

## FLORA

# Germinação de *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. sob interação de estresse térmico e osmótico

Germination of *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. under interaction of thermal and osmotic stress

Germinación de *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. bajo la interacción del estrés térmico y osmótico

Matheus Braga Cordeiro Caetano<sup>1</sup>, Maria da Penha Moreira Gonçalves<sup>2</sup> e Marcone Moreira Santos<sup>3</sup>

### Resumo

O processo de germinação depende diretamente de fatores ambientais, sendo água e temperatura os principais reguladores das reações bioquímicas que controlam a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas. *Astronium urundeuva*, espécie arbórea de alto valor econômico e ecológico, foi avaliada quanto à interação entre temperatura e estresse hídrico na germinação de sementes de três procedências da Caatinga. O experimento utilizou três regimes térmicos (25, 30 e 25–30 °C) e cinco potenciais osmóticos (0, –0,1, –0,2, –0,4 e –0,6 MPa). A temperatura constante de 25 °C promoveu maior germinabilidade, enquanto 30 °C reduziu a germinação para cerca de 50%. A alternância térmica não diferiu de 25 °C. Os potenciais –0,2 e –0,4 MPa diminuíram a germinação pela metade, e –0,6 MPa foi praticamente inibitório. A procedência 1 apresentou melhor desempenho nos potenciais intermediários, enquanto a procedência 3 foi mais sensível ao estresse hídrico a 30 °C, evidenciando diferenças de tolerância entre populações.

**Palavras-chave:** *Astronium urundeuva*. Sementes florestais. Estresse abiótico.

### Abstract

The germination process depends directly on environmental factors, with water and temperature being the main regulators of the biochemical reactions that control germination and early seedling development. *Astronium urundeuva*, a tree species of high economic and ecological value, was evaluated regarding the interaction between temperature and water stress on seed germination from three Caatinga provenances. The experiment used three temperature regimes (25, 30, and 25–30 °C) and five osmotic potentials (0, –0.1, –0.2, –0.4, and –0.6 MPa). Constant 25 °C promoted the highest germinability, whereas 30 °C reduced germination to about 50%. Thermal alternation did not differ from 25 °C. Osmotic potentials of –0.2 and –0.4 MPa decreased germination by half, and –0.6 MPa was nearly inhibitory. Provenance 1 performed better under intermediate potentials, while Provenance 3 was more sensitive to water stress at 30 °C, indicating differences in stress tolerance among populations.


**Keywords:** *Astronium urundeuva*. Forest seeds. Abiotic stress.


### Resumen

El proceso de germinación depende directamente de los factores ambientales, siendo el agua y la temperatura los principales reguladores de las reacciones bioquímicas que controlan la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. *Astronium urundeuva*, una especie arbórea de alto valor económico y ecológico, fue evaluada en relación con la interacción entre la temperatura y el estrés hídrico en la germinación de semillas de tres procedencias de la Caatinga. El experimento utilizó tres regímenes de temperatura (25, 30 y 25–30 °C) y cinco potenciales osmóticos (0, –0,1, –0,2, –0,4 y –0,6 MPa). La temperatura constante de 25 °C promovió la mayor germinabilidad, mientras que 30 °C redujo la germinación a aproximadamente un 50%. La alternancia térmica no difirió de 25 °C. Los potenciales de –0,2 y –0,4 MPa disminuyeron la germinación a la mitad, y –0,6 MPa fue casi inhibitorio. La procedencia 1 presentó mejor desempeño en los potenciales intermedios, mientras que la procedencia 3 fue más sensible al estrés hídrico a 30 °C, evidenciando diferencias en la tolerancia entre poblaciones.

**Palabras clave:** *Astronium urundeuva*, Semillas forestales. Estrés abiótico.

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) , Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: matheusbr48@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) , Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: penha.moreira@ufrpe.br

<sup>3</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) , Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: marcone.moreira@ufrpe.br

## 1. INTRODUÇÃO

Os fatores ambientais, bióticos e abióticos possuem papel fundamental nas fases germinativas das sementes. Consequentemente, é importante conhecer as condições ideais nas quais as espécies florestais germinam e se estabelecem na natureza (Gonçalves *et al.* 2020). Dentre os fatores ambientais, água e temperatura possuem papel fundamental no processo germinativo, por estarem relacionados com o desencadeamento de processos bioquímicos e reações enzimáticas específicas que impulsionam todo o processo germinativo (Bewley *et al.* 2013).

*Astronium urundeuva* que tem como basônimo *Myracrodruon urundeuva* (Mitchell; Daly, 2017; Silva-Luz *et al.* 2020). É uma espécie arbórea da família Anacardiaceae, também conhecida popularmente por Aroeira-do-sertão. É uma espécie que possui alto valor econômico pelas propriedades farmacêuticas de suas folhas, cascas e raízes (Lima *et al.* 2019), e pela sua utilização na recuperação de áreas degradadas. Esta espécie é heliófila e de tolerância intermediária a baixas temperaturas e apresenta crescimento lento. É encontrada principalmente no Nordeste, mas também pode ser encontrada nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (Flora do Brasil, 2024). Apesar de sua ampla dispersão na América do Sul, a exploração da aroeira -do-sertão tem comprometido a conservação das populações em seus habitats (CNCflora, 2012).

Na Caatinga, domínio morfoclimático que ocorre principalmente na região Nordeste do Brasil, muitas espécies apresentam maior eficiência germinativa em temperaturas entre 30 e 35 °C, evidenciando que essas plantas têm maior tolerância a altas temperaturas em comparação com espécies de florestas úmidas (Nascimento, J. P. B.; Meiado; Siqueira-Filho, 2018; Dantas *et al.* 2020).

Dados do IPCC apontam diferentes cenários para o clima global com base nas emissões de GEE. Estima-se que, por volta de 2100, a temperatura média aumente entre 1.8° C e 5.7° C, com base nos RCP 4.5; 6.0 e 8.5 (Representative Concentration Pathway), onde RCP é um caminho de concentração de GEE representativo, utilizado para modelar o aquecimento global. Os dados apontam consequências severas para ambientes semiáridos como o da Caatinga, onde a região pode passar por redução acentuada no volume e distribuição de chuvas aumento na temperatura média (IPCC, 2023). As alterações climáticas, em diferentes escalas, tanto a nível global até o nível local, podem ter consequências importantes em todas as fases do desenvolvimento das plantas, afetando a fenologia, o processo germinativo das sementes até o crescimento e estabelecimento das espécies promovendo barreiras para a regeneração natural, principalmente em áreas degradadas e consequentemente dificultando o trabalho de recuperação e restauração florestal (Maraghni; Gorai; Neffati, 2010; Oliveira, F. P. *et al.* 2014).

