

Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Caatinga

Anacleide Pereira do Nascimento^{1*} , Brunelle Ramos Andrade³ ,
Wbaneide Martins de Andrade² , Rita de Cássia Matos dos Santos Araújo² 

¹Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus III, Av Dr. Edgard Chastinet Guimarães, S/N, Bairro São Geraldo, Juazeiro, Bahia. CEP 48.904-711.

²Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus VIII, Rua da Gangorra nº 503, Paulo Afonso, Bahia. CEP 448608-240.

³Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Campus X, Avenida Kaikan, S/N, Bairro Kaikan, Teixeira de Freitas, Bahia. CEP 45.992-255.

*Autora para correspondência: anacleidep@gmail.com

Recebido em: 05.X.2023

Aceito em: 18.XII.2025

RESUMO - A família Euphorbiaceae é a segunda mais representativa no bioma Caatinga. Apresenta uma grande complexidade taxonômica, o que requer a observação de outros caracteres para subsidiar a identificação de seus táxons, a exemplo da morfologia polínica. Este estudo tem como objetivo descrever a morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Área de Proteção Ambiental Serra Branca/Raso da Catarina, Jeremoabo, Bahia, Brasil. O material polínico foi obtido a partir de exsicatas depositadas no Herbário da Universidade do Estado da Bahia, Campus VIII, Paulo Afonso, Bahia. Os grãos de pólen foram submetidos à acetólise, medidos, descritos e fotomicrografados sob microscopia óptica; também foram metalizados e observados sob microscopia eletrônica de varredura. Ao todo, foram estudadas 17 espécies, sendo nove descrições polínicas inéditas. As espécies analisadas apresentaram grãos de pólen que variaram de pequenos a muito grandes, inaperturados, 2-3-porados, 3-colporados a pantoporados, com exina psilada e reticulada, sendo a maioria com padrão-*Croton*. As características encontradas neste estudo são importantes para o conhecimento palinológico, além de auxiliarem em estudos palinotaxonômicos da família Euphorbiaceae e proporcionar uma base para futuras pesquisas ecológicas e de conservação para plantas da Caatinga.

Palavras-chave: grãos-de-pólen, padrão-*Croton*, palinologia, palinotaxonomia, semiárido.

ABSTRACT - Pollen morphology of Euphorbiaceae species occurring in the Caatinga. The Euphorbiaceae family is the second most representative in the Caatinga biome. It presents a great taxonomic complexity, which requires the observation of other characters to support the identification of its taxa, such as pollen morphology. This study aims to describe the pollen morphology of Euphorbiaceae species occurring in the Serra Branca/Raso da Catarina Environmental Protection Area, Jeremoabo, Bahia, Brazil. The pollen material was obtained from exsiccate deposits in the Herbarium of the State University of Bahia, Campus VIII, Paulo Afonso, Bahia. The pollen grains were subjected to acetolysis, measured, described and photomicrographed under optical microscope; they were also metallized and observed under scanning electron microscopy. In total, 17 species were studied, with nine pollen descriptions unpublished. The species analyzed presented pollen grains that varied from small to very large, inaperturate, 2-3-porate, 3-colporate to pantoporate, with psilate and reticulate exine, and most of them with a *Croton* pattern. The characteristics found in this study are important for palynological knowledge, as well as assisting palynotaxonomic studies of the Euphorbiaceae family and providing a basis for future ecological and conservation research for Caatinga plants.

Keywords: *Croton* pattern, palynology, palynotaxonomy, pollen grains, semiarid.

INTRODUÇÃO

Euphorbiaceae apresenta 317 gêneros e cerca de 8.000 espécies distribuídas principalmente em regiões tropicais, nos mais variados tipos de vegetação e habitats (Webster 1994), sendo uma das famílias taxonomicamente mais complexas entre as angiospermas, devido à amplitude de suas tribos (Webster 2001). Assim, devido à dificuldade de caracterização das espécies de Euphorbiaceae, existe uma necessidade de observar outros caracteres para subsidiar a identificação de seus táxons, a exemplo de

estudos envolvendo pesquisas anatômicas, fitoquímicas, filogenéticas, moleculares e palinológicas (Tokuoka 2007, Liang *et al.* 2014, Zahra *et al.* 2014, Kolawole *et al.* 2017, Sodr e *et al.* 2019, Bahadur *et al.* 2022, Taib *et al.* 2023).

No Brasil, essa família está representada por cerca de 65 gêneros e 1.000 espécies (Cordeiro *et al.* 2011, Flora e Funga do Brasil 2023), sendo o Nordeste brasileiro um dos principais centros de distribuição (Oliveira 2013). Na Caatinga, um bioma conhecido por sua flora adaptada às adversidades climáticas e de solo (Fernandes & Queiroz 2018), as Euphorbiaceae ocupam uma posição de destaque

como a quarta família mais representativa em número de espécies, com 227 registros (Flora e Funga do Brasil 2023), incluindo 17 espécies endêmicas (Sampaio *et al.* 2002). Na Área de Proteção Ambiental (APA) Serra Branca, localizada em Jeremoabo, Bahia, que integra a Caatinga, foram identificadas 23 espécies, pertencentes a 10 gêneros (Lopes 2012), destacando a família como componente importante da flora do semiárido. Além de seu valor ecológico, essas plantas também desempenham papéis relevantes na indústria farmacêutica, madeireira, no setor ornamental e na produção de alimentos (Oliveira 2013).

As Euphorbiaceae apresentam uma grande diversidade morfológica, incluindo árvores, arbustos, ervas ou lianas, algumas com características suculentas e com aspecto de cactos (Judd *et al.* 2009). São frequentemente caracterizadas pela presença de laticíferos contendo látex branco ou colorido, e por apresentar flores díclinas, pistiladas, gineceu sincárpico, ovário súpero e tricarpelar e fruto característico conhecido como cápsula tricoca (Sátiro & Roque 2008). O estudo das características polínicas é de extrema importância para melhor compreensão sobre a taxonomia dessas espécies (Secco *et al.* 2012). De acordo com a Flora e Funga do Brasil (2023), a família Euphorbiaceae é composta por quatro subfamílias e a morfologia polínica está entre os caracteres morfológicos que as distinguem (Judd *et al.* 2009).

Embora já existam estudos palinológicos sobre Euphorbiaceae, ainda há lacunas importantes a serem preenchidas, especialmente para as espécies ocorrentes na Caatinga. Muitas dessas espécies ainda não tiveram seus grãos de pólen descritos, o que limita o entendimento completo sobre sua diversidade morfológica. A análise dos grãos de pólen é uma ferramenta valiosa para a identificação e distinção das espécies (Judd *et al.* 2009) e pode ter implicações para a taxonomia, ecologia e conservação da família. Estudos anteriores já revelaram uma rica diversidade morfológica nos grãos de pólen de Euphorbiaceae (Salgado-Labouriau 1973, Lopez & Diez 1985, Saad & El-Ghazaly 1988, El-Ghazaly 1989, Dustmann & Von der Ohe 1993, Carreira *et al.* 1996, Fernández-González & Lobreau-Callen 1996, Park 1997, Oliveira & Santos 2000, Suárez-Cervera *et al.* 2001, Carneiro-Torres *et al.* 2002, Webster & Carpenter 2002, Sagun & Van der Ham 2003, Perveen & Qaiser 2005, Cruz-Barros *et al.* 2006, Sagun *et al.* 2006, Corrêa *et al.* 2010, Sales *et al.* 2011, Dec & Mougá 2014, Silva *et al.* 2016, Souza *et al.* 2017, Alyas *et al.* 2020, Sakugawa *et al.* 2021, Bahadur *et al.* 2022). Contudo, são necessárias pesquisas que explorem o potencial polínico como um recurso importante na compreensão e proteção da flora da Caatinga.

