



## Morfologia de sementes, plântulas e tirodendros em espécies de Fabaceae ocorrentes no bioma Caatinga

Jessica Rodrigues Leitão<sup>1\*</sup>, Maria do Carmo Learth Cunha<sup>2</sup>, Thiago Costa Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia, Rua Paulo Freire, Flodoaldo Pontes Pinto, CEP 76820-514, Porto Velho, RO, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Florestal, C.P. 64, Jatobá, CEP 58700-900, Patos, PB, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Sítio Imbaúba, CEP 58117000, Lagoa Seca, PB, Brasil

### \*Autor correspondente:

[thiago.ferreira@insa.gov.br](mailto:thiago.ferreira@insa.gov.br)

### Termos para indexação:

Semiárido  
Piptadenia  
Mimosa

### Index terms:

Piptadenia  
Mimosa  
Semiarid

### Histórico do artigo:

Recebido em 01/10/2021

Aprovado em 26/10/2022

Publicado em 29/04/2024

**Resumo** - Estudos sobre a morfologia de espécies de Fabaceae presentes no bioma Caatinga são escassos, sendo estes importantes para reconhecimento das espécies. Esse trabalho teve como objetivo descrever as diferenças morfológicas entre sementes, plântulas e tirodendros de *Piptadenia retusa*, *Mimosa tenuiflora* e *Mimosa ophthalmocentra* ocorrentes no bioma Caatinga. Foram analisadas as características externas e internas, a biometria, o peso de mil sementes e três fases de desenvolvimento: germinação, plântulas e tirodendro. A posição do pleurograma na semente diferiu entre as espécies. As três espécies têm sementes eurispérmicas e albuminosas, assim como germinação epigea/fanerocotiledonar com cotilédones foliáceos. As plântulas das três espécies são aculeadas, com presença de nectário extrafloral apenas em *P. retusa*, tricomas glandulares e foliólulos com glândulas translúcidas apenas em *M. tenuiflora* e folhas alternas dísticas em *M. ophthalmocentra*, diferindo das demais, que são alternas espiraladas.

## Morphology of seeds, seedlings and tirodendro in Fabaceae species from Caatinga Biome

**Abstract** - Studies on the morphology of Fabaceae species from Caatinga biome are scarce, but they are important to correctly identify the species. This work aimed to describe the morphological differences of seeds, plants and tirodendro of Fabaceae species present in the Caatinga Biome. The external and internal morphology, biometry, weight of a thousand seeds and three stages of development were analyzed: germination, seedlings and tirodendro. The studied species were *Piptadenia retusa*, *Mimosa tenuiflora* and *Mimosa ophthalmocentra*. The pleurogram position in the seed differs between species. The three species present eurispermic, albuminous seeds such as epigeal/phanerocotyledon germination with foliate cotyledons. The seedlings are acululate, with the presence of extrafloral nectary only in *P. retusa*, and glandular trichomes and leaflets with translucent glands only in *M. tenuiflora*. Alternating spiral phyllotaxis were observed in *P. retusa* and *M. tenuiflora* and alternating distic in *M. ophthalmocentra*.



## Introdução

O bioma Caatinga tem alto grau de antropização e exploração no país e pouco ainda é conhecido sobre este ambiente diversificado, com ocorrência notória de espécies vegetais caducifólias, arbustivas e xerófilas (Silva & Sales, 2008). Concentra-se no semiárido brasileiro, em parte da área dos estados nordestinos e o norte de Minas Gerais (Ferreira et al., 2021a), cobrindo cerca de 10% do território nacional (IBGE, 2004).

A precipitação média na região é variável, mas caracteriza-se por ser menor que 800 mm anuais, onde há ocorrência de espécies raras ou ameaçadas de extinção (Ferreira et al., 2021b). Uma das áreas científicas emergentes para estudo da Caatinga é a morfologia vegetal, pois estágios iniciais de germinação e desenvolvimento de plântulas podem facilitar estudos de regeneração natural, banco de sementes, assim como o manejo em áreas antropizadas e em recuperação (Cunha & Ferreira, 2021).

Nesse sentido, a proposta da recuperação de áreas degradadas tem sido uma constante preocupação de inúmeros grupos, porém poucas informações estão disponíveis para esta proposição Azevêdo & Azevêdo (2014).

A morfofuncionalidade de plântulas, que considera a posição, exposição e função dos cotilédones no processo de germinação e crescimento inicial das plantas, foi abordada, por exemplo, nos estudos de Duke (1965, 1969), Ng (1978), Vogel (1980) e Garwood (1996). Estudos em morfologia podem ser úteis para o entendimento de processos inerentes ao ambiente da Caatinga e de reprodução das espécies arbóreas nativas (Zida et al., 2008)

Espécies da Caatinga pertencentes ao grupo das Fabaceae muitas vezes são confundidas entre si, sendo assim seu manejo dificultado. Nesta pesquisa serão analisadas *Piptadenia retusa* (Jacq.) P. G. Ribeiro, Seigler & Ebinger, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. e *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo descrever as características morfológicas das sementes e plântulas de três espécies de Fabaceae, nativas da Caatinga, para fins de auxiliar o reconhecimento e identificação das espécies.

## Material e métodos

### Condução do experimento, coleta e armazenamento de sementes

O experimento foi conduzido no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG), Patos, PB. As sementes de *Piptadenia retusa* e *Mimosa tenuiflora* foram coletadas na fazenda NUPEÁRIDO (UFCG, Patos, PB) e as de *Mimosa ophthalmocentra* foram coletadas na cidade de Itapetim, PE.

### Caracterização das espécies

*Piptadenia retusa*, popularmente conhecida como jurema-branca, é árvore com 2 m - 4 m de altura, com casca castanha claro, aculeada (Maia, 2004), fixadora de nitrogênio, caducifólia, com propriedades medicinais, com madeira usada para construção e energia, e usada também na alimentação animal e na recuperação de solos degradados (Ferreira et al., 2021b).

*Mimosa tenuiflora*, conhecida como jurema-preta, é árvore com cerca de 5 m - 7 m de altura, com acúleos esparsos, caule ereto ou levemente inclinado e comumente ramificado. A casca é marrom, rugosa, deiscente com entrecasca vermelho-escura (Maia, 2004). É considerada como pioneira e secundária das áreas degradadas ou em processo de degradação, sendo usada como lenha e madeira de construção (Miranda, 1989).

E, finalmente, *M. ophthalmocentra* é encontrada em formações vegetais mais esparsas, sendo forrageira para animais. A sua madeira é utilizada como lenha e estacas, e a resina é comestível, saborosa e recomendada no combate à gripe (Queiroz, 2009).

### Avaliações biométricas

Foram registradas as medidas de comprimento, largura e espessura de 30 sementes, com um paquímetro digital com precisão de 0,01mm. O comprimento de cada semente foi medido da base até o ápice e a largura e a espessura medidas na linha mediana.

Foram pesadas 1.000 sementes, seguindo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

### Quebra de dormência das sementes

A dormência das sementes de *M. ophthalmocentra* foi quebrada com ácido sulfúrico, por 5 min, sendo estas homogêneas e lavadas com água destilada na sequência. Para *M. tenuiflora* e *P. retusa*, a quebra de dormência foi feita com a imersão das sementes em água a 100 °C por um período de 10 s, e posterior imersão em água gelada.

### Morfologia da semente

Em 30 sementes de cada espécie, foram registradas as características externas (forma, cor, superfície, consistência da testa, presença e forma do pleurograma, forma do hilo, micrópila e outras estruturas associadas e visíveis) e internas (tipo, tamanho e posição do embrião e presença ou não do endosperma). Tais descrições foram realizadas de acordo com Lima (1985): quanto ao pleurograma, de acordo com a posição nas sementes, podendo ser apical-basal (quando ocupa mais de  $\frac{2}{3}$  do comprimento da semente) ou mediano (quando menos de  $\frac{1}{3}$ ); quanto à descrição do embrião e os tipos de plúmula, foram diferenciadas as plúmulas indiferenciadas ou rudimentares (eixo hipocótilo-radícula sem diferenciação aparente de primórdios foliares, ou estes muito rudimentares) e as plúmulas diferenciadas em primórdios foliares - eófilos (eixo hipocótilo-radícula diferenciado em primórdios foliares na forma de segmentos ou em eófilos evidentes).