A limitação de água acarreta modificações metabólicas, morfológicas e fisiológicas nas plantas, incluindo as sementes (Ferreira, W. N. *et al.* 2015). A insuficiência deste recurso na época de reprodução pode limitar a floração e frutificação, pois nesse período a planta tem um acréscimo no processo fotossintético, além de poder alterar o transporte e a distribuição de fotoassimilados (Silva, G. A. *et al.* 2020; Melo; Benites; Barbosa, 2020). A diminuição do potencial hídrico do meio, promove a redução da e/ou o atraso da germinação de muitas espécies de plantas (Perez; Fanti; Casali, 2001; Stefanello *et al.* 2006; Rego *et al.* 2007).

Embora sementes das espécies de Caatinga tenham demonstrado alta tolerância aos estresses abióticos, em poucas espécies se tem registrado os limites térmicos e hídricos em que a germinação é cessada bem como se há diferença entre diferentes acessos/populações dentro e fora do bioma Caatinga quanto a esses limites de tolerância (Dantas, 2019). A vulnerabilidade de uma espécie a fatores de estresses abióticos não é apenas uma função da severidade e duração do estresse (Kranter *et al.* 2010), mas também uma função da adaptação genética ao estresse e do fenótipo que pode ser expresso de forma diferente sob diferentes condições ambientais (Seal, 2012).

Estudos sobre *A. urundeuva* como os realizados por Domingos e M. A. P. Silva (2020) e A. V. Nascimento *et al.* (2022) em uma revisão sistemática sobre a espécie, destacam referências sobre diversos aspectos envolvendo

o processo de germinação da espécie, seja avaliando diferentes temperaturas (Oliveira, G. M. *et al.* 2019), temperaturas e substratos (Bandeira *et al.* 2017; Nascimento, V. S. A. *et al.* 2020; Pacheco *et al.* 2006), assim como o efeito da interação da temperatura e estresse hídrico (Virgens *et al.* 2012; Cardoso *et al.* 2012; Dantas *et al.* 2020). Contudo, é importante investigar a resposta de diferentes acessos em relação à tolerância às condições estressantes durante a germinação, como o estresse hídrico e térmico simultâneo, bem como avaliar a resposta desses acessos a tratamentos que possam auxiliar para o incremento da tolerância a essas condições estressantes.

Uma técnica que pode ser utilizada é a alternância de temperatura, que pode ser aplicada como um tratamento para superação de dormência e promotora durante o processo de germinação. Porém, a resposta pode variar entre espécies, estudos como de Souza *et al.* (2020) e Abdo e Paula (2006) apontam que a alternância contribuiu para a germinação em espécies de Piperaceae e *Croton floribundus* (Spreng), Euphorbiaceae. Já R. N. Silva *et al.* (2024) não obtiveram diferença significativa com temperaturas alternadas para *Sophora tomentosa* e *Mimosa caesalpinifolia*.

O trabalho teve o objetivo de analisar o efeito da interação entre temperatura e o estresse hídrico sobre a germinação de três procedências de *A. urundeuva* de diferentes populações de ambiente de Caatinga e compará-los para identificar possível distinção nos níveis de tolerância ao estresse e efeito da alternância de temperatura nos parâmetros germinativos.

## 2. METODOLOGIA

Foram utilizadas sementes de *Astronium urundeuva* obtidas através de parceria com a Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) que é uma iniciativa promovida e gerenciada pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/ UNIVASF). Foram selecionadas sementes de três procedências de populações de *A. urundeuva* situadas nos municípios de (Petrolina/PE (-9,053829034W; -40,66123163S), coletadas em 12/09/2022; Petrolina/PE (-9,116970237S; -40,67197536W), 13/09/2022; Sertânia/PE (-8,08087221S; -37,38282459W), 27/09/2021, onde os lotes foram compostos por sementes de 15 matrizes para cada procedência. Foram denominados como procedência 1: Petrolina 1(12/09/2022); procedência 2: Sertânia; e procedência 3: Petrolina 2 (13/09/2022). Os municípios de Petrolina e Sertânia, região das procedências utilizadas neste trabalho, estão inseridos no domínio morfoclimático da Caatinga, o clima é característico de semiárido seco e quente, tipo Bsh na classificação de Köppen-Geiger (Köppen, 1936). A temperatura média anual em Petrolina tem oscilado entre os 26° C e 28° C, precipitação média anual é de 500 mm e altitude média de 380 metros (Pimentel; Assis, 2022). Já no município de Sertânia, essa variação é entre os 25° C e 26° C, precipitação média anual de 490 mm e altitude média de 500 metros (APAC, 2023).

O experimento foi conduzido no laboratório de sementes florestais (LASF) do Departamento de Ciências Florestais (DCFL) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), onde as sementes adquiridas foram quantificadas e separadas para cada análise posterior. Foram armazenadas em sacos de papel Kraft em geladeira conforme Guedes *et al.* (2012) indicam por ser bom método para conservar a viabilidade das sementes de *A. urundeuva*

### 2.1 Biometria das sementes

Foi realizada a biometria das sementes de cada procedência com base nas variáveis área, perímetro, comprimento, largura, circularidade, redondeza e solidez. Foi utilizado o software “imageJ” para mensuração das variáveis. Félix *et al.* (2023) apontam a eficiência da técnica para análise de imagem de sementes de espécies florestais da Caatinga. Foram separadas amostras de 100 sementes de cada procedência em quatro repetições de 25 sementes, fotografadas. Com auxílio do software, foram calculados os valores das variáveis para cada

procedência. O peso de mil sementes foi determinado através da pesagem de oito amostras de 100 sementes conforme o documento Regras para Análises de sementes (RAS) (Brasil, 2009).

Foi determinado o teor de umidade das sementes através do método de secagem em estufa a 105° C (Brasil, 2009). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes em recipientes previamente secos e pesados. As amostras foram levadas à estufa 105±3°C onde permaneceram por 24 horas e posteriormente foram levadas ao dessecador até esfriar para que fosse feita a pesagem do material.

## 2.2 Testes de germinação

Os primeiros testes realizados avaliaram a germinação das sementes das três procedências nas temperaturas de 25°C, 30 °C constante, e alternando entre 25° e 30°C a cada período de 24h. Para cada tratamento nas diferentes temperaturas, as sementes foram submetidas a potenciais osmóticos distintos (: 0,0; -0,1; -0,2; -0,4; -0,6 MPa). Para obtenção das soluções referentes aos potenciais osmóticos, foi utilizado o polietilenoglicol (PEG 6000 – “LABSYNTH”), utilizado por Senigalia *et al.* (2020). Para alcançar os potenciais, foi utilizada a tabela citada por Villalobos e Peláez (2001) como referência. O acompanhamento foi realizado por 10 dias seguidos, tomando como indicador de germinação as sementes que apresentarem a protrusão da radícula.