Desta forma, acredita-se que a morfologia polínica das espécies de Euphorbiaceae ocorrentes no semiárido apresenta características distintas e que as variações morfológicas nos grãos de pólen são significativas para diferenciar gêneros e/ou espécies dentro da família. Assim, o principal objetivo deste trabalho é descrever a morfologia

polínica de espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Área de Proteção Ambiental Serra Branca/Raso da Catarina, Jeremoabo, Bahia, Brasil. Além disso, almeja-se contribuir para o conhecimento palinológico das espécies dessa família na Caatinga, abordando sobre sua diversidade, bem como enriquecer o acervo da Palinoteca da Coleção Paulo Afonso, da Universidade do Estado da Bahia, *Campus VIII*.

MATERIAL E MÉTODOS

A Área de Proteção Ambiental Serra Branca/Raso da Catarina está localizada no município de Jeremoabo (Fig. 1), no nordeste da Bahia, com extensão de 67.237 hectares, delimitada entre as coordenadas 09°53'15,5" a 09°44'34,6" S e 38°49'36,1" a 38°52'20,4" W, limitando-se ao sul com o rio Vaza-Barris e ao norte com a Estação Ecológica Raso da Catarina (Bahia 2001). O clima da região é classificado como semiárido, caracterizado por altas temperaturas e baixa umidade, bastante quente e seco, com precipitações médias em torno de 500 mm/ano e temperatura anual de cerca de 23 °C (Szabo *et al.* 2007). Os solos predominantes na região são arenosos, profundos e pouco férteis (Velloso *et al.* 2002) e a vegetação é predominantemente composta por caatinga arbustiva e caatinga arbórea (Oliveira & Chaves 2010).

Os grãos de pólen analisados neste estudo foram obtidos a partir de anteras férteis de botões florais em pré-antese e flores de exsicatas depositadas no Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB-PA), *Campus VIII*, Paulo Afonso, Bahia, Brasil. O material coletado e examinado incluiu as seguintes espécies de Euphorbiaceae: *Acalypha brasiliensis* Müll.Arg. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 17.IV.2008, A.S. Conceição 1298 (HUNEB). *Cnidocolobus obtusifolius* Pohl ex Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 20.XI.2008, T.M.S. Melo 23 (HUNEB). *Cnidocolobus urens* (L.) Arthur - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 30.X.2008, T.M.S. Melo 10 (HUNEB). *Croton adamantinus* Müll.Arg. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 27.I.2011, A.A.S. Lopes 1018 (HUNEB). *Croton argyrophyllus* Kunth., Bonpl. & Humb. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 17.IV.2008, A.S. Conceição 1296 (HUNEB). *Croton blanchetianus* Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 17.IV.2008, A.S. Conceição 1300 (HUNEB). *Croton heliotropiifolius* Kunth. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 28.I.2011, A.A.S. Lopes 1035 (HUNEB). *Croton piauhiensis* Müll.Arg. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 11.IX.2009, T.M.S. Melo 91 (HUNEB). *Croton tetradenius* Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 18.IV.2008, A.S. Conceição 1233 (HUNEB). *Croton tricolor* Klotzsch ex Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 12.III.2008, A.S. Conceição 226 (HUNEB). *Croton urticifolius* Lam. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 08.IV.2011, A.A.S. Lopes 1054 (HUNEB). *Dalechampia brasiliensis* Lam. - BRASIL, BAHIA,

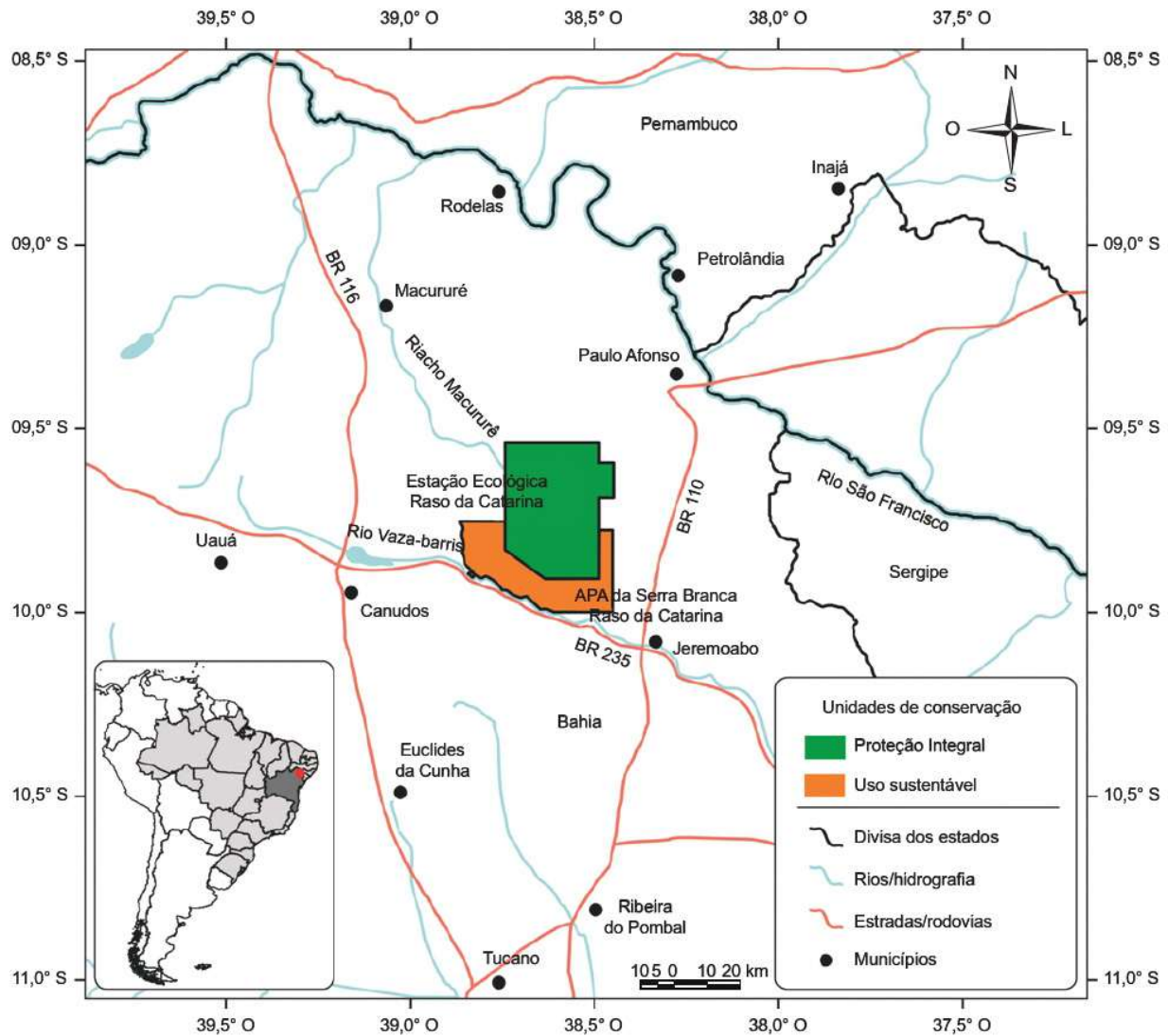


Figura 1. Localização da APA Serra Branca, Raso da Catarina, Jeremoabo, Bahia, Brasil (Varjão *et al.* 2013).