### Descrição da germinação, plântula e tirodendro

As sementes de *M. tenuiflora* e *M. ophthalmocentra* foram semeadas em 40 recipientes e de *P. retusa* em 60 recipientes, com semeio de 3 a 4 sementes por recipiente. Os recipientes consistiam em sacos de polietileno (28 cm x 9 cm), com substrato barro: esterco, na proporção de 2:1 (v:v). Posteriormente, foi feito o desbaste. Os aspectos morfológicos foram monitorados a cada dois dias, por um período de 120 dias para *P. retusa*, 70 dias para *M. tenuiflora* e 55 dias para *M. ophthalmocentra*. A caracterização morfológica das plântulas foi feita considerando o hipocótilo, os cotilédones, o epicótilo, o eófilo e o metáfilo, baseando-se na descrição de cada etapa desde as sementes não germinadas, em germinação, formação das plântulas e dos tirodendros, segundo terminologia adaptada de Souza (2009).

Foram consideradas três fases para a descrição do desenvolvimento das plântulas, de acordo com metodologia proposta por Souza (2009): 1) germinação, que se inicia com o intumescimento da semente e termina com a emissão dos cotilédones, porém sem os eófilos formados; 2) plântula, com o desenvolvimento dos eófilos, até o surgimento do primeiro metáfilo e; 3) tirodendro, com o surgimento do primeiro metáfilo.

## Resultados

### Caracterização biométrica e peso de 1000 sementes

As dimensões das sementes analisadas estão descritas na Tabela 1. A maior dimensão encontrada em *Piptadenia retusa* foi 7,88 mm e a menor foi de 5,05 mm; para *Mimosa tenuiflora* a maior foi de 3,73 mm e a menor de 2,52 mm e para *M. ophthalmocentra*, a maior foi de 6,06 mm e a menor de 5,14 mm. O erro padrão mostrou adequação da amostra de 30 sementes para todas as espécies, em função do baixo valor observado (10%). Corroborando com os dados da biometria, a espécie que apresentou menor quantidade de sementes kg<sup>-1</sup> foi *P. retusa* (29.550 sementes kg<sup>-1</sup>) e *M. tenuiflora* apresentou menor peso de 1.000 sementes (8 g) e maior quantidade de sementes (124.363 sementes kg<sup>-1</sup>).

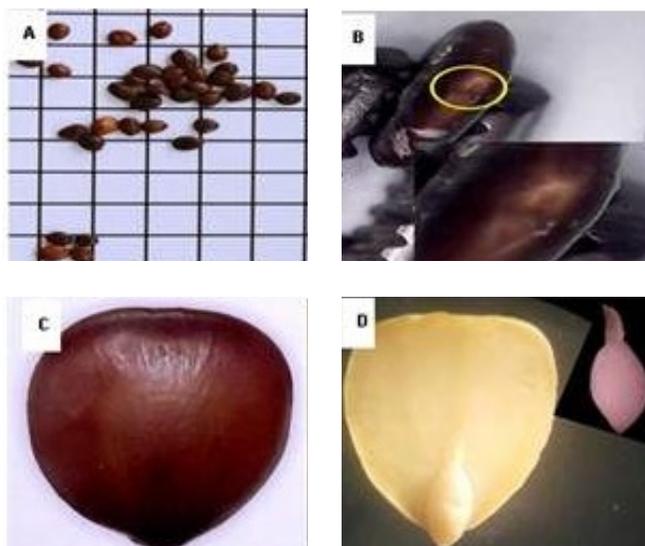
### Morfologia das sementes

As sementes de *P. retusa* são albuminosas, com endosperma gelatinoso, eurispérmicas, com variações na cor, tamanho e forma (Figura 1A). Apresentam predominância da forma ovóide, com ocorrência também de oblongas; cor castanho a marrom; superfície lisa, dura, levemente brilhosa; presença de pleurograma mediano central, em forma de “U” invertido (hipocremiforme), aberto, com coloração mais clara que a testa (Figura 1B); hilo heterócromo, apical (Figura 1B), de cor mais clara que o tegumento e micrópila inconspícua. O embrião é total; tem coloração creme; tipo axial, invaginado; criptorradicular. Apresenta eixo hipocótilo-radícula distinto, cilíndrico, com cerca de 2,5 mm, da mesma cor dos cotilédones, polo radicular apontando na direção da micrópila e plúmula diferenciada em eófilos (Figura 1D).

**Tabela 1.** Valores mínimos (Min), médios (Med), desvio padrão (DP) e erro padrão (EP) para comprimento, largura e espessura das sementes; peso de mil sementes e número de sementes  $\text{kg}^{-1}$  de três espécies da Caatinga.

**Table 1.** General values: Minimum (Min), averages (Med), standard deviation (SD) and standard error (EP) for length, width and thickness; weight of a thousand seeds and number of seeds  $\text{kg}^{-1}$  for seeds of three species from Caatinga.

Espécies	Referência	Métricas				
		Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Peso de mil sementes (g)	Nº de sementes $\text{kg}^{-1}$
<i>Piptadenia retusa</i>	Min	5,05	3,08	1,83	33,8	29.550
	Med	6,03	4,52	2,16		
	DP	0,56	0,41	0,16		
	EP	1,70	1,67	1,41		
<i>Mimosa tenuiflora</i>	Min	2,52	2,20	1,28	8,0	124.363
	Med	3,21	2,73	1,45		
	DP	0,32	0,32	0,11		
	EP	2,11	1,84	1,40		
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Min	5,14	2,95	0,76	11,2	89.286
	Med	5,36	3,74	0,80		
	DP	0,42	0,42	0,03		
	EP	2,08	1,43	0,82		



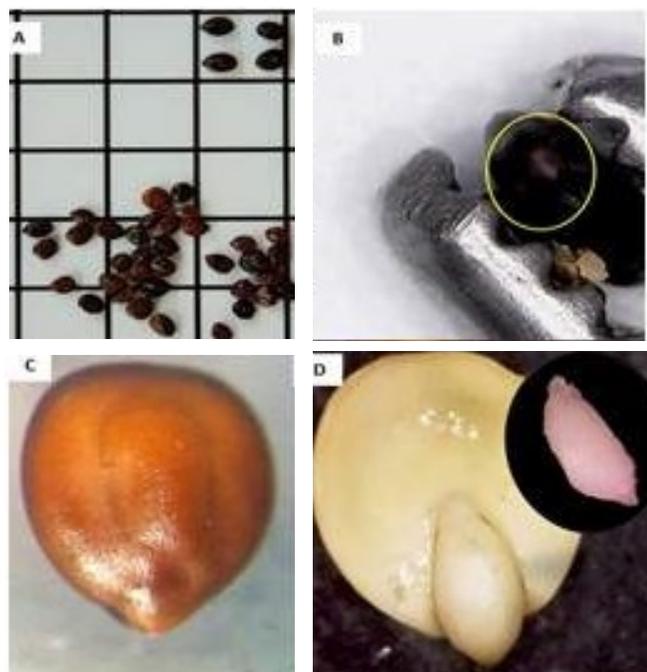
Fotos: Jessica Rodrigues Leitão e Maria do Carmo Leauth Cunha

**Figura 1.** Aspecto geral das sementes de *Piptadenia retusa* (A), do hilo (B), características do tegumento e do pleurograma (C), e do embrião, em especial do eixo embrionário e os primórdios foliares (D).

**Figure 1.** General view of the seeds of *Piptadenia retusa* (A), the hilum (B), characteristics of the integument and the pleurogram (C), and of the embryo, especially of the embryonic axis and the leaf primordia (D).

