopopterys soejartoi* foram descritos apenas por Anderson (1980), a autora descreve de forma bem resumida grãos de pólen 3-colporados para o gênero, desta forma o presente estudo corrobora os dados prévios de tipo de abertura para *Ectopopterys*. Mais um dado que nos permite utilizar o tipo e número de aberturas dos grãos de pólen para diferenciar as espécies de *Amorimia* daquelas presentes nos gêneros próximos (*Ectopopterys* e *Mascagnia*). Outro fator a ser destacado é a confirmação obtida pela reconstrução dos caracteres polínicos ancestrais nas espécies analisadas do posicionamento de grãos de pólen colporados (como em *Ectopopterys soejartoi*) como caráter ancestral e grãos de pólen porados (*Amorimia* e *Mascagnia*) como caráter derivado.

O presente estudo pode confirmar que a morfologia polínica de *Amorimia* é constante para as espécies do gênero, sendo, portanto, um gênero estenopolínico (com pequenas variações morfológicas discretas). E como anteriormente comentado, o tipo e número de aberturas permite separar as espécies de *Amorimia* das dos gêneros próximos (*Mascagnia* e *Ectopopterys*), mesmo que o padrão de ornamentação pouco varia nas espécies destes gêneros.

Almeida e colaboradores (2017b) sugeriu uma separação dentro do gênero *Amorimia* W.R. Anderson, sendo dois clados ou subgêneros: gênero *Amorimia* subgênero *Amorimia*, ou clado atlântico e *Amorimia* subgênero *Uncinae*, ou clado amazônico. Como sugerem os nomes dos clados, essas espécies já estão geograficamente separadas. Análises moleculares de parcimônia e bootstrap mostraram que essa separação é suportada molecularmente, e algumas características morfológicas também mostram essa separação.

Algumas dessas características morfológicas incluem: fruto com ala dorsal irregular ou triangular a oblonga, bractéolos côncavos ou planos a ondulado, face adaxial das sépalas glabrosa ou pubescente, sépalas comprimidas no androceu ou não comprimidas, ápice das folhas reduzidas agudas a arredondadas ou mucronadas, diferenças nas cores dos elaióforos, pétalas elípticas ou obovadas, pétalas adaxialmente pubescentes ou glabrosa, estames monomórficos ou heteromórficos e ápice dos estiletes truncados ou uncinados. (ALMEIDA et al., 2017).

No presente trabalho não foi possível visualizar essa diferença morfológicas nos grãos de pólen que auxiliassem na distinção dos subgêneros propostos por Almeida et al. (2017). Por outro lado, os dados referentes à espessura da exina e forma dos grãos de pólen permitem distinguir um grupo de espécies do gênero com certa variação nesta morfologia. As espécies com exina espessa se diferenciam daquelas com exina fina nos grãos de pólen, assim como as espécies com grãos de pólen prolato-esferoidais se destacam das demais com forma oblato-esferoidal.

As flores em Malpighiaceae tem morfologia bem conservada o que reflete principalmente nas síndromes de polinização, sendo assim, algumas vezes espécies de gêneros distintos, com grandes diferenças morfológicas e moleculares, possuem flores bem parecidas morfológicamente. Essa similaridade também está presente na ornamentação dos grãos de pólen em Malpighiaceae, como pode ser observado nos principais estudos polínicos para a família, entre eles: Makino (1986), Makino-Watanabe (1988), Makino-Watanabe et al. (1993a, b, 1998), Gonçalves-Esteves et al. (2007), Sebastiani et al. (2014), Belonsi e Gasparino (2015). No entanto, diferenças no tipo e número das aberturas podem auxiliar na distinção dos gêneros, como observado aqui para *Amorimia*.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, pode-se considerar que o gênero *Amorimia* W.R. Anderson é estenopolínico, pois a espécies apresentam o mesmo tipo polínico, com algumas diferenças sutis entre os grãos de pólen, como a ornamentação, forma, tamanho e espessura da exina.

As análises quantitativas e qualitativas realizadas, não corroboram com a diferenciação morfológica e molecular, que divide o gênero em dois subgêneros: *Amorimia* subgênero *Amorimia* e *Amorimia* subgênero *Uncinae*. Confirmando então que a morfologia polínica é um caráter que define as espécies do gênero.