Jeremoabo, APA Serra Branca, 17.IV.2008, A.S. Conceição 1313 (HUNEB). *Dalechampia coriacea* Klotzsch ex Müll. Arg. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 05.V.2010, R.R. Varjão 75 (HUNEB). *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 28.I.2011, A.A.S. Lopes 1033 (HUNEB). *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 29.VII.2009, T.M.S. Melo 31 (HUNEB). *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 07.IV.2011, A.A.S. Lopes 1042 (HUNEB). *Manihot carthagenensis* (Jacq.) Müll. Arg. - BRASIL, BAHIA, Jeremoabo, APA Serra Branca, 17.IV.2008, A.S. Conceição 1341 (HUNEB).

As lâminas polínicas foram preparadas seguindo o método de acetólise de Erdtman (1960). Após a acetólise, os grãos de pólen sedimentados no fundo do tubo de ensaio foram extraídos com gelatina glicerinada, e posteriormente foi realizada a lutagem com parafina. Foram preparadas

cinco lâminas para cada espécie botânica. A análise das lâminas polínicas foi realizada utilizando microscópio óptico Bioval® com ampliação sob objetiva de 40 × e 100 × e ocular de 10 ×. Os registros fotográficos foram obtidos por meio de câmera digital Samsung®, modelo SL203-10.2 acoplada a este.

As análises foram realizadas em 25 grãos de pólen tomados aleatoriamente, em pelo menos três lâminas de cada espécie. Para a maioria das espécies estudadas, foram feitas medidas apenas do diâmetro (D), pois apresentaram grãos de pólen apolares, excetuando as espécies dos gêneros *Acalypha* e *Dalechampia*, nas quais foram mensurados o diâmetro equatorial (DE), o diâmetro polar (DP) em vista equatorial e o diâmetro equatorial polar (DEp) em vista polar, e calculada a relação entre o diâmetro polar e equatorial (P/E). A espessura da exina foi medida em 10 grãos de pólen. As medidas dos caracteres morfológicos procederam conforme Erdtman (1952) e Salgado-Labouriau

(1973). As medidas foram registradas em planilhas no software Microsoft Excel® versão 2016, e as médias estatísticas foram calculadas com base no tamanho amostral. Para a maioria das espécies, descreveu-se polaridade, forma, tamanho, aberturas e a exina, sendo utilizada a nomenclatura polínica de Punt *et al.* (2007).

Para a análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV), os grãos de pólen foram desidratados em série acetônica ascendente (50%, 70%, 90% e 100%) e, em seguida, depositados sobre fita carbono, sobre o porta-espécimes do MEV e metalizados por vapor com uma fina camada de ouro em alto vácuo (Machado & Souto-Pradón 1989). Posteriormente, foram analisados e eletromicrografados em um microscópio JEOL 6390LV da Plataforma de Microscopia Eletrônica do Centro de Pesquisas Gonçalo Muniz – Fundação Osvaldo Cruz (FIOCRUZ), em Salvador, Bahia.

As lâminas contendo os grãos de pólen estudados foram depositadas na Palinoteca da Coleção Paulo Afonso, do Laboratório de Palinologia (Coleção Paulo Afonso) da Universidade do Estado da Bahia, *Campus VIII*, Paulo Afonso, Bahia, Brasil, para fins de preservação e futuras pesquisas.

RESULTADOS

Foram analisados os grãos de pólen de 17 espécies de Euphorbiaceae entre as descritas por Lopes (2012), distribuídas em seis gêneros: *Acalypha* L. (1 espécie), *Cnidocolus* Pohl (2 espécies), *Croton* L. (8 espécies), *Dalechampia* L. (2 espécies), *Jatropha* L. (3 espécies) e *Manihot* Mill. (1 espécie), encontrados na APA Serra Branca/Raso da Catarina, BA. Dentre essas, nove espécies foram caracterizadas morfopolinicamente pela primeira vez neste estudo: *Cnidocolus obtusifolius*, *Croton adamantinus*, *Croton argyrophyllus*, *Croton blanchetianus*, *Croton piauiensis*, *Croton tetradenius*, *Croton tricolor*, *Croton urticifolius* e *Manihot carthagenensis*.

1. *Acalypha brasiliensis* Müll.Arg.

Fig. 2A-C

Grãos de pólen mônades, apolares, pequenos, suboblato, âmbito circular, 3(4)-colporados, zona da abertura saliente, exina psilada, sexina e nexina de difícil delimitação. DP = $10,0 \pm 0,8$ (9,0 – 12,0) μm , DE = $12,5 \pm 0,6$ (12,0 – 13,0) μm , DEp = $10,0 \pm 1,2$ (9,5 – 13,5) μm , P/E = 0,8. Exina = 1,0 μm .

2. *Cnidocolus obtusifolius* Pohl ex Baill.

Fig. 2D-E1

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, 2-3-porados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-6 pilos lisos, com forma subtriangular, distribuídos sobre retículos heterobrocados com muros lisos, sexina

mais espessa que a nexina. D = $69,6 \pm 5,2$ (62,5 – 85,0) μm . Exina = 5,6 μm .

3. *Cnidocolus urens* (L.) Arthur

Fig. 2F-G

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, 1 porado, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 6-7 pilos lisos, com forma subtriangular, distribuídos sobre retículos heterobrocados com muros lisos e lumens espaçosos, sexina mais espessa que a nexina. D = $64,2 \pm 3,3$ (60,0 – 70,0) μm . Exina = 5,3 μm .

4. *Croton adamantinus* Müll.Arg.

Fig. 2H-I

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-7 pilos lisos, com forma subtriangular (maioria) e subquadrangular, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = $45,6 \pm 2,1$ (42,5 – 50,0) μm . Exina = 5,0 μm .

5. *Croton argyrophyllus* Kunth., Bonpl. & Humb.

Fig. 2J-K

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas densamente agrupadas, compostas de 5-6 pilos lisos, com forma triangular, apresentando espaços centrais reduzidos, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = $64,5 \pm 2,4$ (62,5 – 70,0) μm . Exina = 4,4 μm .

6. *Croton blanchetianus* Baill.

Fig. 2L-M

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 6-7 pilos lisos, com forma subtriangular, apresentando espaços centrais grandes, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = $63,1 \pm 1,5$ (62,5 – 65,0) μm . Exina = 4,3 μm .

7. *Croton heliotropifolius* Kunth.

Fig. 2N-O

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 6-7 pilos lisos, com forma subtriangular, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = $42,5 \pm 1,9$ (37,5 – 45,0) μm . Exina = 5,0 μm .

8. *Croton piauiensis* Müll.Arg.

Fig. 2P-Q

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-7 pilos lisos, com forma subtriangular (maioria) e subquadrangular, apresentando espaços centrais grandes, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = $49,3 \pm 1,5$ (45,0 – 52,5) μm . Exina = 5,0 μm .