*M. tenuiflora* possui sementes albuminosas, eurispérmicas, com variações na cor, tamanho e forma (Figura 2A). A forma predominante das sementes é ovóide e, às vezes, globosas; a coloração é muita variável, de castanho a negra; superfície lisa, dura, brilhosa; pleurograma apical - basal, em forma de “U” invertido, com braços mais fechados que em *P. retusa* (Figura 2B); hilo heterócromo, mais claro que o tegumento, apical (Figura 2C); micrópila inconspícua (Figura 2D). O embrião é total; com coloração creme; tipo axial, invaginado; criptorradicular. O eixo hipocótilo-radícula é distinto, cilíndrico, medindo próximo a 1,75 mm, da mesma cor dos cotilédones, com polo radicular apontando na direção da micrópila e plúmula distinta, sem primórdios foliares presentes.

As sementes de *M. ophthalmocentra* são albuminosas, com endosperma translúcido; eurispérmicas, com variações na cor, tamanho e forma (Figura 3A). A maioria das sementes apresenta forma ovóide, que pode variar para oblonga ou elíptica; cor castanho a marrom; superfície lisa, dura e brilhosa. O pleurograma varia de apical-basal a mediano-basal, em forma de “U” invertido, aberto (Figuras 3A e 3B); hilo heterócromo (Figuras 3B



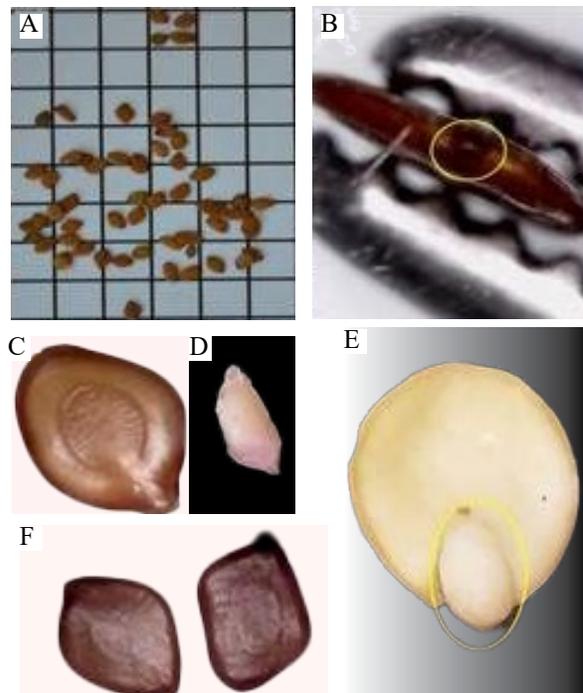
Fotos: Jessica Rodrigues Leite e Maria do Carmo Learth Cunha

**Figura 2.** Aspecto geral das sementes de *Mimosa tenuiflora* (A), do hilo (B), características do tegumento e do pleurograma (C), e do embrião, em especial do eixo embrionário e primórdios foliares (D).

**Figure 2.** General view of *Mimosa tenuiflora* seeds (A), of the hilum (B), characteristics of the tegument and the pleurogram (C), and of the embryo, especially the embryonic axis and leaf primordia (D).

e 3C), com coloração mais clara que o tegumento, apical lateral (Figura 3D) e micrópila inconspícua. O embrião é do tipo axial, invaginado e criptoradicular dá a forma e toma totalmente a semente, tendo coloração creme (Figura 3E). O eixo hipocótilo-radícula é distinto, cilíndrico, da mesma cor dos cotilédones, com polo radicular apontando na direção da micrópila e plúmula distinta, sem primórdios foliares presentes (Figura 3F).

As três espécies estudadas têm sementes albuminosas, com endosperma gelatinoso em *P. retusa*, e endosperma translúcido em *M. tenuiflora* e *M. ophthalmocentra*. Todas possuem a forma ovóide, mas variam também para oblongas em *P. retusa* e globosa em *M. tenuiflora*. *M. ophthalmocentra* varia de elíptica a oblonga. O tegumento é rígido, provocando dormência. O pleurograma das três espécies é hipocremiforme, e variam quanto à posição na semente. Este é mediano em *P. retusa* e apical-basal em *M. tenuiflora* e *M. ophthalmocentra*, nesta última com braços mais abertos que a primeira (Figura 4).



Fotos: Jessica Rodrigues Leite e Maria do Carmo Learth Cunha

**Figura 3.** Aspecto geral das sementes de *Mimosa ophthalmocentra* (A), do hilo (B), características do tegumento e da semente inteira (C), embrião (D), eixo embrionário (E) e comparação entre as sementes (F).

**Figure 3.** General view of *Mimosa ophthalmocentra* seeds (A), of the hilum (B), characteristics of the integument and of the whole seed (C), embryo (D), embryonic axis (E) and comparison between seeds (F).



Fotos: Jessica R. Leite e Maria do Carmo L. Cunha

**Figura 4.** Características externas e internas das sementes: *Piptadenia retusa* (A1, A2), *Mimosa ophthalmocentra* (B1, B2) e *M. tenuiflora* (C1, C2).

**Figure 4.** External and internal characteristics of the seeds: *Piptadenia retusa* (A1, A2), *Mimosa ophthalmocentra* (B1, B2) and *M. tenuiflora* (C1, C2).

## Morfologia da plântula e do tirodendro

### *Piptadenia retusa*

**Fase 1** - germinação em três dias após o plantio, com cotilédones fora do tegumento; germinação epígea, fanerocotiledonar e cotilédones foliáceos (Figura 5A). Cotilédones: esverdeados com amarelecimento próximo à senescência (26-30 dias de germinado); concolor; glabros; inteiros, suborbiculares; textura carnosa; margem inteira; ápice arredondado (Figura 5B); base lobada; nervação penínervia pouco evidente em ambas as faces, mais visível com o desenvolvimento da plântula; comprimento variando de 7,34 - 10,10 mm, largura de 6,44 - 7,89 mm e espessura de 0,50 - 0,88 mm; peciolados, com pecíolo variando de 0,97 - 1,54 mm (Figura 5C). Hipocótilo: coloração verde claro, as vezes avermelhado; glabro e sessão transversal circular; comprimento entre 17,65 - 22,97 mm (Figura 5D).

**Fase 2** - epicótilo cilíndrico, com coloração verde claro, glabro, tornando-se vináceo e aculeado. Primeiro eófilo: composto, pinado, paripinado, peciolado, com pecíolo variando de 0,97 - 1,54 mm; número de folíolos variando de 14 a 20 pares, opostos; presença de parafilídio; folíolos glabros, coloração verde claro, levemente discolor, forma elíptica, estreito elíptica; margem inteira; bordo reto; ápice mucronado; base assimétrica; nervação eucampódroma; textura membranácea; comprimento do folíolo variando de 6,3 - 8,93 mm, largura de 1,60 - 2,88 mm e espessura de 0,7 - 0,16 mm; sem odor aparente; peciolado com comprimento de 2,47 - 4,63 mm; pulvino presente; estípulas interpeciolares, filiformes; verdes, tornando-se vermelhas antes da senescência; tamanho de 0,08 - 0,86 mm; caducas, deixando cicatrizes; estípula terminal presente; ausência de glândulas e domácias (Figura 5E). Segundo eófilo: composto, bipinado, paripinado; folíolos opostos, peciolados, com pecíolo acanalado, pubescente, tamanho de 2,47 - 4,63 mm e com pulvino presente; estípulas interpeciolares, filiformes e terminal, no final do folíolo, entre as duas últimas pinas, com 1,33 - 1,40 mm, verdes, tornando-se vermelhas antes da senescência, com comprimento variando de 0,08 - 0,86 mm, caducas, deixando cicatrizes; estípula terminal no final da raque e dos folíolos a partir do segundo eófilo. O número de foliólulos em cada folíolo variou de 10 a 13 pares; presença de parafilídio; foliólulos opostos, glabros, coloração verde claro,

levemente discolor, forma elíptica, estreito elíptica, margem inteira, ciliada, com pelos unicelulares, curtos levemente espaçados; bordo reto; ápice mucronado; base assimétrica; nervação eucampódroma; textura membranácea; comprimento do foliólulo variando de 5,54 - 6,11 mm, largura de 1,52 - 1,67 mm e espessura de 0,05 - 0,08 mm; sem odor aparente; séssil, raque e pecíolos pubescentes.