Foi utilizado como substrato o papel mata-borrão (Germitest®), onde as sementes foram dispostas sobre papel hidratado com um volume de água de 3,5 vezes o peso do papel, aproximadamente 7 ml de água destilada. Foram utilizados recipientes do tipo caixa plástica transparente (gerbox) (11 cm x 11 cm x 3 cm), posteriormente levadas para germinar em condições controladas de temperatura e fotoperíodo em germinadores verticais tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) modelo Mylabor®. Foi adotado um fotoperíodo de 12 horas. As variáveis consideradas na avaliação foram a germinabilidade(%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e coeficiente de uniformidade de germinação (CUG) (Maguire, 1962).

O delineamento experimental empregado para o teste de germinação foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 25 sementes cada, analisado em esquema fatorial, três temperaturas (25, 30, 25-30° C) e cinco potenciais osmóticos (0, -0,1; -0,2; -0,4; -0,6MPa). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR e a construção de gráficos com auxílio do Software R. Studio.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Biometria e caracterização das procedências

O teor de água das sementes de cada procedência foi de 18,94%; 13,48% e 14,45% para as procedências um, dois e três, respectivamente. O peso de mil sementes foi de 17,13; 15,40 e 13,07g. Variações no peso das sementes podem ocorrer entre lotes, essas variações podem estar ligadas a fatores genéticos, de desenvolvimento e condições ambientais, de modo que o teor de água pode refletir essas diferenças (Marangoni *et al.* 2014).

Não foi observada diferença significativa entre as procedências 1 e 2 para nenhuma das variáveis biométricas das sementes. Com relação à procedência três, a área, o perímetro e a circularidade apresentaram diferença significativa quando comparadas com as procedências 1(Petrolina) e 2(Sertânia), (tabela 1). Com relação aos dados de Largura, comprimento e solidez, as três procedências não diferiram estatisticamente.

Variações morfométricas em frutos e sementes são comuns em populações naturais, podendo ser explicadas pela diversidade genética intrínseca dos indivíduos e pelos fatores abióticos que permitem a diversidade fenotípica (Gnan; Priest; Kover, 2014; Pimenta *et al.* 2025). Além disso, sementes de um mesmo tamanho podem apresentar diferenças na forma de alocação de recursos, promovendo alterações nas características das mudas produzidas (Harper; Lovell; Moore, 1970).

**Tabela 1** – Dados biométricos de 03 (três) procedências de sementes de *A. urundeuva* analisados por meio da análise digital de imagens

Procedência	Área cm <sup>2</sup>	Perímetro cm	Circularidade 0-1	Redondeza 0-1	Solidez 0-1	Largura cm	Comprimento cm
Procedência 1	0,127 a	1,514 a	0,707 a	0,865 a	0,950 a	0,398 a	0,419 a
Procedência 2	0,126 a	1,485 a	0,733 a	0,880 a	0,948 a	0,405 a	0,391 a
Procedência 3	0,153 b	1,799 b	0,605 b	0,875 a	0,943 a	0,386 a	0,389 a

**Legenda:** Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Fonte:** Elaboração pelos autores, (2025).

As condições ambientais da área onde as matrizes de coleta estão inseridas podem promover alterações no desenvolvimento dos frutos e sementes provocando diferenças em características como tamanho, peso, potencial fisiológico e sanidade (Marcos Filho, 2015). A morfometria das sementes pode ser um instrumento para estudo da relação entre os parâmetros morfométricos e o processo germinativo (Sundriyal, 2018). Tais variações podem representar a variabilidade genética de sementes de diferentes populações submetidas a condições ambientais distintas e consequentemente expressar características como maior qualidade fisiológica (Martins Leão et al. 2023).

Variações em tamanho de sementes, dormência e longevidade dentro de uma mesma espécie podem estar ligadas à plasticidade fenotípica, que é a capacidade das plantas matrizes alterarem o seu desenvolvimento, apresentando respostas fisiológicas em função de fatores ambientais. Por exemplo, temperaturas baixas durante o crescimento pré-zigótico de *Wahlenbergia tumidifruca* estenderam a longevidade média das sementes e aumentaram a variação entre indivíduos em uma população, mas não em outra (Long et al. 2015).

Bispo et al. (2017) avaliando sementes de *Anadenanthera colubrina* indicam variação na qualidade fisiológica e vigor de sementes coletadas em diferentes anos devido às variações climáticas às quais as matrizes foram submetidas. Alterações no tamanho dessas sementes afetaram diretamente no crescimento da plântula tanto em condições controladas quanto em casa de vegetação.

### 3.2 Testes de germinação

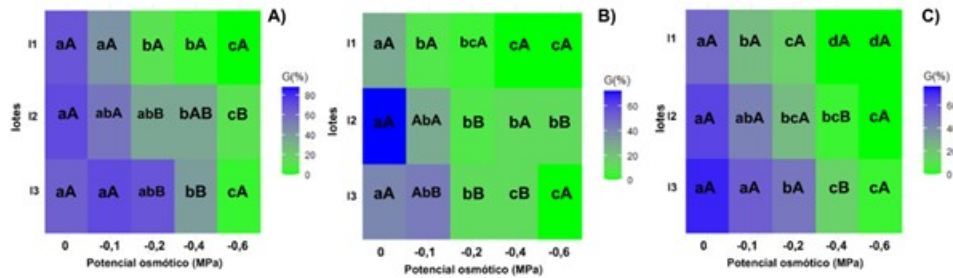
Analisando os resultados das três procedências quanto ao estresse hídrico, os maiores percentuais de germinação ocorreram no tratamento controle (Água destilada) e no potencial -0,1 MPa. A partir de -0,2 MPa houve redução significativa, principalmente entre as médias das procedências 2 e 3, chegando à nulidade em -0,4 MPa e -0,6 MPa em alguns casos. Com relação ao efeito da temperatura associada ao estresse hídrico, os dados evidenciaram que a temperatura com melhor resposta germinativa foi a de 25° C enquanto houve uma redução significativa dos parâmetros germinativos em todos os potenciais com a temperatura de 30° C em todas as procedências, mostrando uma influência negativa da temperatura para germinação das sementes. O teste com alternância de temperatura a cada 24h (25°-30°) apresentou dados superiores aos de 30° C e semelhantes ao teste com 25° C constante nos potenciais -0,1MPa e controle.

