

HIDRATAÇÃO DESCONTÍNUA EM SEMENTES DE TRÊS POPULAÇÕES NATURAIS DE *Astronium urundeava* (M.Allemão) Engl.

DISCONTINUOUS HYDRATION IN SEEDS FROM THREE NATURAL POPULATIONS OF Astronium urundeava (M.Allemão) Engl.

Matheus Braga Cordeiro Caetano, Maria da Penha Moreira Gonçalves, Marcone Moreira Santos

Universidade Federal Rural de Pernambuco matheusbr48@gmail.com

RESUMO

Diversas técnicas são empregadas para aprimorar a germinação de sementes, dentre elas o condicionamento hídrico, técnica que consiste na aplicação de ciclos de hidratação e desidratação das sementes afim ativar o metabolismo e desencadear uma memória de estresse. É possível que ao passar por condicionamento, sementes adquiram maior tolerância ao estresse durante o processo germinativo. Com a pesquisa objetivou-se avaliar o efeito do hidrocondicionamento na germinação de sementes de *Astronium urundeava* de três populações naturais de Pernambuco sob diferentes potenciais osmóticos (0, -0,1, -0,2, -0,4 e -0,6MPa). Os potenciais foram induzidos por solução de polietilenoglicol (PEG 6000). Foram avaliados parâmetros germinativos após 10 dias. Foram selecionadas amostras de sementes de cada população aplicando 0, 1, 2 ciclos de hidrocondicionamento (HD) e testada a germinação sob a temperatura de 25 °C. Foi realizada a análise de variância e a comparação de médias ao teste de Tukey a nível de 5% de significância. Identificou-se que tanto um, quanto dois ciclos de hidratação descontínua influenciaram positivamente nos parâmetros germinativos das sementes apenas da procedência 3, sendo o resultado positivo, superior ao tratamento sem hidrocondicionamento, restrito aos potenciais 0 e -0,2MPa. A procedência 1, comparada as outras, apresentou maiores médias dos parâmetros analisados, porém, não apresentou resposta positiva para o tratamento de HD. Os dados indicaram a possibilidade da interferência do fator epigenético e de qualidade fisiológica do lote de sementes utilizado, novos estudos com populações diferentes de *A. urundeava* aplicando HD são necessários para avaliar a técnica em diferentes potenciais osmóticos.

PALAVRAS-CHAVE: Hidrocondicionamento; Aroeira-do-Sertão; Estresse hídrico; Germinação.

ABSTRACT

Several techniques are employed to improve seed germination, among which hydropriming stands out. This technique consists of applying cycles of hydration and dehydration to activate metabolism and induce stress memory. It is possible that, after undergoing conditioning, seeds acquire greater tolerance to stress during the germination process. This study aimed to evaluate the effect of hydropriming

on the germination of *Astronium urundeava* seeds from three natural populations in Pernambuco under different osmotic potentials (0, -0.1, -0.2, -0.4, and -0.6 MPa). The osmotic potentials were induced using a polyethylene glycol (PEG 6000) solution. Germination parameters were assessed after 10 days. Seed samples from each population were subjected to 0, 1, and 2 hydropriming (HD) cycles and tested for germination at 25 °C. Analysis of variance was performed, followed by Tukey's test at a 5% significance level. It was found that both one and two cycles of discontinuous hydration positively influenced the germination parameters only for provenance 3, with positive effects superior to the non-primed treatment, restricted to the 0 and -0.2 MPa potentials. Provenance 1, compared to the others, showed higher mean values for the analyzed parameters but did not exhibit a positive response to HD treatment. The results suggest possible interference from epigenetic factors and the physiological quality of the seed lots used. Further studies with different *A. urundeava* populations subjected to HD are necessary to assess the technique under varying osmotic potentials.

KEYWORDS: Hydropriming, Aroeira-do-Sertão, drough stress, Germination.

INTRODUÇÃO

Astronium urundeava (M.Allemão) Engl. (Anacardiaceae), também conhecida como aroeira-do-sertão, é uma espécie arbórea heliófila que pode atingir de 8 e 20 m de altura e seu caule cerca de 1 metro de diâmetro com uma madeira de alta densidade. É uma espécie de elevado interesse econômico com aplicações de uso farmacêutico, paisagístico e na restauração florestal¹⁻³.