A partir do segundo eófilo, observou-se o surgimento de nectário extrafloral. Este é elevado-côncavo, oblongo, com estipe ausente, localizado na porção mediana do pecíolo, de coloração variando de verde a vináceo com o desenvolvimento do eófilo. O nectário extrafloral estava presente em todos os eófilos seguintes e no metáfilo. Os eófilos seguintes eram todos bipinados, com variações entre eles pelo número de pinas. O segundo eófilo diferiu do primeiro por ser bipinado, com apenas um par de pinas (Figura 5F).

Terceiro eófilo: composto, pinado, bipinado, paripinado, com um par de pinas de 15-16 pares de foliólulos; peciolado. As demais características do folíolo e foliólulo se repetiram, à excessão do pecíolo, que tinha tamanho entre 8,69 - 9,60 mm e do número de foliólulos que variou entre 12 - 14 pares (Figuras 5G e H). Quinto eófilo: composto, pinado, bipinado, paripinado, peciolado, com dois pares de pinas com 15 - 16 pares de foliólulos. As demais características do folíolo e foliólulo se repetiram e permaneceram constantes, à excessão do número de folíolos, que foi aumentando até o surgimento do metáfilo. A variação foi de três pares de pinas no sexto eófilo até oito pares no décimo nono (Figura 5I).

Nono eófilo: observou-se o surgimento de nectário extrafloral no final da raque entre o último par de folíolos. A presença de acúleos, na face abaxial da raque, se tornou mais visível a partir do sétimo eófilo, época da abscisão cotiledonar. A fase 2 se deu até o 19º eófilo, com nove pares de pinas e 30 foliólulos. O metáfilo, folha adulta que caracteriza a fase seguinte, surgiu a partir da vigésima folha, com 10 - 12 pares de pinas e 30 pares de foliólulos (Figura 5J).

**Fase 3** - Metáfilo: composto, bipinado; paripinado, folíolos opostos; peciolados, com pecíolo acanalado e pulvino presente; estípulas verdes tornando-se vermelhas, interpeciolares, filiformes, caducas e estípula terminal também presente. O número de folíolos ficou entre 10 - 12 pares, com 30 pares de foliólulos com

presença de parafilídio; foliólulos opostos; glabros; coloração verde claro; levemente discolor; forma elíptica, estreito elíptica; margem inteira, ciliada, com pelos unicelulares, curtos levemente espaçados; bordo reto; ápice mucronado; base assimétrica; nervação eucampódroma; textura membranácea; sem odor aparente; séssil.

Estípulas presentes, tanto interpeciolares como uma estípula terminal, ao final do folíolo, entre as duas últimas pinas. Nectário extrafloral presente, elevado-côncavo, oblongo, com estipe ausente, localizado na porção mediana do pecíolo, de coloração variando de verde a vináceo.

O caule do tirodendro era esverdeado na base, hipocótilo inerme, com estrias longitudinais creme, lenticelado, lenticelas transversais mais claras que o caule. Na direção acrópeta, as estrias formavam arestas, e tornavam o caule acanalado. A cor variou de verde na base a avermelhada no ápice. Os acúleos surgiram a partir da inserção do primeiro eófilo, sendo dispersos. A filotaxia é alterna espiralada (Figura 5L).

### *Mimosa tenuiflora*

**Fase 1** - As sementes iniciaram a emergência no terceiro dia após a sementeira. A germinação é epigea, fanerocotiledonar e cotilédones foliáceos (Figura 6A). Cotilédones: cor verde com posterior amarelamento quando se aproximava do período de queda, que ocorre de 26 a 30 dias; concolor; glabro; inteiros, suborbiculares; com margem inteira; ápice truncado; base oblíqua; nervação penínervia pouco evidente em ambas as faces; textura carnosa; comprimento variando de 5,71-7,90 mm, largura de 4,57-7,71 mm e espessura de 0,29 - 0,39 mm; peciolados, com pecíolo variando de 1,11 a 2,21 mm. Hipocótilo: coloração verde; sessão transversal circular; comprimento de 17,65 - 22,97 mm, largura de 7,11 - 7,50 mm e espessura de 0,30 - 0,33 mm (Figura 6B). Hipocótilo glabro (Figura 6C).

**Fase 2** - Primeiro eófilo: composto; pinado; paripinado; com 5 - 6 pares de folíolos, opostos, presença de parafilídio; com tricomas filiformes com ou sem a presença de glândula na face abaxial; coloração verde claro; forma elíptica, oblongas, margem inteira, curtamente ciliada, bordo reto; ápice redondo; base assimétrica; nervação hifódroma; pecíolo de tamanho 9,22 - 11,02 mm; comprimento de 4,05 - 4,25 mm, largura de 1,94 - 2,35 mm e espessura de 0,7 - 0,16 mm;

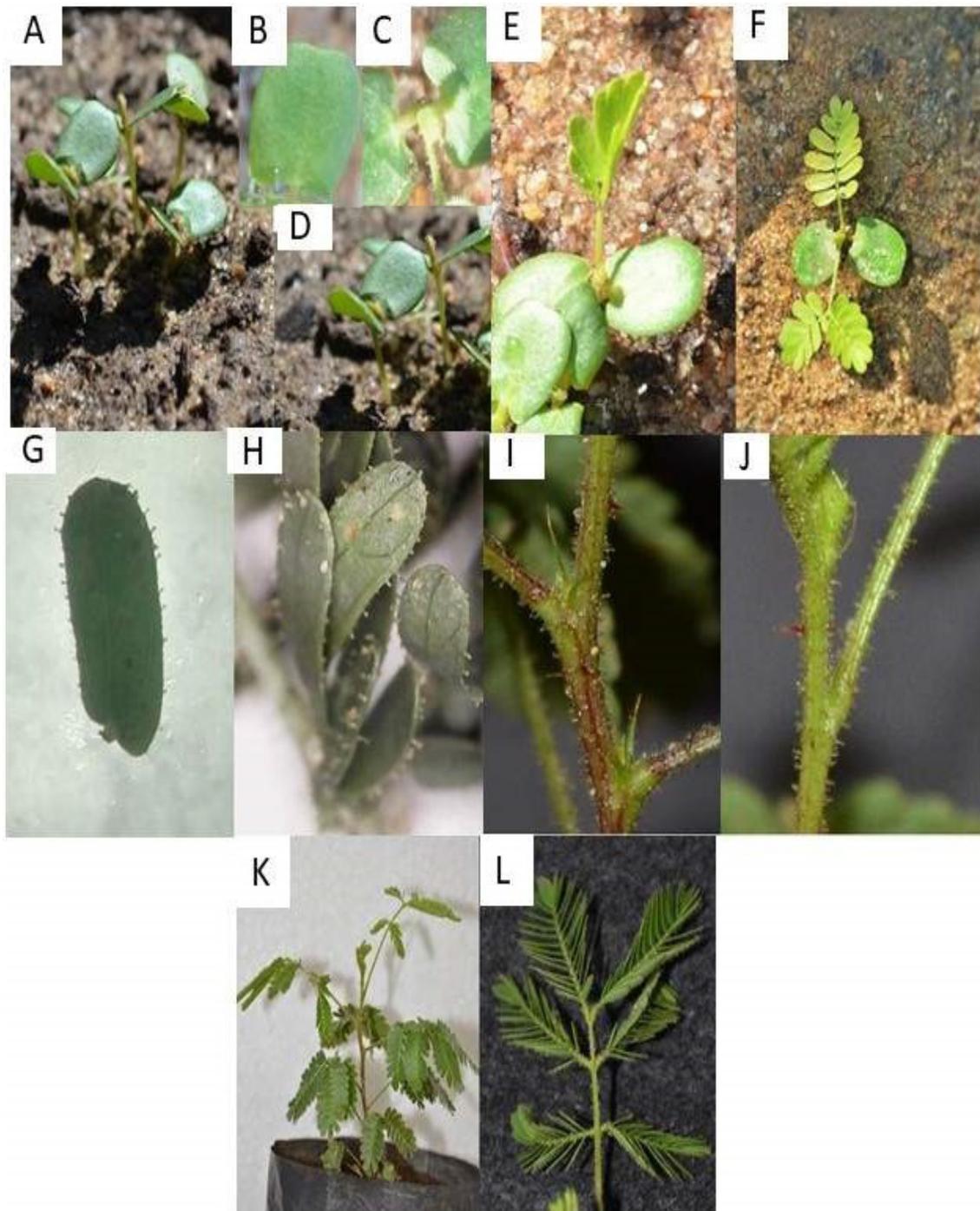
estípulas interpeciolares, verdes (Figura 6D) a vermelhas, triangulares e caducas, medindo de 0,04 - 0,77 mm; estípula terminal filiforme presente; nervação hifódroma; sem odor aparente; variando de 2,47 - 4,63 mm; pulvino ausente; ausência de nectários extraflorais e domácias; presença de glândulas translúcidas na parte abaxial (Figura 6E). Segundo eófilo: composto; bipinado; paripinado com um par de pinas; folíolos opostos; peciolados, tamanho do pecíolo de 4,31 - 5,49 mm, sem pulvino; estípulas interpeciolares, triangulares, ciliadas, verdes, tornando-se vermelhas antes da senescência com comprimento variando de 0,04 - 0,77 mm; caducas, deixando cicatrizes, estípula terminal no final da raque e de cada folíolo em todos os 11 observados (Figura 6F).