O índice de velocidade de germinação (IVG), nas três procedências, apresentou comportamento semelhante à germinabilidade. O teste com 25° C, tabela 2, apresentou os melhores resultados e 30° C os menores valores. Já o teste com alternância de temperatura apresentou dados semelhantes aos 25° C nas procedências 2 e 3 e semelhante aos 30° C na procedência 1. A análise de variância (ANOVA)(p<0,05) demonstrou haver diferença significativa entre os tratamentos, para a germinabilidade (%), em 25° C, os dados da coluna da figura 1. apresentam que todas as procedências não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos controle e potencial -0,1MPa. O tratamento -0,2MPa apresentou diferença significativa em relação ao controle e -0,1MPa e semelhantes ao -0,4MPa. Em todas as procedências, o tratamento -0,6MPa diferiu de todos os outros tratamentos. Para 30° C, houve redução significativa na germinabilidade, na procedência 1 o tratamento controle diferiu de

-0,1MPa que, por sua vez, foi semelhante ao -0,2MPa. Os tratamentos -0,4MPa e -0,6MPa não diferiram, por terem germinação nula. Para a procedência 2, os tratamentos -0,2; -0,4 e -0,6MPa não diferiram entre si.

No caso da alternância de temperaturas 25-30°C, observaram-se resultados semelhantes aos dados de 25° C para o tratamento 0MPa e -0,1MPa nas procedências 2 e 3 e diferiu na procedência 1. A partir de -0,2MPa houve forte diferenciação entre os tratamentos para as três procedências, com tendência de nulidade de G% no tratamento -0,6MPa.

**Figura 1** – Médias de germinabilidade de três procedências (I1, I2 e I3) de *Astronium urundeuva* para A – 25° C; B – 30° C; C – 25-30° C, sob diferentes potenciais osmóticos.



**Legenda:** Médias em linha comparam potenciais osmóticos na mesma procedência e letras na mesma coluna comparam procedências no mesmo potencial osmótico. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. **Fonte:** Elaboração pelos autores, (2025).

Avaliando o percentual de germinação, nos potenciais 0 e -0,2 MPa, assim como nos potenciais -0,4 e -0,6 MPa, é possível observar o reflexo no IVG em função do tratamento aplicado. Verifica-se que, apesar de as sementes apresentarem uma germinabilidade alta e com valores semelhantes, os resultados de IVG obtidos no potencial de 0 MPa apresentaram-se maiores que o potencial -0,2 MPa, assim como no potencial de -0,4 MPa e -0,6 MPa. Esses resultados podem ser associados ao efeito da restrição hídrica, provocando um retardo no início do processo germinativo. Com relação às variáveis de germinação analisadas (IVG, TMG, CUG), tabela 2, os dados evidenciam a continuação do padrão de decréscimo observado na germinabilidade para as demais variáveis conforme se reduz o potencial osmótico e com a temperatura constante de 30° C que se mostrou estressante.

**Tabela 2** – Médias de variáveis de germinação de sementes de três procedências de *A. urundeuva* durante 10 dias de avaliação (continua)

	$\Psi_s$ (MPa)	CUG (dia <sup>-2</sup> )			TMG (dias)			IVG (sem.dia <sup>-1</sup> )		
		25	30	25-30	25	30	25-30	25	30	25-30
<b>Procedência 1</b>	0	3,65aA	1,66bA	3,31aA	2,44aA	2,19aA	2,23aA	13,96aA	7,15bA	8,82bA
	-0,1	2,94aA	1,14bA	2,32aA	2,45aA	2,79aA	2,54aA	12,30aA	3,92bA	6,50bA
	-0,2	2,43aA	0,50bA	1,15bA	2,97aA	3,34aA	2,87aA	9,20aA	2,10bA	3,78bA
	-0,4	0,89aA	0,04aA	0,30aA	3,16aA	3,17aA	2,15bA	4,94aA	0,54bB	1,35bA
	-0,6	0,003aA	0,01aA	0,06aA	0,5aA	5bA	4,5bA	0,13aA	0,05aA	0,27aA
<b>Procedência 2</b>	0	3,51aA	2,22bA	2,29bA	2,11aA	2,07aA	1,64aA	9,40abB	7,65bA	10,60aA
	-0,1	1,93aB	0,5bA	0,97bA	2,54abA	2,04aA	2,38aA	6,07aB	3,56bA	4,21abA
	-0,2	1,45aB	0,05bA	0,31bA	3,80bcA	3,75aA	2,34aA	4,78aB	0,46bB	2,03bA
	-0,4	0,73aA	0,14aA	0,15aA	3,0bA	3,04bA	3,38aA	2,86aA	1,71aA	1,03aA
	-0,6	0,09aA	0,3aA	-	4,33cB	3,33aB	0,00bB	0,60aA	0,52aA	0,00aA

**Tabela 2** – Médias de variáveis de germinação de sementes de três procedências de *A. urundeuva* durante 10 dias de avaliação (conclusão)

Procedência 3	0	2,65aB	1,48bA	1,81abA	2,50abA	2,13aA	2,39aA	6,79aB	4,60bA	7,06aA
	-0,1	2,3aAB	0,1bA	0,60bA	2,71abA	2,46aA	2,11aA	5,87aB	0,96bB	4,25aB
	-0,2	0,47aC	0,03aA	0,19aA	2,20aA	3,00bA	2,44abA	1,67aB	0,22bB	1,50abA
	-0,4	0,28aA	0,00aA	0,00aA	2,85bA	0,0bB	3,00aA	1,56aB	0,0bB	0,08bB
	-0,6	0,003aA	0,00aA	0,00aA	0,00A	0,0bC	0,00bB	0,13aA	0,0aA	0,00aA

**Legenda:** Médias seguidas de letra minúscula na mesma linha comparam tratamentos térmicos na mesma procedência e potencial osmótico e maiúsculas na mesma coluna comparam os dados no mesmo potencial osmótico entre procedências, letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

**Fonte:** Elaboração pelos autores (2025).

O índice de velocidade de germinação é influenciado pelo potencial osmótico do meio. Na medida que se aumentou a concentração da solução de PEG, o índice decaiu e o tempo médio de germinação aumentou, mais explicitamente para a procedência 2. Assim, demonstra-se que com o efeito de restrição hídrica, fisiologicamente, as sementes passaram por um atraso no metabolismo enzimático, expansão e divisão das células que promoverão a protrusão da raiz primária, levando um tempo maior para as sementes germinarem em relação ao tratamento controle Pacheco *et al.* (2006). Bewley e Black (1994) indicam que a inibição da protrusão da raiz primária decorrente de uma disponibilidade menor de água está frequentemente relacionada às reduções na atividade de algumas enzimas, com prejuízo ao metabolismo geral das sementes.