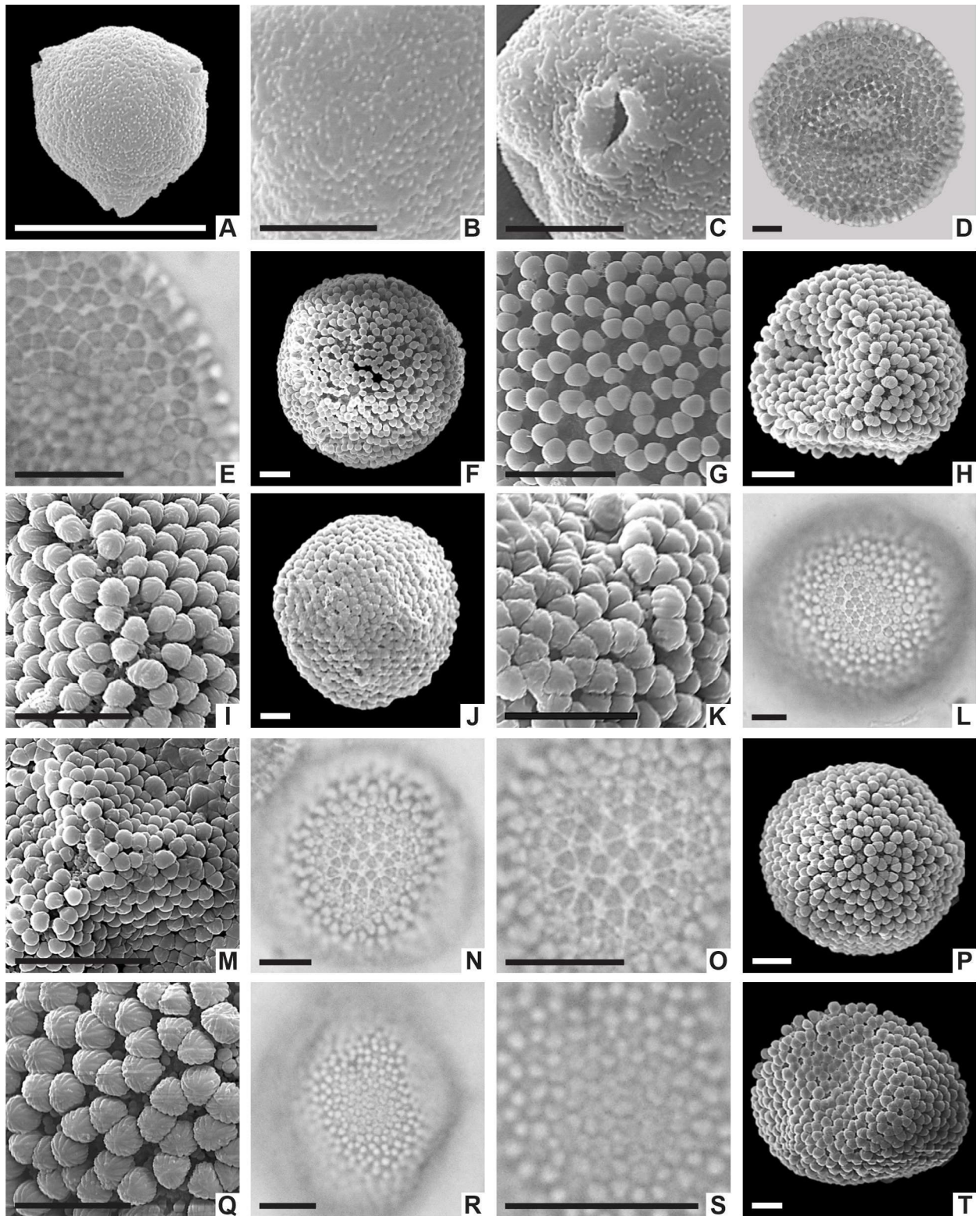


Figura 2. Grãos de pólen de espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Caatinga - I. **A-C.** *Acalypha brasiliensis* (MEV): **A.** Grão de pólen, **B.** Superfície do pólen, **C.** Detalhe do poro; **D-E.** *Cnidoscolus obtusifolius* (MO): **D.** Grão de pólen, **E.** Superfície do pólen; **F-G.** *Cnidoscolus urens* (MEV): **F.** Grão de pólen, **G.** Superfície do pólen; **H-I.** *Croton adamantinus* (MEV): **H.** Grão de pólen, **I.** Superfície do pólen; **J-K.** *Croton argyrophyllus* (MEV): **J.** Grão de pólen, **K.** Superfície do pólen; **L-M.** *Croton blanchetianus* (MO/MEV): **L.** Grão de pólen, **M.** Superfície do pólen; **N-O.** *Croton heliotropifolius* (MO): **N.** Grão de pólen, **O.** Superfície do pólen; **P-Q.** *Croton piauiense* (MEV): **P.** Grão de pólen, **Q.** Superfície do pólen; **R-S.** *Croton tetradenius* (MO): **R.** Grão de pólen, **S.** Superfície do pólen; **T.** *Croton tricolor* (MEV): **T.** Grão de pólen. Barras: A; D-T = 10 µm; B-C = 2 µm.

9. *Croton tetradenius* Baill.

Fig. 2R-S

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-6 pilos lisos, com forma subtriangular, sexina mais espessa que a nexina. $D = 41,5 \pm 2,3$ (37,5 – 45,0) μm . Exina = 3,0 μm .

10. *Croton tricolor* Klotzsch ex Baill.

Figs. 2T, 3A

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-7 pilos lisos, com forma subtriangular

a subquadrangular, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. $D = 59,8 \pm 3,9$ (52,5 – 70,0) μm . Exina = 5,0 μm .

11. *Croton urticifolius* Lam.

Fig. 3B-C

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas densamente agrupadas, compostas de 4-6 pilos lisos, com forma subtriangular, apresentando espaços centrais muito reduzidos, sexina mais espessa que a nexina. $D = 50,0 \pm 1,5$ (48,5 – 53,5) μm . Exina = 5,6 μm .