O número de foliólulos em cada folíolo variou de 5 - 6 pares; presença de parafilídio (Figura 6G). Foliólulos opostos; com tricomas filiformes com ou sem a presença de glândula na face abaxial (Figura 6H); coloração verde claro; levemente discolor; forma oblonga; margem inteira, ciliada, bordo reto; ápice mucronado; base assimétrica; nervação eucampódroma; textura membranácea; comprimento do foliólulo variando de 3,22 - 10,99 mm, largura de 1,68 - 2,10 mm e espessura de 0,7 - 0,12 mm; sem odor aparente; séssil (Figura 6I). O segundo eófilo difere do primeiro por ser bipinado, com apenas um par de pinas (Figura 6J). A partir do segundo eófilo, todos eram bipinados, com variações entre eles pelo número de pinas. O quarto eófilo diferiu dos anteriores por apresentar dois pares de pinas (Figura 6K). Os acúleos se tornaram visíveis a partir do sétimo eófilo, de coloração verde a vermelho, se confundindo às vezes com os tricomas filiformes quando no surgimento dos mesmos (Figura 6L).

O sétimo ao décimo primeiro eófilos apresentaram três pares de pinas, com até 13 pares de foliólulos (Figura 6M). A característica mais marcante nas plântulas desta espécie foi a presença de tricomas filiformes, com ou sem presença de glândulas distribuídas nos pecíolos, estípulas, raque e epicótilo (Figura 6N). A filotaxia era alterna espiralada (Figura 6O). Nesta espécie a fase de tirodendro não foi alcançada. Epicótilo acanalado; com coloração verde tornando-se avermelhada; tricomas filiformes curtos; acúleos dispersos (Figuras 6P, 6Q e 6R).

### *Mimosa ophthalmocentra*

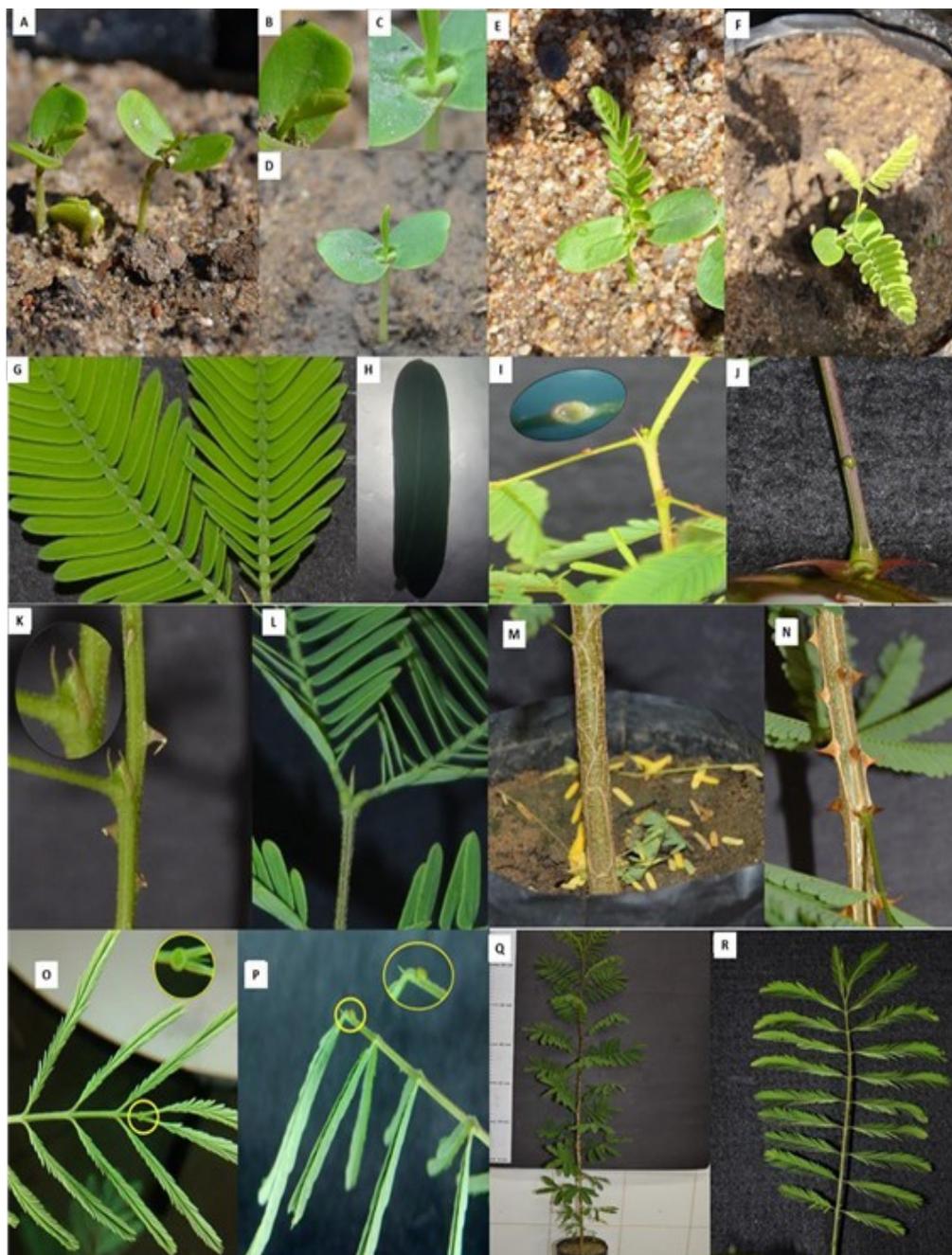
**Fase 1** - O início da emergência se deu ao terceiro dia após a sementeira (Figura 7A). O tipo de germinação



Fotos: Jessica Rodrigues Leitão e Maria do Carmo Leathy Cunha

**Figura 5.** *Piptadenia retusa*: germinação da semente, cotilédones foliáceos (A); ápice truncado (B); base oblíqua (C); hipocótilo (D); primeiro eófilo (E), segundo par de eófilos (F); folíolo com tricomas filiformes com presença de glândulas, nervação hidrófoma (G); tricomas ciliares ou glandulosos na margem e parte abaxial (H); estípulas triangulares (I); tricomas presentes no pecíolo, epicótilo com detalhe no acúleo (J); filotaxia alternada espiralada (K) e três pares de pinas, acrescentadas para o ápice (L).