Os trabalhos de F. P. Oliveira *et al.* (2014), R. M. Silva *et al.* (2015), Guedes *et al.* (2012) e G. M. Oliveira *et al.* (2019), indicam que *Astronium urundeuva* apresenta germinação em uma ampla faixa de temperaturas (10 a 45°C), sendo 20 e 25° C a faixa ótima. Ao analisar o estresse térmico isoladamente, os resultados de Virgens *et al.* (2012) demonstram que a partir de 30° C ocorre um decréscimo de 50% na germinação em função da temperatura, chegando à nulidade, neste caso, nos 40°C. Em relação ao estresse hídrico, os trabalhos de Virgens *et al.* (2012); G. M. Oliveira *et al.* (2019) e Senigalia *et al.* (2020) indicam que o potencial limite para germinação de *A. urundeuva* é o de -0,6 MPa. Quando são aplicados dois fatores estressantes (30° C e potencial abaixo de -0,1 MPa) os dados demonstraram uma redução drástica nas variáveis analisadas, comprometendo significativamente o desempenho da germinação em relação aos testes com 25° C e temperatura alternada em potenciais abaixo de -0,1 MPa.

Em outras espécies, a interação entre o estresse hídrico e temperaturas superiores a 30° C indicam a influência da temperatura na redução dos parâmetros germinativos causados por baixos potenciais osmóticos. Cunha, T. C. Ferreira e R. P. D. S. Silva (2021) Ao avaliarem o estresse hídrico e térmico na germinação de *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidale* identificaram que as sementes foram afetadas pela interação do estresse térmico e hídrico o que reduziu gradativamente a germinação à medida que tal interação se tornava mais severa refletindo nos valores de IVG e VMG, no caso de *Cenostigma pyramidale* foram reduzidos pelas temperaturas constantes, independente do estresse hídrico, e, à medida que foi exposta a estresses térmicos mais severos (35°C e 40°C), aliado ao estresse hídrico, a germinação foi nula.

Foi possível identificar que nas três procedências o efeito da temperatura de 30°C acentuou o efeito da restrição hídrica a partir de -0,1 MPa, promovendo redução das variáveis germinativas, principalmente o IVG. A redução nos valores de IVG, CUG e germinabilidade pode ser atribuída a perda de vigor causada pela temperatura de 30° C que pode ser estressante, pois, em potenciais osmóticos menores que -0,1 MPa, o meio retarda a velocidade de absorção de água, assim os processos bioquímicos característicos da fase 2 da germinação

descritos por [Bewley e Black \(1994\)](#) foram prejudicados como a reativação das atividades metabólicas, mobilização de reservas e a retomada de crescimento da raiz primária.

O teste sob alternância de temperatura não apresentou diferença estatística para as três procedências em relação à temperatura de 25°C constante, porém apresentaram diferença estatística em relação aos 30°C constante, sendo melhor. Os resultados obtidos foram opostos aos resultados de [G. A. Silva et al. \(2020\)](#) que testaram três regimes de alternância de temperatura (20-25; 20-30; 20-35°C), na germinação de sementes *A. urundeuva* com um ano de armazenamento, identificando que a variação 20-30°C foi positiva para germinabilidade em relação à temperatura constante de 25°C e 30°C, porém semelhante aos resultados obtidos a 20°C constante.

Os resultados foram semelhantes aos de [Fernandes et al. \(2022\)](#). Trabalhando com sementes de *Psidium guajava* verificaram que o tratamento com alternância (20-30°C), foi eficiente para germinação, porém não diferiu estatisticamente das temperaturas 20 e 25°C constantes, porém foi superior aos resultados obtidos com 30°C constante. Em outras espécies pode-se identificar que a alternância de temperatura pode apresentar melhores resultados nos parâmetros germinativos. [Vitória et al. \(2018\)](#) com *Schinus terebinthifolius* em sementes maduras, a alternância 20-30°C foi benéfica em relação à 25°C constante e [Lima et al., \(2019\)](#) com *Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul. var. *férrea* em relação a 25°C e 30°C constantes. [Santos et al. \(2017\)](#) verificaram que sementes de *Melanoxylon brauna* Schott. que passaram por um período de 72h embebendo a 35°C e posteriormente transferidas para 25°C promoveram maior velocidade e percentual de germinação.

Comparando a resposta ao estresse entre as três procedências, foi observado que nos potenciais -0,2 e -0,4 Mpa a procedência 1 (Petrolina), apresentou diferença estatística, sendo superior em relação às procedências 2 e 3 em germinabilidade (%) e o IVG. Esse resultado pode estar relacionado à variabilidade genética das populações, o teor de água e o armazenamento, tendo em vista que as sementes da procedência 2 foram coletadas com um ano de diferença das outras duas. [G. M. Oliveira et al. \(2018\)](#) para *A. urundeuva* indicam haver redução na tolerância de acordo com o período de armazenamento, além disso, a procedência 1 foi a que apresentou maior teor de água nas sementes, o que pode ter influenciado com maior disponibilidade de recursos para apresentar resultados superiores em relação as outras duas procedências.

[Diniz et al. \(2015\)](#) testando oito matrizes de uma mesma população de *A. urundeuva* coletadas na mesma região no mesmo período, verificou que a germinação apresentou diferença estatística tanto em condições de laboratório quanto em viveiro, indicando que possivelmente que o ambiente (clima, tipo de solo, disponibilidade hídrica e nutricional,) e/ou tamanho, idade, variabilidade genética dos indivíduos afetaram a qualidade das sementes produzidas. Assim, quando expostas às condições estressantes, é possível que estes fatores comprometam a faixa de tolerância ao estresse durante a germinação.

Em outras espécies, como *Cenostigma pyramidale*, sementes de diferentes populações geraram resultados divergentes na tolerância a fatores abióticos como temperatura, estresse hídrico e salino quanto à germinação, vigor e metabolismo, indicando a vulnerabilidade de algumas populações ([Matias, 2019](#)). [Perrella, Bäurle e Zanten \(2022\)](#) apontam o papel relevante do fator epigenético na resposta das plantas ao estresse térmico, envolvendo transformações morfológicas e desenvolvimento de mecanismos de proteção celular e desenvolvimento da memória desses mecanismos. Desta forma, estas modificações epigenéticas podem permitir que as plantas se adaptem a eventos de estresse térmico recorrentes, tanto na mesma geração quanto em gerações futuras.