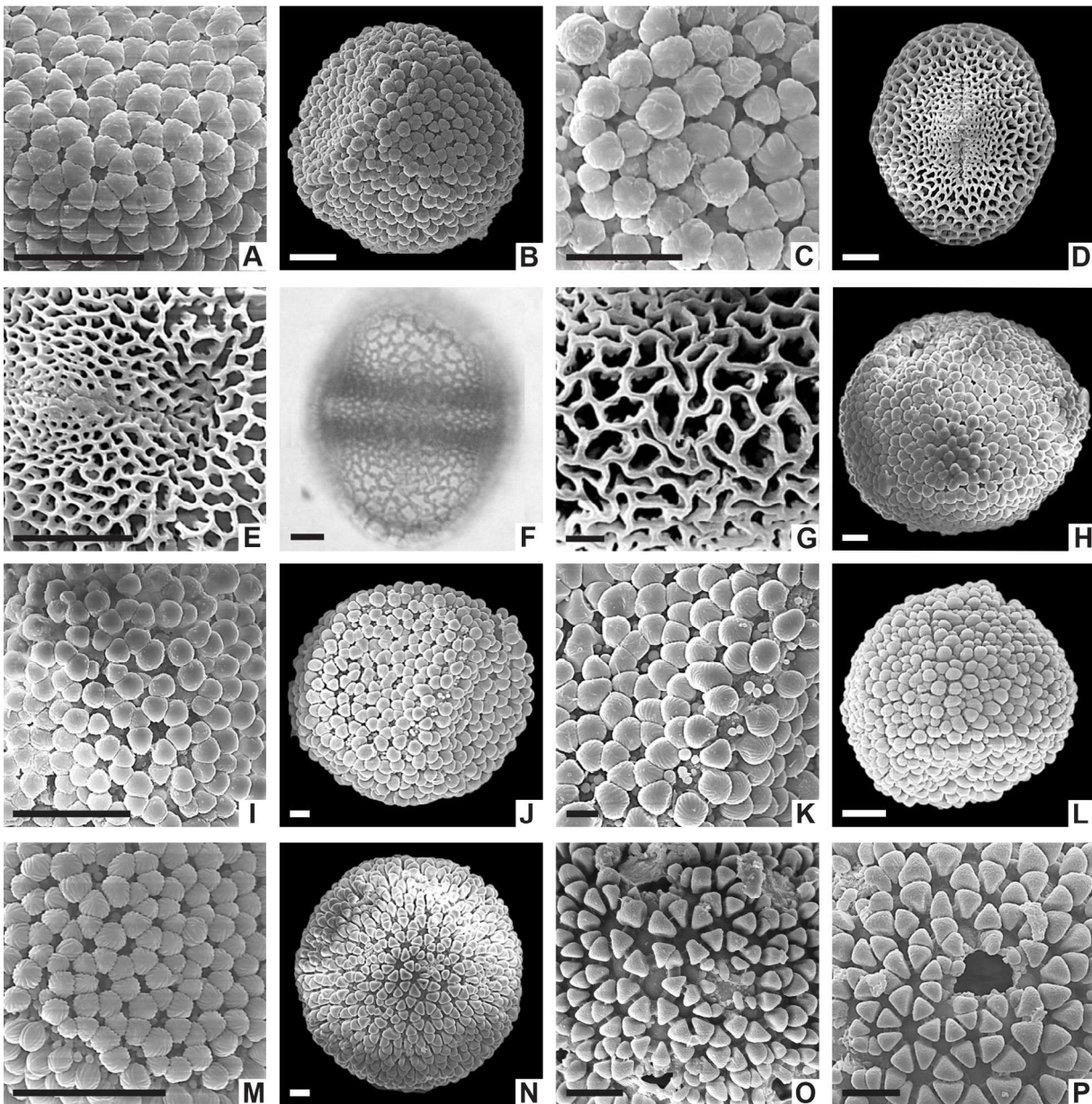


Figura 3. Grãos de pólen de espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Caatinga - II. A. *Croton tricolor* (MEV): A. Superfície do pólen; B-C. *Croton urticifolius* (MEV): B. Grão de pólen, C. Superfície do pólen; D-E. *Dalechampia brasiliensis* (MEV): D. Grão de pólen, E. Superfície do pólen; F-G. *Dalechampia coriacea* (MO/MEV): F. Grão de pólen, G. Superfície do pólen; H-I. *Jatropha molissima* (MEV): H. Grão de pólen, I. Superfície do pólen; J-K. *Jatropha mutabilis* (MEV): J. Grão de pólen, K. Superfície do pólen; L-M. *Jatropha ribifolia* (MEV): L. Grão de pólen, M. Superfície do pólen; N-P. *Manihot carthagenensis* (MEV): N. Grão de pólen, O. Superfície do pólen, P. Detalhe do poro. Barras: A-P = 10 μm .

12. *Dalechampia brasiliensis* Lam.

Fig. 3D-E

Grãos de pólen mônades, isopolares, grandes, subprolatos, âmbito circular, 3-colporados, colpos curtos e estreitos, endocingulados, exina reticulada, heterobrocada com muros sinuosos, retículos maiores nos polos e menores na região equatorial, sexina maior que a nexina. DP = 62,9 ± 1,4 µm, DE = 50,4 ± 1,4 µm, P/E = 1,25. Exina = 5,4 µm.

13. *Dalechampia coriacea* Klotzsch ex Müll.Arg.

Fig. 3F-G

Grãos de pólen mônades, isopolares, grandes, subprolatos, âmbito circular, 3-colporados, colpos curtos e estreitos, endocingulados, exina reticulada, heterobrocada com muros sinuosos, retículos maiores nos polos e menores na região equatorial, sexina maior que a nexina. DP = 75,9 ± 3,1 µm, DE = 66,0 ± 2,8 µm, P/E = 1,15. Exina = 6,1 µm.

14. *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill.

Fig. 3H-I

Grãos de pólen mônades, apolares, grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-7 pilos, com forma subtriangular a subquadrangular, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = 86,9 ± 2,2 (82,5 – 92,5) µm. Exina = 5,6 µm.

15. *Jatropha mutabilis* (Pohl) Baill.

Fig. 3J-K

Grãos de pólen mônades, apolares, muito grandes, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas densamente agrupadas compostas de 5-7 pilos, com forma subtriangular a subquadrangular, apresentando espaços centrais muito reduzidos, presença de grânulos pouco visíveis, sexina mais espessa que a nexina. D = 104,1 ± 8,2 (87,5 – 115,0) µm. Exina = 8,0 µm.

16. *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill.

Fig. 3L-M

Grãos de pólen mônades, apolares, médios, esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, rosetas densamente agrupadas compostas de 5-7 pilos, com forma subtriangular, apresentando espaços centrais muito reduzidos, presença de grânulos, sexina mais espessa que a nexina. D = 49,9 ± 1,1 (47,5 – 52,5) µm. Exina = 4,3 µm.

17. *Manihot carthagenensis* (Jacq.) Müll.Arg.

Fig. 3N-P

Grãos de pólen mônades, apolares, muito grandes, esféricos, pantoporados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas de 5-6 pilos lisos e com forma triangular, distribuídos sobre retículo de difícil visualização, heterobrocado com muros planos e lumens circulares, sexina mais espessa que a nexina. D = 124,9 ± 5,9 (120,0 – 137,5) µm. Exina = 11,6 µm.

DISCUSSÃO

Euphorbiaceae é amplamente reconhecida por sua diversidade de tipos polínicos, sendo caracterizada palinologicamente como euripolínica, de acordo com Erdtman (1952) e Salgado-Labouriau (1973). Apesar dessa relevância palinológica, poucos estudos se dedicaram à caracterização dos grãos de pólen das espécies dessa família, especialmente das 17 espécies analisadas no presente trabalho, das quais nove tiveram suas descrições polínicas feitas pela primeira vez. Foram estudados os grãos de pólen de 17 das 23 espécies de Euphorbiaceae previamente descritas por Lopes (2012) na APA Serra Branca/Raso da Catarina.

Os grãos de pólen de *Acalypha brasiliensis* foram aqui descritos com tamanho pequeno, forma suboblata, de âmbito circular e 3-4 colpos, características também observadas por Sagun *et al.* (2006), Silva *et al.* (2016) e Bonfim *et al.* (2021) para a espécie. No entanto, as medidas no presente estudo se mostraram ligeiramente menores em diâmetro equatorial (12,5 µm), diâmetro polar (10,0 µm) e diâmetro equatorial em vista polar (10,0 µm), quando comparadas aos resultados de Bonfim *et al.* (2021), que registraram (13,2 µm), (12,5 µm) e (13,0 µm), respectivamente. Essa diferença sugere uma variação natural entre populações, reforçando a necessidade de mais pesquisas para verificar a amplitude dessa variabilidade. Espécies de *Acalypha* L. foram caracterizadas palinologicamente por Salgado-Labouriau (1973), Fernández-González & Lobreau-Callen (1996), Sagun *et al.* (2006), Bonfim *et al.* (2021). Esses autores descrevem os grãos de pólen do gênero como pequenos, de forma suboblata a prolata esferoidais, âmbito circular, zonas aperturais salientes, variando de 3(9)-cólporos curtos e de difícil visualização, apresentando poucas variações morfológicas.

Cnidoscolus obtusifolius e *C. urens* assemelham-se por apresentarem grãos de pólen grandes, apolares, esféricos e exina com padrão-*Croton*, evidenciando pilos distribuídos sobre retículos heterobrocados com muros lisos. As principais diferenças entre essas duas espécies estão na quantidade de pilos que formam as rosetas do padrão e no número de poros, sendo que *C. obtusifolius* apresenta 5-6 pilos e 2-3 poros, enquanto *C. urens* apresenta 6-7 pilos e apenas 1 poro. Essas características polínicas são consistentes com as descrições de Matos *et al.* (2014) para *C. urens*.