**Figure 5.** *Piptadenia retusa*: Seed germination, foliate cotyledons (A); apicetruncated (B); (C) oblique base; (D) Hypocotyl; first eophyle (E), second pair of eophyles (F); leaflet with filiform trichomes with presence of glands, hyphodrome (G) nerve; ciliary or glandular trichomes on the margin and abaxial part (H); triangular stipulations (I); trichomes present in the petiole, epicotyl with detail in the aculeus (J); alternating spiral phyllotaxis (K) and three pairs of pins, added to the apex (L).



Fotos: Jessica Rodrigues Leitão e Maria do Carmo Learth Cunha

**Figura 6.** *Mimosa tenuiflora*: germinação da semente, cotilédones foliáceos (A); ápice arredondado (B); base lobada (C), hipocótilo (D); caracterização do eófilo, pinado (E); segundo eófilo, bipinado (F); pinas acrescidas para o ápice, com detalhe no parafilídio (G) foliólulo com nervação eucampodróma (H); nectário extrafloral elevado côncavo avermelhado (I), nectário extrafloral e raque acanalada (J); glândula extrafloral presente na parte adaxial apical vista de frente (K); glândula extrafloral vista de lado (L); hipocótilo inerme (M); caule do tirodendron, lenticelado, presença de acúleos (N); tirodendron com 80 cm (O) e 20° folha, caracterizada como eófilo, com 10 pares de folíolos (P, Q e R).

**Figure 6.** *Mimosa tenuiflora*: seed germination, foliate cotyledons (A); rounded apex (B); lobed base (C), hypocotyl (D); characterization of the eophile, pinned (E); second eófilo, bi-pinned (F); added pinnes for the apex, with detail in the paraphilidium (G) leaflet with eucampodrome nervation (H); reddish concave elevated extrafloral nectary (I), extrafloral nectary and grooved rachis (J); extrafloral gland present in the apical adaxial part seen from the front (K); extrafloral gland seen from the side (L); Inerme hypocotyl (M); stem of the tirodendron, lenticelated, presence of aculeus (N); Tirodendron with 80 cm (O) and 20° eophile, with 10 pairs of leaflets (P).

é fanerocotiledonar, epígea e cotilédones foliáceos. Cotilédones: verde claro; concolor; glabro; inteiro, suborbicular; textura carnosa; margem inteira; ápice obtuso, base lobada; nervação inconspícua; comprimento variando de 9,53 - 10,38 mm; largura de 7,11 - 7,50 mm e espessura de 0,30 - 0,33 mm; pedicelo de tamanho 0,57 - 0,97 mm (Figura 7B). Os cotilédones nesta espécie apresentaram senescência mais precoce que as demais, em torno de 15 - 20 dias (Figura 7C). Hipocótilo verde claro tornando-se avermelhado; sessão transversal circular e comprimento entre 8,23 - 19,70 mm.

**Fase 2** - Primeiro eófilo: composto; pinado; paripinado; número de folíolos variando de 6 - 7 pares, opostos; presença de parafilídio; folíolos glabros; coloração verde claro; levemente discolor; forma oblonga; margem inteira; bordo reto; ápice discretamente agudo; base oblíqua; nervação eucampódroma; textura membranácea; comprimento do folíolo variando de 5,22 - 5,44 mm, largura de 1,99 - 2,27 mm e espessura de 0,04 - 0,07 mm; sem odor aparente; peciolado, de comprimento que variou de 4,47 - 5,49 mm; pulvino avermelhado; estípulas interpeciolares, triangulares verdes, tornando-se vermelhas antes da senescência; tamanho de 0,15 - 0,80 mm; caducas, deixando cicatrizes; ausência de glândulas e domácias (Figuras 7D a 7F).

Segundo eófilo: composto; bipinado; paripinado; folíolos opostos; peciolados, com pecíolo, tamanho variando de 4,51 - 5,29 mm e com pulvino avermelhado com um par de estípulas diminutas na base; estípulas interpeciolares, triangulares, verdes, tornando-se vermelhas com comprimento variando de 0,14 - 0,76 mm; até o final do trabalho não foi observado queda das estípulas; estípulas terminais filiformes no final da raque e dos folíolos, observadas apenas no segundo eófilo (Figuras 7G e 7H).

O número de foliólulos em cada folíolo variou de 5 - 6 pares; opostos; sésseis; glabros; coloração verde escuro; concolor; forma oblonga; margem inteira, bordo reto; ápice mucronado; base assimétrica; nervação eucampódroma; textura membranácea; comprimento do foliólulos variou de 5,12 - 5,32 mm, largura de 2,00 - 2,15 mm e espessura de 0,04 - 0,07 mm; sem odor aparente. Presença de parafilídio (Figura 7I).

A partir do segundo eófilo, todos eram bipinados, com variações entre eles pelo número de pinas. O segundo eófilo diferiu do primeiro por ser bipinado, com apenas um par de pinas (Figura 7J). A partir do terceiro eófilo e

até o nono, observado neste estudo, o número de pinas ficou constante, com apenas dois pares, e número de foliólulos variou de 5 - 13 pares, aumentando com o crescimento da plântula. O tempo de observação para esta espécie foi de 55 dias.

**Fase 3** - A plântula de *Mimosa ophthalmocentra* apresentou estrutura com pecíolo alongado e número de foliólulos reduzidos, em comparação com as outras espécies deste estudo. O epicótilo era avermelhado e com acúleos visíveis a partir do segundo eófilo. Estes tinham, inicialmente, forma filiforme e de cor verde escura, que se tornou avermelhada com o avanço do crescimento (Figura 7K). O epicótilo tinha base verde e na direção do ápice se tornou avermelhado. A filotaxia era alterna dística (Figura 7L).

A coloração creme do embrião foi comum às três espécies e são do tipo axial invaginado. Variações foram observadas no tamanho do embrião, que é maior para *P. retusa* e menor para *M. tenuiflora*; a primeira foi a única com plúmula diferenciada em eófilos. O tipo de germinação também foi o mesmo entre as espécies estudadas: fanerocotiledonar, epígea e com cotilédones foliares, que tiveram início três dias após semeadura. Em *P. retusa* os cotilédones diferiram das demais espécies por apresentar ápice arredondado e base lobada além do comprimento maior que *M. tenuiflora* e menor que *M. ophthalmocentra*. *M. tenuiflora* diferiu das demais por possuir cotilédones com ápice truncado e base oblíqua, e o menor comprimento (5,71 - 7,90 mm). *M. ophthalmocentra* apresentou cotilédones diferentes das demais espécies, pelo ápice obtuso, base lobada e pelo maior comprimento (9,53 - 10,38 mm).

Observou-se presença de pulvino em *P. retusa*, de cor verde e em *M. ophthalmocentra* com coloração avermelhada, que apresenta também um par de estípulas diminutas, na base do pulvino. O caule das três espécies apresenta pubescência e acúleos, sendo que *M. tenuiflora* possui tricomas simples, às vezes glandulares, no epicótilo, face abaxial e margem dos folíolos, pecíolo e raque, exceto no hipocótilo. A presença de acúleos visíveis iniciou mais precocemente em *M. ophthalmocentra* (15 - 20 dias após emergência, tendo o plantio como referência inicial), e foi mais tardia em *M. tenuiflora*. A presença do nectário extrafloral ocorreu apenas em *P. retusa*, e aparece no pecíolo a partir do segundo eófilo e no final da raque a partir do nono. Glândulas translúcidas na face abaxial do folíolo



Fotos: Jessica Rodrigues Leitão e Maria do Carmo Learth Cunha

**Figura 7.** *Mimosa ophthalmocentra*: germinação da semente, cotilédones de reserva (A); epicótilo (B); base oblíqua (C), ápice truncado (D); eófilo composto, pinado (E); segundo eófilo, composto, bipinado (F); folíolo com nervação eucampdódroma (G), folíolos com coloração avermelhada no ápice (H); acúleos avermelhados, caule pubescente (I), detalhe nas estípulas triangulares na base do pecíolo (J), foliólulos (K) e plântula em fase de análise final (L).