O fator epigenético como fator de influência de tolerância pode ser levantado como possível resposta na medida que é observado que as procedências 1 e 3 da apresentam diferença estatística de tolerância ao estresse nos potenciais -0,2 e -0,4Mpa tendo em vista que são populações da mesma região, mas que pequenas diferenças ambientais do sítio podem refletir na diferença entre os padrões de germinação([Fernandes et al. 2022](#)). É notável que a resposta a fatores estressantes pode diferir entre indivíduos de uma mesma população e entre popula-

ções, visto que as características ambientais da região e local de desenvolvimento das matrizes irá influenciar na qualidade dos frutos bem como se deve levar em consideração fatores de herdabilidade genética.

#### 4. CONCLUSÃO

Na temperatura de 25 °C foi obtida maior taxa de germinabilidade para as sementes de *A. urundeuva*. Em 30 °C, por volta de 50% das sementes germinaram. O teste de alternância diária de temperatura (25-30°C) não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento a 25°C, não apresentando ganhos ou prejuízos nas variáveis analisadas, não se apresentando viável para promoção de germinação apesar de apresentar resultado superior aos observados à 30°C que se mostrou estressante.

Com relação às procedências, avaliando as médias para uniformidade, velocidade e tempo médio de germinação a procedência 1 apresentou médias maiores nos potenciais -0,1; -0,2 e -0,4 MPa na temperatura de 25°C constante, os demais não apresentaram diferença estatística significativa. O que indica que pode haver influência do fator genético, visto que as procedências 1 e 2 que são de populações diferentes da mesma região (Petrolina) diferiram em relação à resposta ao estresse hídrico e térmico. A procedência 3 (Petrolina) foi a que apresentou maior susceptibilidade ao estresse a 30° C em relação às outras procedências. Os dados sugerem que o fator epigenético teve influência considerando a diferença entre a resposta das procedências, indicando que é importante a identificação de populações com características genéticas de tolerância ao estresse para que se aumentem as chances de sucesso em projetos de recuperação de áreas degradadas ou restauração florestal.

Os potenciais 0 e -0,1 MPa apresentaram melhores resultados, não afetando negativamente e não diferiram estatisticamente em todas as procedências e temperaturas testadas, com exceção da procedência 1 (Petrolina) em temperatura alternada onde o tratamento reduziu a germinabilidade nesses potenciais, mas não afetou os demais parâmetros, essa redução pode estar ligada ao período em que as sementes ficaram expostas à temperatura estressante de 30° C. Os potenciais osmóticos -0,2 e -0,4 MPa representaram uma redução de 50% de germinabilidade e resultados inferiores nas variáveis analisadas em relação ao controle e -0,1MPa em todas as procedências e temperaturas. O potencial de -0,6MPa apresentou germinabilidade em média de 2% ou nula em todas as procedências, demonstrando ser um potencial limite.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento de Ciências Florestais (DCFL) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela estrutura do laboratório de sementes florestais, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudo concedida ao autor 1. Agradecem também ao núcleo de ecologia e monitoramento ambiental (NEMA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) pela disponibilização das sementes para o desenvolvimento dessa pesquisa.

#### Referências

ABDO, M. T. V. N.; PAULA, R. C. de. Temperaturas para a germinação de sementes de capixingui (*Croton floribundus* - Spreng - Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 135–140, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/3JxLvZt3q7gNzBTL9PRsvNQ/?format=pdf&lang=pt>. Citado 1 vez na página 3.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991–2020**. Recife, 2023. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/images/webAtlas-Climatologico-do-Estado-de-Pernambuco-APAC.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2025. Citado 1 vez na página 3.

BANDEIRA, A. S.; NUNES, R. T. C.; PÚBLIO JÚNIOR, E.; MORAIS, O. M. Avaliação do potencial fisiológico das unidades de propagação de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) com e sem exocarpo e mesocarpo, em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 53–60, 2017. DOI: 10.19084/RCA15040. Citado 1 vez na página 3.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seed: Physiology of Development and Germination**. New York: Plenum, 1994. 445 p. Citado 2 vezes nas páginas 7, 8.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. New York: Springer, 2013. 392 p. Citado 1 vez na página 2.

BISPO, J. S.; COSTA, D. C. C.; GOMES, S. E. V.; OLIVEIRA, G. M.; MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; DANTAS, B. F. Size and vigor of *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan seeds harvested in Caatinga areas. **Journal of Seed Science**, v. 39, n. 4, p. 363–373, 2017. DOI: 10.1590/2317-1545v39n4173727. Citado 1 vez na página 5.

BRASIL. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 398 p. Citado 2 vezes na página 4.

CARDOSO, N. S.; OLIVEIRA, L. M.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R.; SOUZA, C. L. M.; OLIVEIRA, A. R. M. F. Osmocondicionamento na germinação de sementes, crescimento inicial e conteúdo de pigmentos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 4, p. 457–461, 2012. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115555>. Citado 1 vez na página 3.

CUNHA, M. do C. L.; FERREIRA, T. C.; SILVA, R. P. D. S. Cenários de mudanças climáticas influenciando a germinação e vigor de sementes de *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidalis*. **Revista Principia**, v. 1, n. 54, p. 62–70, 2021. DOI: 10.18265/1517-0306a2021v1n54p62-70. Citado 1 vez na página 7.

DANTAS, B. F. Germinação de sementes da Caatinga em um clima futuro. In: ANAIS do Simpósio do Bioma Caatinga. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019. Evento realizado em 2018. Citado 1 vez na página 2.

DANTAS, B. F. *et al.* Rainfall, not soil temperature, will limit the seed germination of Caatinga dry forest species with climate change. **Oecologia**, v. 41, n. 1, p. 32–43, 2020. DOI: 10.1007/s00442-019-04575-x. Citado 2 vezes nas páginas 2, 3.

DINIZ, R. de Q.; DINIZ, B. L.; AZEREDO, J. L.; SOUZA, V. C.; PEREIRA, E. M. Potencial germinativo de sementes de Aroeira *Myracrodruon urundeuva* Fr. coletadas de população no cariri paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 154, 2015. DOI: 10.18378/rvads.v10i1.3442. Citado 1 vez na página 8.

DOMINGOS, F. R.; SILVA, M. A. P. Uso, conhecimento e conservação de *Myracrodruon urundeuva*: uma revisão sistemática. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.8851. Citado 1 vez na página 2.