Técnicas de condicionamento de sementes são aplicadas para aprimorar os parâmetros germinativos bem como favorecer a emergência e estabelecimento em campo. As técnicas atuam por meio da iniciação dos processos bioquímicos envolvidos no processo germinativo até um ponto em que não ocorra a protrusão da raiz primária antes da semeadura^{4,5}. O uso de diferentes meios de condicionamento pode favorecer a germinação e o estabelecimento inicial⁶. Além do favorecimento, pode conferir uma maior tolerância a estresses tanto no processo germinativo quanto na fase de plântula⁷. As técnicas condicionamento de sementes ou “priming” surgem como uma opção para promover a uniformização da germinação e o estabelecimento das plântulas em campo^{8,9}.

O condicionamento de sementes pode ser aplicado em diversas espécies para promover o êxito e eficiência na produção de mudas de qualidade bem como

é uma técnica alternativa para promover a produção e o estabelecimento dessas mudas em campo na restauração florestal, principalmente nas regiões de aridez que passam pelo fenômeno de salinização do solo. Outro ponto relevante é o potencial de melhorar o aproveitamento do plantio de essências florestais via semeadura direta, técnica muito utilizada e promove oportunidades devido ao fortalecimento de tecnologias e redes socioprodutivas envolvidas na cadeia de restauração ecológica no Brasil^{10,11}.

A técnica está baseada no conceito de memória de estresse, caracterizada pela resposta intrínseca a eventos de estresse repetidos, podendo estar envolvida em modificações em diferentes níveis, incluindo níveis morfológicos, fisiológicos, transcricionais, translacionais e epigenéticos^{12,13}. Com a elevação da atividade antioxidante promovida pelo condicionamento das sementes, há uma promoção para a recuperação da planta do estresse¹⁴.

O condicionamento de sementes pode ser aplicado de várias formas, como NACL¹⁵, Polietilenoglicol (PEG 6000)¹⁶, Água¹⁷, entre outros. A hidratação descontínua (HD) ou “hydropriming”, consiste na embebição controlada até o estágio de ativação dos processos metabólicos e posterior interrompimento via dessecção, podendo ocorrer em sucessivos ciclos de HD. Para promover a tolerância a condições de estresse, as sementes utilizam da “memória hídrica”, esta é caracterizada pelo potencial de alterações decorrentes da HD sejam mantidas, tanto bioquímicas quanto fisiológicas¹⁸.

A HD promove a ativação inicial do processo germinativo, caracterizado pela rápida absorção de água, consequentemente desencadeia atividades bioquímicas pré-germinativas, como ativação enzimática, regulação do metabolismo de inibidores de germinação, síntese de substâncias promotoras de crescimento, reparação de danos celulares e do DNA. Nesse processo são recrutados compostos de reserva (lipídios, carboidratos, proteínas), produção de espécies reativas de oxigênio (ERO) e subsequente ativação de enzimas antioxidantes, sendo as principais Catalase (CAT), peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD)^{19,20}.

Pesquisas utilizando diferentes populações naturais de uma espécie podem auxiliar na identificação da influência das condições da origem dos acessos na resposta germinativa sob estresses abióticos²¹.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito do hidrocondicionamento nos parâmetros germinativos de *A. urundeuva* de três populações naturais de Pernambuco submetidas a germinação sob estresse hídrico e compará-las.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os diásporos de *Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl.foram obtidas através da Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) que é gerenciado pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/ UNIVASF). 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*²² indicam por ser bom método para conservar a viabilidade das sementes de *A. urundeuva*.

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-Geiger²³. 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 metros²⁴. 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 metros²⁵.

CURVA DE EMBEBIÇÃO

Para estabelecer os ciclos de hidratação e desidratação das sementes, foi checada a variação do teor de umidade nas sementes por um período de 24 horas para traçar a curva de embebição. Para essa etapa, foram selecionadas amostras de 100 sementes de cada procedência separadas em quatro repetições com 25 sementes, onde foi aferida a massa inicial utilizando balança analítica de precisão.