A ausência de dados na literatura para *Cnidoscolus obtusifolius* reforça a importância do presente estudo, que contribui para a taxonomia da espécie e oferece novas bases para pesquisas futuras em ecologia e conservação da Caatinga. Silva *et al.* (2016) estudaram *C. loefgrenii* (Pax & K. Hoffm.) Pax & K. Hoffm. e encontraram características semelhantes às das espécies aqui descritas, com exceção dos números de pilos e poros, que variaram de 5-8 pilos e

(1)2-3(4) poros. Dada a baixa variação nas características polínicas, o gênero *Cnidocolus* Pohl pode ser descrito como estenopolínico.

Espécies de *Croton* L., deste estudo, apresentaram os grãos de pólen como esféricos, inaperturados, exina com padrão-*Croton*, uma característica do grupo, contendo 5-7 subunidades que variam na forma, ornamentação e distribuição. As subunidades foram descritas como pilos elípticos, triangulares, subtriangulares, subquadrangulares e arredondados, podendo apresentar estrias com ou sem espículos apicais ou serem completamente lisas, caracteres também registrados nos estudos palinológicos realizados por Salgado-Labouriau (1973), Carreira et al. (1996), Oliveira & Santos (2000), Cruz-Barros et al. (2006), Corrêa et al. (2010) e Silva et al. (2016).

Os grãos de pólen de *Croton heliotropiifolius* foram descritos por Silva et al. (2016) como grãos médios, esféricos, inaperturados, exina padrão-*Croton* com 5-7 pilos de forma subtriangular e lisos, o que é corroborado pelos resultados aqui encontrados. Contudo, os autores não fazem referência à presença de grânulos que foram aqui reportados. Para as demais espécies de *Croton* aqui estudadas (*C. adamantinus*, *C. argyrophyllus*, *C. blanchetianus*, *C. piauihensis*, *C. tetradenius*, *C. tricolor* e *C. urticifolius*), não foram encontradas descrições polínicas na literatura consultada, o que torna esta pesquisa uma contribuição inédita para a taxonomia do gênero. Entretanto, suas características morfopolínicas são semelhantes às das demais espécies descritas para *Croton*, indicando uma consistência morfológica dentro do gênero.

Dalechampia brasiliensis e *D. coriacea* apresentaram características polínicas semelhantes, incluindo a forma subprolata, com 3-cólpores curtos e estreitos, endocingulados e exina reticulada heterobrocada. As principais diferenças entre essas espécies estão relacionadas ao tamanho dos grãos de pólen, com variações discretas, e à espessura da exina. Para *D. brasiliensis*, o diâmetro polar foi de 62,9 μm e o equatorial de 50,4 μm , enquanto para *D. coriacea* os valores foram de 75,9 μm e 66,0 μm , respectivamente. A espessura da exina variou de 5,4 μm a 6,1 μm em ambas as espécies. Esses resultados são consistentes com as análises palinológicas realizadas por Silva (2020), que também observou características similares. Contudo, a autora descreve *D. brasiliensis* como tendo forma prolata e *D. coriacea* com exina finamente reticulada, o que difere dos dados apresentados neste estudo.

Espécies de *Dalechampia* L. foram descritas por Perveen & Qaiser (2005), Cruz-Barros et al. (2006), Corrêa et al. (2010), Silva et al. (2016), Souza et al. (2017) e Silva (2020), revelando que, de um modo geral, os grãos de pólen desse gênero apresentam caracteres semelhantes, com diferenças apenas no diâmetro e na exina. De acordo com Cruz-Barros et al. (2006), a baixa variação de características polínicas sugere que o gênero possui um caráter estenopolínico. Entretanto, Silva (2020)

aponta que, apesar da grande uniformidade morfológica e da sobreposição de caracteres, existem atributos que podem auxiliar na distinção de algumas espécies, como grãos de pólen tetra ou pentacolporados, exina punctado-perfurada e âmbito triangular vs. circular.

A morfologia polínica das espécies de *Jatropha* L. analisadas neste estudo revela grãos de pólen grandes, esféricos, inaperturados, exina apresentando padrão-*Croton*, com rosetas contendo 5-7 pilos, com forma subtriangular a subquadrangular, apresentando variação apenas no diâmetro polínico. Esses achados corroboram as descrições realizadas por Silva et al. (2016), para *J. mollissima*, *J. mutabilis* e *J. ribifolia* ocorrentes na região de Canudos, Bahia.

Uma variação no tamanho dos grãos de pólen foi observada entre as espécies de *Jatropha* ocorrentes na Estação Biológica de Canudos/BA, estudadas por Silva et al. (2016), e os grãos de pólen das espécies aqui analisadas, provenientes da APA Serra Branca/BA, ambas em vegetação de Caatinga. Comparando os resultados por espécies, os grãos de pólen de *J. mollissima* apresentam diâmetro de 98,8 μm e 86,9 μm ; *J. mutabilis* mediu 85,0 μm e 104,1 μm e *J. ribifolia* apresentou diâmetro de 52,1 μm e 49,9 μm , de acordo com os dados de Silva et al. (2016) e neste estudo. Além disso, constatou-se a presença de grânulos nas três espécies, algo que não foi mencionado pelos autores. A ocorrência de grânulos também foi relatada para os grãos de pólen de *J. glauca* Vahl., estudada por Saad & El-Ghazaly (1988).

Quanto a *Manihot carthagenensis*, não foram encontrados dados palinológicos na literatura, tornando este o primeiro estudo a descrever seus grãos de pólen. Salgado-Labouriau (1973), Barata et al. (2008) e Silva et al. (2016), descreveram outras espécies do gênero, destacando características semelhantes àquelas aqui reportadas, como grãos de pólen grandes a muito grandes, esféricos, pantoporados, exina com padrão-*Croton*, rosetas compostas por 5-7 pilos, dispostas sobre um retículo heterobrocado com muros planos e lumens circulares, de difícil visualização em microscopia óptica. No entanto, esses autores utilizaram diferentes nomenclaturas para as unidades ornamentais da exina: Salgado-Labouriau (1973) refere-se a elas como unidades prismáticas, Barata et al. (2008) as denominam clavas, enquanto Silva et al. (2016) utilizam o termo pilos, sendo este último adotado neste estudo por descrever estruturas ornamentais da sexina compostas por uma columela e uma cabeça espessada, conforme definido por Punt et al. (2007).

Diante do exposto, a análise morfológica dos grãos de pólen das espécies de Euphorbiaceae revelou homogeneidade entre os caracteres morfopolínicos da família, entretanto, evidenciam-se diferenças significativas em nível genérico. As espécies de *Acalypha* e *Dalechampia* destacam-se por suas características distintas em comparação com os gêneros *Croton*, *Cnidocolus*, *Jatropha* e *Manihot*, nos quais o padrão-*Croton* na exina é uma característica

comum. Este padrão é caracterizado pela presença de anéis que formam uma base circular reticular, ornamentada com cinco ou seis (ou mais) pilos, elementos da sexina geralmente triangulares. A presença desse padrão faz com que as espécies desses gêneros se tornem significativamente semelhantes.

No entanto, uma análise mais detalhada revela diferenças nas bases reticulares que permitem a segregação das espécies. No padrão de *Croton* L. e *Jatropha* L., as subunidades ornamentais distribuem-se regularmente pela superfície do grão de pólen, constituída de uma camada de suporte fina, com áreas circulares deprimidas, que são de difícil visualização em microscopia óptica. Essa similaridade torna a diferenciação entre esses dois gêneros particularmente difícil. Por outro lado, no padrão de *Cnidoscolus*, as subunidades ornamentais estão dispostas sobre retículos heterobrocados, com formatos dos lúmens variando de irregulares a pentagonais, e apresentam muros lisos e contínuos, que são facilmente visualizados. No padrão de *Manihot* Mill., as subunidades estão dispostas sobre um retículo fino heterobrocado, com formatos dos lúmens variando de circular a oval, também com muros planos, embora sejam de difícil visualização. São essas estruturas reticulares que organizam as subunidades ao redor do lúmen, conferindo o formato das rosetas típicas do padrão-*Croton*.