O padrão de ornamentação dos grãos de pólen de *Amorimia* confirma o principal tipo de ornamentação (rugulada, com algumas variações) observado para os grãos de pólen de espécies da família.

7. REFERÊNCIAS

Almeida, R.F. de. (2017). Sistemática e Diversificação de *Amorimia* (Malpighiaceae). Rafael Felipe de Almeida – Feira de Santana, 254F.: IL.

Almeida, R.F., Francener, A. & Amorim, A.M.A. (2016a). A generic synopsis of Malpighiaceae in the Atlantic Forest. **Nordic Journal of Botany** 34: 285-301.

Almeida, R.F.; van den Berg, C.; Amorim, A.M.A. (2016b). Untangling the *Amorimia rigida* complex, a puzzling group of lianescent Malpighiaceae from Eastern Brazil. **Phytotaxa** 284: 1-23.

Almeida, R.F.; Mello, A.C.M.P.; Oliveira, D.M.T.; Amorim, A.M.A. (2017a). Leaf anatomy and micromorphology uncover a new species of *Amorimia* (Malpighiaceae) from Southeastern Brazil. **Phytotaxa** 305: 179-190.

Almeida, R.F.; Amorim, A.M.; Corrêa, A.M.S.; van den Berg, C. (2017b). A new infrageneric classification for *Amorimia* (Malpighiaceae) based on morphological, phytochemical, and molecular evidence. **Phytotaxa** 313: 231-248.

Almeida, R.F. (2018). Taxonomic revision of *Amorimia* W.R. Anderson (Malpighiaceae). **Hoehnea** São Paulo, v. 45, n. 2, p. 238-306.

Amorim A.M. (2003). Estudos taxonômicos em *Heteropterys* (Malpighiaceae). PhD Thesis, São Paulo University.

Anderson, W.R. (1979). Floral Conservatism in Neotropical Malpighiaceae. **Biotropica** 11: 219 – 223.

Anderson, W. R. (1980b). Ectopopterys, a new genus of Malpighiaceae from Colombia and Peru. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** 14: 11–15.

Anderson, W.R. (1981). Malpighiaceae. Botany of Guayana Highland – Part IX. **Memoirs of The New York Botanical Garden** 32: 21 – 305.

Anderson, W.R. (2006). Eight segregates from the Neotropical genus *Mascagnia* (Malpighiaceae). **Novon** 16: 168-204.

Anderson, W.R. (1987). Notes on Neotropical Malpighiaceae - II. **Contributions from the University of Michigan Herbarium** 16: 55-108.

APG, (1998). An ordinal classification for the families of flowering plants. **Annals of the Missouri Botanical Garden**. 18:531-553.

APG IV. (2016). An Update of The Angiosperm Phylogeny Group Classification for The Orders and Families of Flowering Plants: APG IV. **Botanical Journal of The Linnean Society** 181: 1-20.

Barth, O.M.; Melhem, T.S. (1988). Glossário Ilustrado De Palinologia. Editora da Universidade Estadual De Campinas, Campinas.

Belonsi T.K., Gasparino E.C. (2015). Pollen morphology of Malpighiaceae from Brazilian forest fragments. **Brazilian Journal of Botany** 38:379–393.

Bellonzi TK, Dutra FV, Souza CN, Rezende AA, Gasparino EC. 2020. Pollen types of Sapindaceae from Brazilian forest fragments: apertural variation. **Acta Bot Brasilica**. 34:327-341.

Cameron, K.M., Chase, M.W., Anderson, W.R.; Hills, H.G. (2001). Molecular systematic of Malpighiaceae: evidence from plastid *rbcL* and *matK* sequences. **American Journal of Botany** 88:1847-1862.

Chase, M. W., Soltis D. E., Olmstead R. G., Morgan D, Les D. H., Mishler B. D., Duvall M. R., Price R. A., Hills H. G., Qiu Y., Kron K. A., et al. (1993). "Phylogenetics Of Seed Plants: An Analysis Of Nucleotide Sequences From The Plastid Gene *rbcL*." **Annals Of The Missouri Botanical Garden** 80.3:528-80.