**Figure 7.** *Mimosa ophthalmocentra*: seed germination, reserve cotyledons (A); epicotyls (B); oblique base (C), truncated apex (D); composite eophile, pinned (E); second eophile, compound, bipinate (F); leaflets with eucampdódroma nervation (G), leaflets with reddish color at the apex (H); reddish stem, pubescent stem (I), detail in the triangular stipules at the base of the petiole (J), leaflets (K) and seedling in the final analysis phase (L).

ocorreram apenas em *M. tenuiflora*. *M. ophthalmocentra* foi a que apresentou epicótilo com menor espessura, menor número pinas (2), e de foliólulos (no máximo 10), até o nono eófilo observado neste estudo (Figura 8).

Foi constatada a presença de insetos nas espécies, sendo considerados praga apenas para *M. tenuiflora*, pois ocasionaram crestamento nas folhas, prejudicando a

análise e condução do experimento, e corroborando para posterior estudo sobre a presença de insetos possivelmente atraídos por alguma exsudação dos tricomas glandulares, não abordado especificamente neste estudo.

*P. retusa* atingiu a fase de tirodendro (fase 3) aos 120 dias, com o metáfalo. As outras duas espécies foram descritas até a fase 2, consideradas plântulas. As espécies

são aculeadas, com formação visivelmente precoce em *M. ophthalmocentra*, sendo de maior tamanho em *P. retusa* e variando de cor verde a vermelha para as três espécies, podendo ser amarelada para *P. retusa*. O

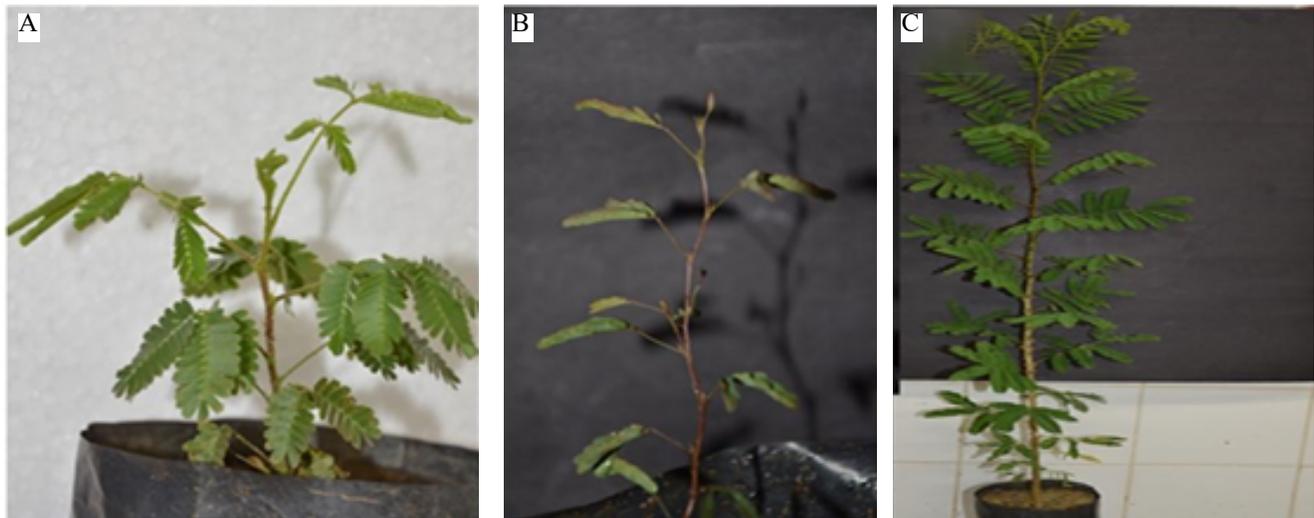
número de acúleos foi indefinido, sendo encontrados principalmente nos entrenós, quando denominados acúleos dispersos. Se estendem pela superfície inferior do pecíolo e da raque foliar (Figura 9).



Fotos: Jessica R. Leitão e Maria do C. L. Cunha

**Figura 8.** Cotilédones de *Piptadenia retusa* (A), de *Mimosa tenuiflora* (B) e de *M. ophthalmocentra* (C).

**Figure 8.** Cotyledons of *Piptadenia retusa* (A), *Mimosa tenuiflora* (B) and *M. ophthalmocentra* (C).



Fotos: Jessica Rodrigues Leitão e Maria do Carmo Learth Cunha

**Figura 9.** Estágios finais de análise das plântulas de *Mimosa tenuiflora* (A), *M. ophthalmocentra* (B) e tirodendro de *Piptadenia retusa* (C).

**Figure 9.** Final stages of analysis of the seedlings of *Mimosa tenuiflora* (A), *M. ophthalmocentra* (B) and tirodendro of *Piptadenia retusa* (C).

## Discussão

Estudos sobre o bioma Caatinga são ainda escassos em várias áreas do conhecimento (Dantas et al., 2020; Oliveira et al., 2020), inclusive com a perspectiva da

tecnologia de sementes (Lima & Meiado, 2018), sua ecologia (Nascimento & Dantas, 2018) e morfologia (Cunha & Ferreira, 2021). Endemismos, ação antrópica e mudanças climáticas tem feito este bioma sucumbir, sem que estudos profundos sejam concluídos sobre os

processos ecológicos ou outras áreas do conhecimento (Mesquita et al., 2018; Oliveira et al., 2020).

Sementes da Caatinga, por sua vez, podem apresentar adaptações fenotípicas ao ambiente ao qual estão inseridas (Mesquita et al., 2018; Dantas et al., 2019), assim como as plântulas, que após emergência podem se adaptar a tais condições ambientais (Dantas et al., 2019). Dentre estas, podemos destacar a salinidade (Dantas et al., 2020; Oliveira et al., 2020), as altas temperaturas (Oliveira et al., 2020), a alta radiação solar (Nogueira et al., 2012; Ferreira et al., 2021a) e os constantes momentos de déficit hídrico (Ferreira et al., 2021b), facilmente encontrados no ambiente da Caatinga (Mesquita et al., 2018; Dantas et al., 2019).

Em virtude da incipiente literatura sobre as sementes da Caatinga, poucos são os artigos que descrevem a morfologia de sementes e plântulas deste bioma (Oliveira et al., 2018). Neste contexto, as descrições de sementes, plântulas e tirodendros para as espécies *Mimosa tenuiflora*, *M. ophthalmocentra* e *Piptadenia retusa* se fazem necessárias e importantes para descrição das espécies em questão. Dados apresentados sobre a morfologia das sementes e plântulas de Fabaceae Mimosoideae demonstram grande variação entre elas, conforme descrito na literatura. Silva & Sales (2008), ao estudarem o gênero *Mimosa*, relatam a complexidade destas espécies, devido ao elevado número de táxons e à grande diversidade morfológica relacionada à ampla distribuição geográfica e diferentes habitats. Os autores concluíram que os caracteres morfológicos mais relevantes para o reconhecimento das espécies de *Mimosa* foram o número de pinas e de foliólulos. Adicionalmente, vários estudos apontam a importância das características das sementes para gerar conhecimento e dar suporte a diferentes trabalhos. Barreto & Ferreira (2011) estudaram sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong com o objetivo de facilitar o entendimento e reconhecimento sobre as espécies, para aplicação em estudos de regeneração natural e fins taxonômicos. O estudo serviu para diferenciar as espécies citadas. Quanto à biometria de sementes, Paulino et al. (2013) estudaram diferentes lotes de sementes de *Combretum leprosum* Mart. para avaliar a variabilidade genética dentro das populações, visando ao planejamento da coleta de sementes com base em suas características físicas.