Assim, as variações observadas entre as espécies indicam que as características polínicas podem fornecer informações valiosas para a identificação e classificação taxonômica. Portanto, este trabalho contribui para o preenchimento de lacunas no conhecimento palinológico das Euphorbiaceae na Caatinga. Apesar dos importantes achados, mais pesquisas são necessárias para aprofundar o entendimento sobre a diversidade polínica da família e explorar seu potencial como ferramenta taxonômica e ecológica.

CONCLUSÕES

A morfologia polínica descrita no presente trabalho contribui de maneira significativa para o aprofundamento do conhecimento palinológico das espécies de Euphorbiaceae ocorrentes na Caatinga, com especial atenção às espécies da APA Serra Branca/Raso da Catarina, em Jeremoabo, Bahia. Das 17 espécies estudadas, nove tiveram suas descrições morfológicas realizadas pela primeira vez (*Cnidoscolus obtusifolius*, *Croton adamantinus*, *Croton argyrophyllus*, *Croton blanchetianus*, *Croton piauhiensis*, *Croton tetradenius*, *Croton tricolor*, *Croton urticifolius* e *Manihot carthagenensis*), preenchendo importantes lacunas no conhecimento palinológico da família e estabelecendo uma base sólida para estudos futuros em palinotaxonomia.

Embora o padrão-*Croton* tenha sido amplamente observado, indicando uma certa homogeneidade entre os grãos de pólen das espécies estudadas, a análise detalhada

revelou variações morfológicas significativas. Essas variações incluem a espessura dos retículos heterobrocados e o formato dos lúmens nas espécies de *Cnidoscolus* e *Manihot*, que podem ser usados como atributos importantes na distinção entre os gêneros e espécies. Além disso, as espécies de *Acalypha* e *Dalechampia* apresentaram diferenças morfológicas marcantes, tanto em relação à forma quanto ao tamanho e ornamentação da exina, diferenciando-se entre si e entre os gêneros com o padrão-*Croton*.

Essas variações morfológicas têm implicações diretas para a classificação taxonômica e para o estudo da ecologia das espécies de Euphorbiaceae na Caatinga. Desta forma, os resultados aqui apresentados oferecem novas perspectivas que podem orientar a conservação e o manejo das espécies em seus habitats naturais, sugerindo que a morfologia polínica pode ser utilizada, também, como uma ferramenta para a identificação de áreas prioritárias para preservação. Além disso, as descobertas deste estudo abrem caminho para investigações futuras, que poderão expandir o uso de características polínicas na delimitação de espécies e no entendimento das suas adaptações ao ambiente semiárido da Caatinga.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado da Bahia – UNEB – Campus VIII, por todo o apoio dado. À Prof^a. Dra. Adilva de Souza Conceição, Curadora do Herbário da Universidade do Estado da Bahia – HUNEB, coleção Paulo Afonso, por disponibilizar o material botânico para esta pesquisa. Ao Centro de Pesquisas Gonçalo Muniz – FIOCRUZ, por possibilitar a realização das imagens em MEV.

REFERÊNCIAS

- Alyas, T., Shaheen, S., Hussain, F., Harun, N., Husain, K., Sajjad, S., Ahmed, M. & Khan, F. 2020. Scanning Electron Microscopy-based palynological characterization of selected Euphorbiaceae taxa colonized in Pakistan. *Microscopy Research and Technique* 84(5): 850-859.
- Bahadur, S., Taj, S., Long, W. & Ahmad, M. 2022. Pollen morphology and its implication in the taxonomy of some selected taxa of the bi and tri-ovulate Euphorbiaceae of the Hainan Island by using multiple microscopic techniques. *Microscopy Research and Technique* 85(6): 2045-2060.
- Bahia. Secretaria do Meio Ambiente. 2001. Decreto nº 7.972- APA Serra Branca. Disponível em: <http://www.meioambiente.ba.gov.br/DecretosUnidadesdeConservacao/DecSerraBranca.pdf>. Acessado em: 19.08.2023.
- Barata, F.C.A., Carreira L.M.M., Silva, E.F., Gama T.S.S. & Moura, P.H.B. 2008. Descrição dos grãos de pólen de “mandioca” (*Manihot esculenta* Crantz) entre cultivares presentes em solo de terra preta arqueológica, Belém-PA. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/2469>. Acessado em: 10.07.2023.
- Bonfim, A.L., Santos, F.A.R. & Daniela Santos Carneiro Torres, D.S.C. 2021. Pollen morphology of *Acalypha* L. (Euphorbiaceae) with emphasis on Brazilian species from Bahia. *Acta Botanica Brasiliica* 35(4): 589-596.