As sementes foram colocadas sobre um par de papéis mata-borrão, umedecidos com água destilada equivalente a 3,5 vezes o peso seco do papel e levadas à câmara germinadora Biochemical Oxygen Demand (B.O.D) modelo Mylabor, sob 25 °C. Foi aferida a massa das sementes em intervalos de uma hora nas doze primeiras horas, duas medições a cada duas horas após as 12 horas e uma última com 24 horas. Foi utilizado o método descrito por Baskin e Baskin²⁶: nas seguintes etapas: i) retirada das sementes dos papéis úmidos; ii) secagem superficialmente com papel toalha; iii) pesagem seguida de embebição, até a visível emissão da raiz primária em pelo menos 50% das sementes de cada repetição.

Após traçada a curva de embebição das sementes, com base no padrão trifásico²⁷, foram identificados os pontos das três fases de germinação. Foi definido o tempo de hidratação correspondente a $\frac{1}{4}$ do período da fase I. A desidratação foi realizada dispondo as sementes em papel toalha em câmara germinadora sob ventilação durante um período de 24 horas.

HIDROCONDICIONAMENTO E GERMINAÇÃO

Foram definidos três tratamentos: controle, 1º ciclo e 2º ciclos de HD. O tratamento controle não passou por nenhum ciclo. Cada ciclo de HD foi caracterizado por 10 horas de hidratação seguidas de 24 horas de desidratação, realizadas a 25 °C.

Após a realização dos ciclos de HD, as sementes dos três tratamentos foram dispostas em papel mata-borrão umedecido com 3,5 vezes o peso do papel e acondicionadas em recipientes do tipo caixa plástica transparente (gerbox) (11 cm x 11 cm x 3 cm). Posteriormente os recipientes foram levados para câmara germinadora tipo B.O.D sob temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Os testes consistiram na submissão das sementes de cada tratamento à germinação aos potenciais osmóticos: 0, -0,1, -0,2, -0,4 e -0,6 Mpa. Soluções preparadas conforme tabela descrita por Vilela *et al*²⁸. Cada tratamento consistiu em quatro repetições com 25 sementes cada. Foram avaliadas as variáveis de germinabilidade (%), tempo médio de germinação (TMG), índice de velocidade de germinação (IVG) e coeficiente de uniformidade de germinação (CUG).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

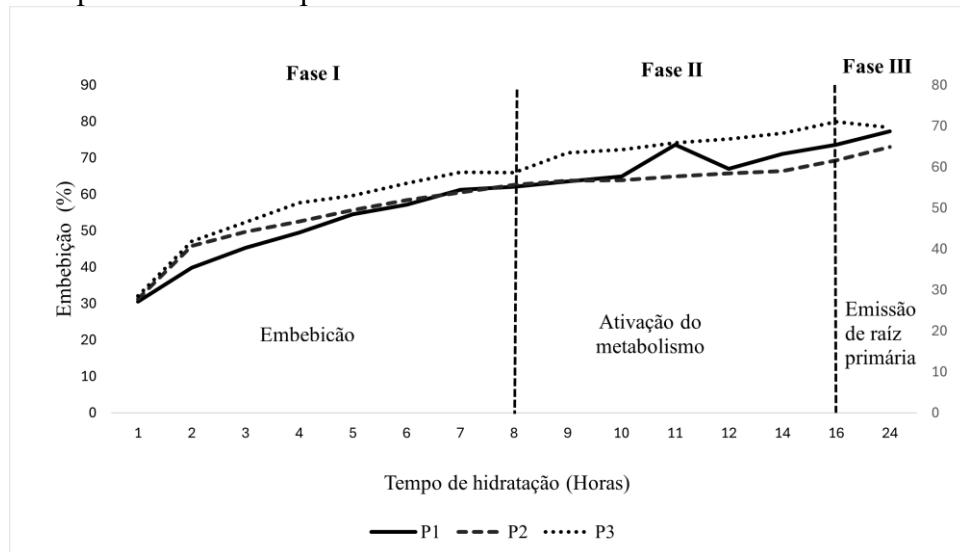
Foi adotado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com quatro repetições de 25 sementes cada. Analisados em esquema fatorial 3x5: três ciclos de HD (0, 1 e 2) e cinco potenciais (0, -0,1, -0,2, -0,4 e -0,6 MPa). Os dados coletados nos testes foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA). A comparação entre as médias foi feita utilizando o teste de Tukey ao nível de 5% de significância, e os cálculos utilizando o software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados a partir do acompanhamento da curva de embebição das sementes de *Astronium urundeava* indicaram que a fase I teve duração média de oito horas. Esta fase é caracterizada pela rápida embebição, observando-se o crescimento contínuo do teor de água e expansão das paredes celulares. Durante o período entre oito horas e 16 horas verificou-se uma redução na velocidade de hidratação das sementes e estabilidade no teor de água, o que indica o início da fase II. Essa fase é caracterizada pela síntese de enzimas e ativação do metabolismo para desencadear a germinação. A partir das 16 horas de embebição, foi constatado o