Matheus & Lopes (2007) ampliaram o estudo abordando também a morfologia de frutos, sementes e plântulas de *Erythrina variegata* L., com o intuito de colaborar para a caracterização dos aspectos ecológicos da planta, como a dispersão das sementes, estabelecimento de plântulas e fase da sucessão ecológica. Diversos estudos apontam a importância das características dos estádios iniciais das plantas para a diferenciação entre espécies e famílias. Gates (1951), ao estudar as plântulas de Caesalpinioideae e de Mimosoideae, descobriu que elas são epígeas, com cotilédones foliáceos, enquanto nas Papilionoideae predominam espécies com plântulas hipógeas, com cotilédones carnosos. Melo et al. (2004) analisaram a morfologia de sementes, germinação e plântulas de *Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang. com o intuito de gerar conhecimento sobre espécie, muito usada para compor sistemas agroflorestais, cujo sucesso de implantação depende de informações básicas sobre a mesma. Estudos realizados com espécies de *Rhynchosia* (Leguminosae, Papilionoideae) por Rodrigues (2012) mostram que a diversidade morfológica encontrada nas plântulas permite identifica-las em nível específico, das quatro espécies estudadas. O trabalho de Queiroz (2009) relata que os acúleos não são órgãos modificados e sim especializações da epiderme, assim como nas plantas analisadas nesta pesquisa, em tirodendros, ou seja, em sua fase de crescimento após a fase de plântulas e antes da fase adulta.

## Conclusões

As características externas e internas das sementes e das plântulas torna possível a diferenciação entre as espécies estudadas e são passíveis de uso para identificação das mesmas. A fase mais semelhante entre elas foi a germinação. As características das sementes que melhor separaram as espécies foram: as variações na posição do pleurograma, todas hipocremiformes, mas mediano em *Piptadenia retusa* e apical-basal em *Mimosa tenuiflora* e *M. ophthalmocentra*, sendo, nesta última, com braços mais abertos.

Os acúleos, presentes em todas, foi mais precoce em *M. ophthalmocentra* e de maior tamanho em *P. retusa*. A filotaxia é do tipo alterna espiralada em *M. tenuiflora* e *P. retusa* e alterna dística em *M. ophthalmocentra*. A única espécie a apresentar nectário extrafloral foi *P.*

*retusa*, enquanto a presença de glândulas translúcidas nos foliólulos foi restrita a *M. tenuiflora*, assim como tricomas glandulares em toda a sua extensão. *M. ophthalmocentra* apresentou o menor número de pinas por folha e foliólulos, com margem avermelhada no ápice.

### Conflito de interesses

Os autores não têm conflito de interesse a declarar.

### Contribuição de Autoria

**Jessica Rodrigues Leitão:** Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, escrita – primeira redação e escrita – revisão e edição.

**Maria do Carmo Learth Cunha:** Conceituação, análise formal, investigação, metodologia, supervisão, escrita – primeira redação e escrita – revisão e edição.

**Thiago Costa Ferreira:** Escrita – revisão e edição.

### Referências

- Azevêdo, S. M. A. & De Azevêdo, M. A. A. Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 3, 2014.
- Barreto, S. S. B. & Ferreira, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de leguminosae e mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Velloso) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 365 p.
- Cunha, A. L. A. & Ferreira, T. C. Patologia de sementes na atualidade: revisão bibliométrica. **Holos**, v. 1, p. 1-19, 2021.
- Dantas, B. F. et al. Biosaline production of seedlings of native species from the Caatinga dry forest. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 1-17, 2019. <https://doi.org/10.5902/1980509831221>.
- Dantas, B. F. et al. Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of dry forest species with climate change. **Oecologia**, v. 192, p. 529-541, 2020. <https://doi.org/10.5902/1980509431221>.
- Duke, J. A. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 52, n. 3, p. 314-350, 1965.
- Duke, J. A. On tropical tree seedlings I. Seeds, seedlings, systems, and systematics. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 56, p. 125-161, 1969.
- Ferreira, T. C. et al. Hydropriming para a promoção da emergência e do vigor em sementes provenientes de populações do bioma Caatinga. **Research, Society and Development**, vv. 10, n. 4, e17910414142, 2021a. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14142>.
- Ferreira, T. C. et al. Ultrasound and water immersion to promoting vigor in seeds and seedlings of *Cnidoscolus quercifolius*. **Biofix Scientific Journal**, v. 6, n. 1, p. 69-74, 2021b. <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v6i1.77513>.
- Garwood, N. C. Functional morphology of tropical tree seedlings. In: Swaine, M. D. (ed.). **The ecology of tropical forest tree seedling**. Parthenon: UNESCO, 1996. p. 59-129.
- Gates, R. R. Epigeal germination in the Leguminosae. **Botanical Gazette**, v. 113, n. 2, p. 151-157, 1951.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira 560 aproximação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em: 21 jul. 2020.
- Lima, M. P. M. D. Morfologia dos frutos e sementes dos gêneros da tribo Mimoseae (Leguminosae-Mimosoideae) aplicada à sistemática. **Rodriguésia**, v. 37, n. 62, p. 53-78, 1985. <https://doi.org/10.1590/2175-78601985376206>.
- Lima, A. T. & Mejado, M. V. Effects of seed hydration memory on initial growth under water deficit of cactus from two populations that occur in different ecosystems in Northeast Brazil. **Plant Species Biology**, v. 33, n. 4, p. 268-275, 2018. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12219>.
- Maia, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z, 2004. 413 p.
- Matheus, M. T. & Lopes, J. C. Morfologia de frutos, sementes e plântulas e germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 3, p. 8-17, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000300002>.
- Melo, M. da G. G. de et al. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**, v. 34, p. 9-14, 2004.
- Mesquita, A. C. et al. Ecophysiology of caatinga native species under semi-arid conditions. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 6, p. 81-89, 2018. <https://doi.org/10.14393/BJ-v34n6a2018-39889>.
- Miranda, G. **Potencial energético de três espécies florestais da região semi-árida do Nordeste do Brasil**. Porto Alegre: Artmed, 1989.
- Nascimento, J. P. B. & Dantas, B. F. **Angico-de-bezerra *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson**. Londrina: ABRATES, 2018. 4 p. (ABRATES. Nota técnica, 8). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223023/1/Angico-de-bezerra-2018.pdf>.
- Ng, F. S. P. Strategies of establishment in Malayan forest trees. **Tropical Trees as Living Systems**, v. 1, n. 1, p.129-162, 1978.
- Nogueira, F. C. B. et al. Efeito da temperatura e luz na germinação de sementes de *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke - Fabaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 772-778, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000400006>.
- Oliveira, J. V. et al. Fauna and conservation in the context of formal education: a study of urban and rural students in the semi-arid region of Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 16, p. 1-15, 2020. <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00374-4>.

- Oliveira, J. R. D. et al. Characterization of seeds, seedlings and initial growth of *Jacaranda mimosifolia* D. Don. (Bignoniaceae). **Revista Árvore**, v. 42, n. 4, 2018. <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000400003>.
- Paulino, R. C. et al. Características biométricas e descrição morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Combretum leprosum* Mart. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 48-57, 2013.
- Queiroz, L. P. D. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana, BA: Universidad Estadual de Feira de Santana, 2009. 913 p.
- Silva, J. S. & Sales, M. F. D. O gênero *Mimosa* (Leguminosae-Mimosoideae) na microrregião do Vale do Ipanema, Pernambuco. **Rodriguésia**, v. 59, n. 3, p. 435-448, 2008. <https://doi.org/10.1590/2175-7860200859302>.
- Souza, L. A. **Morfologia e anatomia vegetal**: célula, tecidos, órgãos e plântula. Ponta Grossa: Ed. da UEPG, 2009. 258 p.
- Vogel, E. F. **Seedlings of dicotyledons**: structure, development, types descriptions of 150 woody Malesian taxa. Wageningen: Pudoc, 1980.
- Zida, D. et al. Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. **Forest Ecology and Management**, v. 255, n. 7, p. 2151-2162, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.12.029>.