Dahlgren, R. (1980). A revised system of classification of the angiosperms. **Botanical Journal of the Linnean Society** 80: 91–124. *apud* Davis, C.C., Chase, M.W., (2004). Elatinaceae are sister to Malpighiaceae; Peridiscaceae belong to Saxifragales. **Am. J. Bot.** 91, 262– 273.

Daily, D.C; Costa, D.P.; Melo, A.W.F. (2006). The “salão” vegetation of Southwestern Amazonia. **Biodiversity and Conservation** 15: 2905-2923.

Davis, C.C.; Anderson, W.R.; Donoghue, M.J. (2001). Phylogeny of Malpighiaceae: Evidence from Chloroplast *ndhf* and *trnI-f* Nucleotide Sequences. **American Journal Of Botany** 88: 1830-1846.

Davis, C.C.; Anderson, W.R. (2010). A Complete Generic Phylogeny of Malpighiaceae Inferred from Nucleotide Sequence Data and Morphology. **American Journal Of Botany** 97: 2031-2048.

Dutra, F.V., Santos, H.D., Ribeiro, P.C., Gasparino, E.C. (2014). Morfologia polínica em espécies ornamentais de Asteraceae, Ericaceae, Fabaceae, Malpighiaceae, Malvaceae e Rubiaceae. **Nucleus** 11:7–17.

Engler, A. (1964). Syllabus der Pflanzenfamilien, 12th edn. Berlin: Borntraeger. *apud* ang-Chul Kim, Jung Sung Kim, Mark W. Chase, Michael F. Fay, Joo-Hwan Kim. (2016). Molecular phylogenetic relationships of Melanthiaceae (Liliales) based on plastid DNA sequences, **Botanical Journal of the Linnean Society**, Volume 181, Issue 4, Pages 567–584.

Erdtman, G. (1952). Pollen morphology and plant taxonomy–angiosperms. **Alquimist e Wiksell**, Stockholm.

Erdtman, G. (1960). The Acetolysis Method. A Revised Description. **Svensk Botanisk Tidskrift** 54:561-564.

Faegri, G.; Iversen, J. (1950). Textbook of modern pollen analysis. 2^aed., **Scandinavian University Books**, Copenhagen, Denmark: Einar Munksgaard.

Gasparino E. C.; Cruz-Barros, M. A. V. (2006). Palinologia. Curso de Capacitação de monitores e educadores. Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica – Ibt. São Paulo.

Goncalves-Esteves, V., Soares Júnior, E.F., Mendonça, C. B. F. (2007). Palinologia de espécies de Malpighiaceae Juss. ocorrentes nas restingas do Estado do Rio de Janeiro. **Hoehnea** 34:519–529.

Grisebach, A.H.R. (1858). Malpighiaceae. In: C.F.P. Martius. **Flora Brasiliensis** 12: 1-92 *apud* Almeida, R.F. (2018). Taxonomic revision of Amorimia W.R. Anderson (Malpighiaceae). **Hoehnea** São Paulo, v. 45, n. 2, p. 238-306.

Hyde, H. A.; Williams, D. A. (1945). Studies in atmospheric pollen. 11. Diurnal variation in incidence of grass pollen. *New Phytol* p.44-88.

Hutchinson, J. (1967). The genera of flowering plants. Oxford, Oxford University Press. 2v.

Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellog, E.A.; Stevens, P.F.; Donoghue, M.J. (2009). *Sistemática Vegetal: Um enfoque filogenético*. 3ªed., Porto Alegre: Artmed.

Lee, S.T.; Cook, D.; Riet-Correa, F.; Pfister, J.A.; Anderson, W.R.; Lima, F.G.; Gardner, D.R.R. (2012). Detection Of Monofluoroacetate in Palicourea and Amorimia species. **Toxicon** 60: 791-796.

Lindley J. 1830. The genera and species of orchidaceous plants. London: Ridgways.

Lobreau D. (1967). Contribution a` l'etude du pollen des Malpighiaceae d'Afrique. **Pollen Spores** 9:241–277.