FÉLIX, F. C.; CASTRO, M. L. L.; SOUZA, W. M. A. T.; FERRARI, C. S. Biometria de sementes de espécies florestais da Caatinga por meio da análise de imagens. **Journal of Seed Science**, v. 46, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/369784709\\_Biometria\\_de\\_sementes\\_de\\_especies\\_florestais\\_da\\_Caatinga\\_por\\_meio\\_da\\_analise\\_de\\_imagens](https://www.researchgate.net/publication/369784709_Biometria_de_sementes_de_especies_florestais_da_Caatinga_por_meio_da_analise_de_imagens). Citado 1 vez na página 3.

FERNANDES, A. C.; TONETTI, O. A. O.; JOSÉ, A. C.; FARIA, J. M. R. *et al.* Desiccation tolerance and germination of *Psidium guajava* seeds from different regions of Brazil. **CERNE**, v. 28, 2022. DOI: 10.1590/01047760202228012977. Citado 2 vezes na página 8.

FERREIRA, W. N.; LACERDA, C. F.; COSTA, R. C.; MEDEIROS FILHO, S. Effect of water stress on seedling growth in two species with different abundances: the importance of stress resistance syndrome in seasonally dry tropical

forest. **Acta Botanica Brasílica**, v. 29, n. 3, p. 375–382, 2015. DOI: 10.1590/0102-33062014abb0045. Citado 1 vez na página 2.

GNAN, S.; PRIEST, A.; KOVER, P. X. The genetic basis of natural variation in seed size and seed number and their trade-off using *Arabidopsis thaliana* MAGIC lines. **Genetics**, v. 198, n. 4, p. 1751–1758, 2014. Citado 1 vez na página 4.

GONÇALVES, M. da P. M.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. de P.; SILVA, L. B. da; SILVA, K. M.; JÚNIOR, F. S. S.; GRUGIKI, M. A.; SILVA, M. I. O. da. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1216–1226, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-085. Citado 1 vez na página 2.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; BRUNO, R. L. A.; GONÇALVES, E. P.; COSTA, E. G.; MEDEIROS, M. S. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, p. 68–75, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n1/v14n1a10>. Citado 2 vezes nas páginas 3, 7.

HARPER, J. L.; LOVELL, P. H.; MOORE, K. G. The shapes and sizes of seeds. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 1, n. 1, p. 327–356, 1970. Citado 1 vez na página 4.

KÖPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (ed.). **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Borntraeger, 1936. Citado 1 vez na página 3.

KRANNER, I.; MINIBAYEVA, F. V.; BECKETT, R. P.; SEAL, C. E. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. **New Phytologist**, v. 188, n. 3, p. 655–673, 2010. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2010.03461.x. Citado 1 vez na página 2.

LIMA, M. L. S.; ALVES, E. U.; ARAÚJO, L. R.; FREIRE, E. S.; ALVES, M. M.; SILVA, B. F. Germinação e vigor de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *ferrea* submetidas a diferentes regimes de luz e temperaturas. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1180–1186, 2019. DOI: 10.5902/1980509812242. Citado 1 vez na página 2.

LONG, R. L. *et al.* The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. **Biological Reviews**, v. 90, n. 1, p. 31–59, 2015. DOI: 10.1111/brv.12095. Citado 1 vez na página 5.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176–177, 1962. Citado 1 vez na página 4.

MARAGHNI, M.; GORAI, M.; NEFFATI, M. Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*. **South African Journal of Botany**, v. 76, n. 3, p. 453–459, 2010. DOI: 10.1016/j.sajb.2010.02.092. Citado 1 vez na página 2.

MARANGONI, L. D.; MUNIZ, M. F. B.; BINOTTO, R.; GEORGIN, J.; MACIEL, C. G. Influência do teor de umidade na germinação de sementes de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 2, n. 4, p. 224–228, 2014. Citado 1 vez na página 4.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2015. 659 p. Citado 1 vez na página 5.

MARTINS LEÃO, N. V.; SOUSA FELIPE, S. H.; GALLO, R.; CORDEIRO SHIMIZU, E. S. Genetic variability of *Tachigali vulgaris* trees based on seed morphophysiological traits. **Southern Forests**, v. 85, n. 3-4, p. 185–193, 2023. DOI: 10.2989/20702620.2023.2226335. Citado 1 vez na página 5.

MATIAS, J. R. **Vulnerabilidade de sementes de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) aos estresses abióticos**. 2019. 68 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. Citado 1 vez na página 8.

MELO, A. S.; BENITES, L. C.; BARBOSA, V. S. Environmental seasonality influences on reproductive attributes of *Moringa oleifera*. **Brazilian Journal of Forestry Research**, v. 40, p. 1–7, 2020. Disponível em: <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/>. Citado 1 vez na página 2.

MITCHELL, D. J.; DALY, D. C. Notes on *Astronium* Jacq. (Anacardiaceae), including a dwarf new species from the Brazilian Shield. **Brittonia**, v. 69, n. 4, p. 457–464, 2017. Citado 1 vez na página 2.

NASCIMENTO, A. V.; MENDONÇA, A. M. C.; SANTOS, P. A. A.; SANTANA, M. C. O que sabemos sobre as sementes de *Myracrodruon urundeuva* (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae)? Revisão sobre uma espécie ameaçada e com importância socioeconômica. **Biodiversidade Brasileira (BioBrasil)**, v. 12, n. 4, 2022. Citado 1 vez na página 2.

NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V.; SIQUEIRA-FILHO, J. A. Seed germination of three endangered subspecies of *Discocactus* Pfeiff. (Cactaceae) in response to environmental factors. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, p. 253–262, 2018. DOI: 10.1590/2317-1545v40n3183036. Citado 1 vez na página 2.

NASCIMENTO, V. S. A.; MENDONÇA, A. M. C.; SILVA JÚNIOR, C. D.; SANTANA, M. C.; SANTOS, P. A. A. In vitro germination and micropropagation of *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). **Plant Cell Culture and Micropropagation**, v. 16, e156, 2020. DOI: 10.46526/pccm.2020.v16.156. Citado 1 vez na página 3.

OLIVEIRA, F. P.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOARES, P.; SOUZA, A. L. Mapeamento de fragmentos florestais com monodominância de aroeira a partir da classificação supervisionada de imagens RapidEye. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 151–161, 2014. DOI: 10.1590/S0100-67622013000100016. Citado 2 vezes nas páginas 2, 7.