- Carneiro-Torres, D.S., Santos, F.D.A.R. & Giulietti, A.M. 2002. A tribo Euphorbieae Dumort (Euphorbiaceae) na chapada Diamantina, Bahia, Brasil: Palinologia e implicações taxonômicas. *Polibotânica* 13: 83-96.
- Carreira, L.M.M., Secco, R.S. & Barth, O.M. 1996. Pollen morphology of the lianescent species of the genus *Croton* (Euphorbiaceae). *Grana* 35: 74-78.
- Cordeiro, I., Secco, R., Cardiel, J.M., Steinmann, V., Caruzo, M.B.R., Riina, R.G., Lima, L.R., Maya-L., C.A., Berry, P., Carneiro-Torres, D.S., Pscheidt, A.C. & Silva, O.L.M. 2011. Euphorbiaceae. In *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB000113>. Acessado em: 06.06.2023.
- Corrêa, A.M.S., Barros, M.A.V.C., Capelato, M.S.F.S., Pregum, M.A., Raso, P.G. & Cordeiro, I. 2010. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). Família: 107-Euphorbiaceae. *Hoehnea* 37(1): 53-69.
- Cruz-Barros, M.A.V., Corrêa, A.M.S. & Makino-Watanabe, H. 2006. Estudo polínico das espécies de Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Lecythidaceae, Malvaceae, Phytolaccaceae e Portulacaceae ocorrentes na restinga da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Revista Brasileira de Botânica* 29(1): 145-162.
- Dec, E. & Mouga, D.M.D.S. 2014. Contribuição à morfologia polínica de plantas medicinais apícolas (Euphorbiaceae Juss. & Lamiaceae Martinov). *Acta Biológica Catarinense* 1(1): 44-52.
- Dustmann, J.H. & Von der Ohe, K. 1993. Scanning electron microscopic studies on pollen from honey. IV. Surface pattern of pollen of *Sapium sebiferum* and *Euphorbia* spp (Euphorbiaceae). *Apidologie* 24: 59-66.
- El-Ghazaly, G. 1989. Pollen and orbicule morphology of some *Euphorbia* L. species. *Grana* 28: 243-259.
- Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy: Angiosperms. Almqvist Wiksell, Stockholm.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 561-564.
- Fernandes, M.F. & Queiroz, L.P. 2018. Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e Cultura* 70(4): 51-56.
- Fernández-González, F. & Lobreau-Callen, D. 1996. Le pollen de la tribu de Acalypheae (Acalyphoideae, Euphorbiaceae). *Grana* 35: 266-284.
- Flora e Funga do Brasil. Euphorbiaceae. 2023. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB113>. Acesso em: 08.07.2023.
- Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. *Sistemática Vegetal - Um enfoque filogenético*, ed. 3. Artmed, Porto Alegre.
- Kolawole, O.S., Jimoh, M.A., Yakubu, F. & Chukwuma, E.C. 2017. Taxonomic value of the leaf micro-morphology and quantitative phytochemistry of *Jatropha integerrima* Jacq. and *Jatropha podagrica* Hook. (Euphorbiaceae) – known horticultural plants in Nigeria. *Anales de Biología* 39: 55-62.
- Liang, X., Liu, Z.G., Cao, Y.F., Meng, D.L. & Hua, H.M. 2014. Chemotaxonomic and chemical studies on two plants from genus of *Euphorbia*: *Euphorbia fischeriana* and *Euphorbia ebracteolata*. *Biochemical Systematics and Ecology* 57: 345-349.
- Lopes, A.A.S. 2012. Diversidade de Euphorbiaceae nas caatingas arenosas da APA Serra Branca, Jeremoabo, Bahia, Brasil. *Dissertação* 82 f., Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso, Bahia.
- Lopez, C. & Diez, M.J. 1985. Contribucion al atlas palinologico de Andalucia Occidental, III Euphorbiaceae. *Lagascalia* 13(2): 275-291.
- Machado, R.D. & Souto-Pradón, T. 1989. *Manual sobre técnicas básicas em microscopia eletrônica: técnicas básicas*, v. 1. Sociedade Brasileira de Microscopia, Rio de Janeiro.
- Matos, M.N.F., Maduro, C.B., Costa, C.S. & Silva, S.J.R. 2014. Caracterização polínica das plantas lenhosas do Bosque dos Papagaios, Boa Vista, Roraima, norte do Brasil. *Boletim do Museu Integrado de Roraima* 8(1): 19-41.
- Oliveira, D.G. 2013. A família Euphorbiaceae Juss. em um fragmento de Caatinga em Sergipe. *Scientia Plena* 9(4).
- Oliveira, J.H.M. & Chaves, J.M. 2010. Mapeamento e caracterização geomorfológica: Ecorregião Raso da Catarina e Entorno NE da Bahia. *Mercator* 9(20): 217-238.
- Oliveira, P.P. & Santos, F.A.R. 2000. Morfologia polínica do gênero *Croton* L. (Euphorbiaceae) dos *inselbergs* da região de Milagres (Bahia-Brasil). *Geociências* 5: 212-215.
- Park, K. 1997. Pollen morphology of *Euphorbia* subgenus *Agaloma* section *Tithymalopsis* and related species (Euphorbiaceae). *Grana* 36: 11-16.
- Perveen, A. & Qaiser, M. 2005. Pollen flora of Pakistan-XLVIII. Euphorbiaceae. *Pakistan Journal of Botany* 37(4): 785-796.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143(1-2): 1-81.
- Saad, S.I. & El-Ghazaly, G. 1988. Pollen morphology of some species of Euphorbiaceae. *Grana* 27: 165-175.
- Sagun, V.G. & Van der Ham, R.W.J.M. 2003. Pollen morphology of the Flueggeinae (Euphorbiaceae, Phyllanthoideae). *Grana* 42: 193-219.
- Sagun, V.G., Levin, G.A. & Van der Ham, R.W.J.M. 2006. Pollen morphology and ultrastructure of *Acalypha* (Euphorbiaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 140: 123-143.
- Sakugawa, G.C., Cordeiro, I., Pscheidt, A.C., Rossi, M.L., Martinelli, A.P. & da Luz, C.F.P. 2021. Palynotaxonomy of tribe Hippomaneae A. Juss. (Euphorbioideae, Euphorbiaceae). *Grana* 1-35.
- Sales, E.O., Barreto, C.F. & Barth, O.M. 2011. Morfologia polínica de espécies de Euphorbiaceae s.l. arbóreas ocorrentes no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Hoehnea* 38(3): 495-500.
- Salgado-Labouriau, M.L. 1973. Contribuição à palinologia dos Cerrados. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Sampaio, E.V.S.B., Giulietti, A.M., Virgínio, J. & Gamarra-Rojas, C.F.L. 2002. Vegetação e flora da caatinga. Associação de Plantas do Nordeste – APNE, Recife.
- Sátiro, L.N. & Roque, N. 2008. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasiliica* 22(1): 99-118.
- Secco, R.S., Cordeiro, I., Senna-Vale, L., Sales, M.F., Lima, L.R., Medeiros, D., Haiad, B.S., Oliveira, A.S., Caruzo, M.B.R., Carneiro-Torres, D. & Bigio, N. 2012. An overview of recent taxonomic studies on Euphorbiaceae s.l. in Brazil. *Rodriguésia* 63(1): 227-242.
- Silva, F.H.M., Santos, F.A.R. & Lima L.C.L. 2016. *Flora Polínica das Caatingas: Estação Biológica de Canudos (Canudos, Bahia, Brasil)*. Feira de Santana: Micron.
- Silva, K.P.S. 2020. *Morfologia Polínica de Dalechampia L. (Euphorbiaceae)*. Tese 54 f. Universidade Rural de Pernambuco, Unidade Serra Talhada, Pernambuco.
- Sodré, R.C., Souza, A.O., Alonso, A.A. & Silva, M.J. 2019. Molecular, morphological, and anatomical data support a new species of *Croton* sect. *Geiseleria* (Crotonoideae, Euphorbiaceae). *Plant Systematics and Evolution* 305(3): 233-246.
- Souza, L.R., Carneiro-Torres, D.S., Saba, M.D. & Santos, F.A.R. 2017. Pollen morphology of the Acalyphoideae and Euphorbioideae (Euphorbiaceae) of the Caatinga ecoregion in Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 303: 1161-1180.
- Suárez-Cervera, M.S., Gillespie, L., Arcaliá, S.E., Thomas, A., Lobreau-Callen, D. & Seoane-Camba, J.A. 2001. Taxonomic significance of sporoderm structure in pollen of Euphorbiaceae: Tribes Plukenetieae and Euphorbieae. *Grana* 40: 78-104.
- Szabo, A.V., Rocha, A.C.S., Tosato, J.A.C. & Barroso, W. 2007. Área de Proteção Ambiental (APA) Serra Branca Raso da Catarina. In: *As Caatingas: debates sobre a ecorregião do Raso da Catarina*. (J. Marques, org.). Fonte Viva, Paulo Afonso, p. 21-40.
- Taib, T.M., Aloush, R.H. & Al-Soufi, A.S.M. 2023. Taxonomic study of some *Euphorbia* L. species by leaf anatomical and molecular characteristics using RBCL and MATK genes. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics* 55(6): 1994-2005.
- Tokuoka, T. 2007. Molecular phylogenetic analysis of Euphorbiaceae sensu stricto based on plastid and nuclear DNA sequences and ovule and seed character evolution. *Journal of Plant Research* 120: 511-522.
- Varjão, R.R., Jardim, J.G. & Conceição, A.S. 2013. Rubiaceae Juss. de caatinga na APA Serra Branca/ Raso da Catarina, Bahia, Brasil. *Biota Neotropica* 13(2):105-123.
- Velloso, A.L.; Sampaio, E.V.S.B. & Pareyn, F.G.C. 2002. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste, Recife.

- Webster, G.L. 1994. Classification of the Euphorbiaceae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81: 3-32.
- Webster, G.L. 2001. A new Brazilian species of *Dalechampia* subsect. *Triphyllae* (Euphorbiaceae) *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78(1): 255-258.
- Webster, G.L. & Carpenter, K.J. 2002. Pollen morphology and phylogenetic relationships in neotropical *Phyllanthus* (Euphorbiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 325-338.
- Zahra, N.B., Ahmad, M., Shinwari, Z.K., Zafar M. & Sultana, S. 2014. Systematic significance of anatomical characterization in some Euphorbiaceous species. *Pakistan Journal of Botany* 46(5): 1653-1661.