Lobreau D. (1968). Le pollen des Malpighiacees d'Afrique et de Madagascar. Etude sur la systematique des genres a la lumiere de nouvelles observations palynologiques. **Bull I FAN** 30:59–83.

Lobreau-Callen, D. (1975). Les pollens des Célastrales et groupes apparentés. Thésis Montpellier, C. N. R. S. No. A. O. 8071.

Lobreau-Callen D. (1983). Analyse de la repartition geographique des Malpighiaceae d'apres les caracteres du pollen et de la pollinisation. **Bothalia** 14:871–881.

Lowrie, S.R., (1982). The palynology of the Malpighiaceae and its contribution to family systematics. Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, 354 pp.

Maddison, W.P.; Maddison, D.R. (2011). Mesquite: A modular system for evolutionary analysis, version 3.61. Disponível em: <http://mesquiteproject.org/mesquite/mesquite.html>. Acesso em: 01 Nov 2020.

Magalhães e Silva, F. H. (2007). Contribuição à palinologia das Caatingas. PhD Thesis, State University of Feira de Santana, Feira de Santana.

McCune, B.; Mefford, M.J. (2011). PC-ORD: Multivariate analysis of ecological data. MjM Software Design, Oregon.

Makino, W. H. (1986). Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga – Família 125-Malpighiaceae. **Hoehnea** 13:21–30.

Makino-Watanabe, H. (1988). Contribuição ao estudo palinológico das Malpighiaceae A.L. Jussieu do Brasil (Tribo Banisterieae, Subtribo Banisteriinae). PhD Thesis, State University of Campinas.

Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S., Barth, M.O. (1990a). Morfologia dos grãos de pólen de espécies de Banisteriopsis C.B. Robinson ex Small (Malpighiaceae). **Rev Bras Bot** 16:47–67.

Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S., Barth, M.O. (1993b). Morfologia dos grãos de pólen de espécies brasileiras de Janusia A. Juss. E Schwannia Endl. (Malpighiaceae). **Hoehnea** 20:79–86.

Makino-Watanabe, H., Melhem, T.S., Barth, M.O. (1998). Morfologia polínica de Camarea St.-Hil. (Malpighiaceae). **Rev Bras Bot** 21:1–6.

Malpighiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB155>>. Acesso em: 02 Nov 2020.

Melhem, T.S.; Cruz-Barros, M.A.V.; Corrêa, M.A.S.; Makino–Watanabe, H.; Silvestre–Capelato, M.S.F.; Gonçalves-Esteves, V.L. (2003). Variabilidade Polínica Em Plantas De Campos Do Jordão (São Paulo, Brasil). **Boletim Do Instituto De Botânica De São Paulo** 16:1-104.

Melhem, T.S.; Matos, M.E.R. (1972). Variabilidade de forma dos grãos de pólen de *Eriope crassipes* Benth – Labiate. **Hoehnea**, v. 2, p. 1-10.

Melhem, T.S. (1978). Palinologia suas aplicações e perspectivas no Brasil. Coleção Museu Paulista, Série ensaios, v.2, p.325-368.

Morton, C.V. (1932). Five new South American species of Mascagnia. **Proceedings of the Biological Society of Washington** 45: 49-54. *apud* Almeida, R.F. (2018). Taxonomic revision of *Amorimia* W.R. Anderson (Malpighiaceae). **Hoehnea** São Paulo, v. 45, n. 2, p. 238-306.

Morton, C.V. (1968). A typification of some subfamily, seccional, and subseccional names in the family Malpighiaceae. **Taxon** 17:314-324.

Niedenzu, F. (1914). Malpighiaceae americanae III. Arbeiten aus dem botanischen Institut des Kgl. **Lyceum hosianum in Braunsberg**, pp. 1-61.

Niedenzu, F. (1928). Malpighiaceae. In: A. Engler (Ed.) *Das Pflanzenreich IV*. 141, 1-870 *apud* GATES, B. 1982 *Banisteropsis*, *Diplopterys* (Malpighiaceae). **Flora Neotropica Monographs**, 30, 1-236.