OLIVEIRA, G. M.; SANTOS, F. F. S.; GOMES, S. E. V.; CRUZ, C. R. P.; DANTAS, B. F. Sementes armazenadas de *Myracrodruon urundeuva* apresentam diferentes tolerâncias ao estresse hídrico. **Informativo Abrates**, v. 28, n. 1, p. 41–45, 2018. Citado 1 vez na página 8.

OLIVEIRA, G. M. *et al.* Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 1, p. 29–36, 2019. DOI: 10.1590/2317-1545v41n1191945. Citado 3 vezes nas páginas 3, 7.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; PINTO, K. M. S. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 359–367, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 3, 7.

PEREZ, S. C. J. G. D. A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. **Bragantia**, v. 60, n. 3, p. 155–166, 2001. DOI: 10.1590/S0006-87052001000300002. Citado 1 vez na página 2.

PERRELLA, G.; BÄURLE, I.; ZANTEN, M. van. Epigenetic regulation of thermomorphogenesis and heat stress tolerance. **New Phytologist**, v. 234, p. 1144–1160, 2022. DOI: 10.1111/nph.17970. Acesso em: 25 abr. 2025. Citado 1 vez na página 8.

PIMENTA, A. J. C.; CASTRO, P. H. C.; MEIRELES, A. L.; SANTOS, M. D. C.; SILVA FILHO, D. P.; SOARES, S. L.; ARAÚJO, D. G. Morfometria de sementes, frutos e aspectos morfológicos de plântulas de *Sloanea guianensis* Aubl. (Benth) (Elaeocarpaceae). In: DO Solo à Colheita: Princípios e Práticas da Produção Vegetal. Editora Científica Digital, 2025. p. 60–72. DOI: 10.37885/241218547. Citado 1 vez na página 4.

PIMENTEL, F. O.; ASSIS, W. L. Análise da variabilidade climática no município de Petrolina–PE entre os anos de 1973–2021. **Revista de Geografia (PPGEO-UFJF)**, n. 12, p. 281–303, 2022. DOI: 10.34019/2236-837x.2022.v12.39026. Citado 1 vez na página 3.

REGO, S. S.; FERREIRA, M. M.; NOGUEIRA, A. C.; GROSSI, F. Influência de potenciais osmóticos na germinação de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Veloso) Brenan (angico-branco). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 549–551, 2007. Citado 1 vez na página 2.

SANTOS, M. M.; BORGES, E. E. D. L. E.; ATAÍDE, G. D. M.; SOUZA, G. A. D. Germination of seeds of *Melanoxylon brauna* Schott under heat stress: production of reactive oxygen species and antioxidant activity. **Forests**, v. 8, n. 11, p. 405, 2017. DOI: 10.3390/f8110405. Citado 1 vez na página 8.

SEAL, C. E. **Assessing the vulnerability of species to climate change**. 2012. p. 6. Samara. Citado 1 vez na página 2.

SENIGALIA, R. L. C.; KRATZ, D.; COELHO, M. de F. B. C.; CAMILI, E. C.; ARANTES, C. R. de A.; SANTOS, A. S. R. M. dos. Restrição hídrica em teste de sanidade de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49617–49627, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-564. Citado 2 vezes nas páginas 4, 7.

SILVA, G. A.; PACHECO, M. V.; LUZ, M. N.; NONATO, E. R. L.; DELFINO, R. C. H.; PEREIRA, C. T. Fatores ambientais na germinação de sementes e mecanismos de defesa para garantir sua perpetuação. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e93491110524, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10524. Citado 2 vezes nas páginas 2, 8.

SILVA, R. M.; ANGELOTTI, F.; BARROS, J. R. A.; OLIVEIRA, N. P. S.; RÊGO, M. T. C.; OLIVEIRA, F. O. E. C. e; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemao) e incidência de fungos em elevadas temperaturas. In: ANAIS do Simpósio de Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. Citado 1 vez na página 7.

SILVA, R. N.; ARAÚJO, A. S.; ALVES, H. S. O.; DAIBES, L. F.; MOURA, F. B. P.; TEODORO, I. Germinação de sementes de duas espécies de leguminosas tropicais submetidas a alternância de temperatura. **Diversitas Journal**, v. 9, n. 2, 2024. Citado 1 vez na página 3.

SILVA-LUZ, C. L.; PIRANI, J. R.; PELL, S. K.; MITCHELL, J. D. **Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115185>. Citado 1 vez na página 2.

SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; MORAIS, M. B.; PALHARES NETO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Biochemical and morphophysiological strategies of *Myracrodruon urundeuva* plants under water deficit. **Biologia Plantarum**, v. 64, p. 20–31, 2020. DOI: 10.32615/bp.2019.070. Citado 1 vez na página 3.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. D.; MUNIZ, M. F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 135–141, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v28n2/a18v28n2.pdf>. Citado 1 vez na página 2.

SUNDRIYAL, R. C. Effect of seed size on germination and seedling fitness in four tropical rainforest tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 40, 2018. Citado 1 vez na página 5.

VILLALOBOS, A. E.; PELÁEZ, D. V. Influences of temperature and water stress on germination and establishment of *Prosopis caldenia* Burk. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 1, p. 321–328, 2001. Citado 1 vez na página 4.

VIRGENS, I. O.; CASTRO, R. D.; FERNANDEZ, L. G.; PELACANI, C. R. Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 681–692, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 3, 7.

VITÓRIA, R. Z.; OLIVEIRA, F. T. G.; POSSE, S. C. P.; DOUSSEAU, S. Physiological quality of aroeira seeds depending on the maturity of fruit under different germination temperatures. **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 575–582, 2018. DOI: 10.3738/1982.2278.2870. Citado 1 vez na página 8.

## Apêndice – Detalhes Editoriais

### Histórico

**Submetido:** 20/10/2025

**Aprovado:** 22/12/2025

**Publicado:** 05/01/2026

### Como citar esse artigo (ABNT)

CAETANO, Matheus Braga Cordeiro; GONÇALVES, Maria da Penha Moreira; SANTOS, Marcene Moreira. . Germinação de *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. sob interação de estresse térmico e osmótico. **FLOVET - Flora, Vegetação e Etnobotânica**, Cuiabá/MT, v. 4, n. 15, e2026002, 2026. <https://doi.org/10.59621/flovet.2026.v4.n15.e2026002>

### Como citar esse artigo (APA)

Caetano, M. B. C., Gonçalves, M. da P. M., & Santos, M. M. (2026). Germinação de *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl. sob interação de estresse térmico e osmótico. *FLOVET - Flora, Vegetação e Etnobotânica*, 4(15), e2026002. <https://doi.org/10.59621/flovet.2026.v4.n15.e2026002>

### Editora Chefe

Profa. Dra. Maria Corette Pasa 