Pavarini, S.P.; Soares, M.P.; Bandarra, P.M.; Gomes, D.C.; Bandinelli, M.B.; Cruz, C.E.F.; Dreimeier, D. (2011). Sudden Death In Cattle Due To The Consumption Of *Amorimia exotropa* (Malpighiaceae) In Rio Grande Do Sul, Brazil. **Pesquisa Veterinária No Brasil** 31: 291–296.

Peixoto, T.C.; Oliveira, L.I.; Caldas, S.A.; Catunda Jr., F.E.A.; Carvalho, M.G.; França, T.N.; Peixoto, P.V. (2011). The Protective Effect of Acetamide On

Experimental Poisoning By Sodium Monofluoroacetate And Brazilian Sudden Death Catousing Plants In Rats. **Pesquisa Veterinária Do Brasil** 31: 938–952.

Plá, M. A. Jr.; Côrrea, M. V. G.; Macedo R. B.; Cancelli, R. R.; Bauermann, S. G. Grãos de pólen: usos e aplicações. (2006). XVII Jornada Acadêmica da Biologia. Canoas: ULBRA.

Punt, W.; Hoen, P.P.; Blackmore, S.; Nilsson, S.; Le Thomas, A. (2007). Glossary Of Pollen And Spore Terminology. *Review Of Paleobotany And Palynology* 143:1-81.

Robertson, K. R. (1972). The Malpighiaceae In The Southeastern United States. **Journal of the Arnold Arboretum**, vol. 53, no. 1, pp. 101–112.

Roubik, D.W.; Moreno, J.E. (1991). Pollen and spores of Barro Colorado Island. **Missouri Botanical Garden**, New York.

Salgado-Labouriau, M.L.; Vanzolini, P.E.; Melhem, T.S. (1965). Variation of polar axes and equatorial diameters in pollen grains of two species of Cassia. **Grana Palynol** 6:98–105.

Salgado-Laboriau, M.L. (1973). Contribuição À Palinologia Dos Cerrados. **Academia Brasileira De Ciências**, Rio De Janeiro.

Sebastiani, R., Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, M.A.S. (2014). Palynological study of Janusia A. Juss. and related genera (Malpighiaceae). **Braz J Bot.** doi:10.1007/s40415-014-0082-1.

Sigrist, M. R.; Sazima, M. (2004). Pollination and Reproductive Biology of Twelve Species of Neotropical Malpighiaceae: Stigma Morphology and its Implications for the Breeding System, **Annals of Botany**, Vol. 94, 33–41.

Sheperd, G.J. (1996). Fitopac 1: Manual do Usuário. Departamento de Botânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Soltis, D.E., Soltis, P.S., Chase, M.W., Mort, M.E., Albach, T.D., Zanis, M., Savolainen, V., Hahn, W.H., Hoot, S.B., Fay, M.F., Axtell, M., Swensen, S.M., Prince, L.M., Kress, W.J., Nixon, K.C., And Farris, J.S. 2000. Angiosperm Phylogeny Inferred From 18s rDNA, rbcL, and atpB Sequences. *Botanical Journal Of The Linnean Society*, 133(4): 381-461.

Sousa SM, Reis AC, Gomes SSL, Bernardo KB, Salimena FRG, Viccini LF. (2010). Botanical aspects of *Heteropterys umbellate* (Malpighiaceae): a cytological and palynological approach. **An Acad Bras Ciênc** 82:869–879.

Takhtajan, A. (1997). Diversity and classification of flowering plants, 1st edn. **Columbia University Press**, New York.

Tokarnia, C.H.; Peixoto, P.V.; Döbereiner, J. (1990). Poisonous Plants Affecting Heart Function Of Cattle In Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 5: 77–91.

Tokarnia, C.H.; Döbereiner, J.; Peixoto, P.V. (2000). Plantas Tóxicas Do Brasil. Rio De Janeiro: Helianthus. 320p.

Tokarnia, C.H.; Döbereiner, J.; Peixoto, P.V. (2002). Poisonous Plants Affecting Livestock In Brazil. **Toxicon** 40: 1635-1660.

Vieira, S. (2011). Introdução à Bioestatística. Campus, Rio de Janeiro.

Zar, J.H. (1996). Biostatistical Analysis. 2th, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.