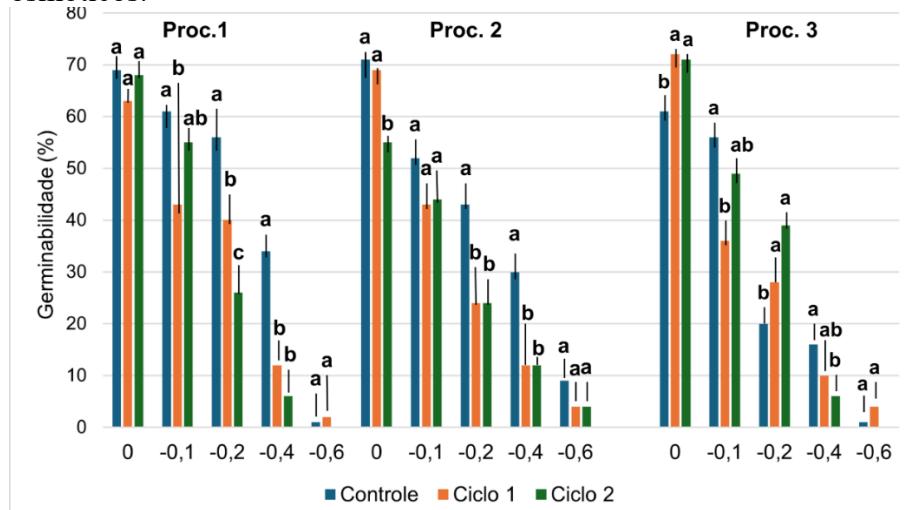
início da fase III. Nesta fase foi possível observar a protrusão da raiz primária nas três procedências avaliadas (Figura 1). O período de 10 horas de embebição foi equivalente a $\frac{1}{4}$ da fase II.

Figura 1. Curva de embebição de sementes de *Astronium urundeava* a 25°C até a protrusão da raiz primária em 50% das sementes.



Os dados sobre a resposta aos tratamentos aplicados a variável germinabilidade evidenciam que a procedência três, ao contrário das procedências um e dois, apresentou médias superiores para os tratamentos de HD em relação ao controle. Os tratamentos de um e dois ciclos de HD apenas nos potenciais zero e -0,2 MPa apresentaram médias superiores ao tratamento controle (Figura 2). Este resultado indica que a HD promoveu a germinabilidade em potencial abaixo de 0 MPa apenas em -0,2 Mpa. A qualidade fisiológica do lote acessado e o caráter genético da procedência três, pode ter relação com a resposta ao estresse oxidativo promovido pela HD e o estresse hídrico do meio. Com base nessa análise possível que haja uma influência epigenética no resultado da procedência três, quando comparado às demais procedências.

Figura 2. Médias de Germinabilidade (%) de sementes de *Astronium urundeava* submetidas a Ciclos de Hidratação e Desidratação a 25 °C. em diferentes potenciais osmóticos.



Observou-se que conforme o potencial osmótico é reduzido, o percentual de germinação foi afetado negativamente, tendendo a nulidade em -0,6 MPa. Os resultados são semelhantes a outros trabalhos realizados com *A. Urundeava*^{29,30}. Assim como para *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. e *Pityrocarpa moniliformis* Luckow & R.W.Jobson³¹ os ciclos de HD intensificaram os prejuízos para germinação causadas pelo estresse a partir de -0,2 Mpa.

A aplicação de HD em sementes pode promover efeitos negativos em algumas espécies. No entanto, os ciclos de HD apresentaram médias superiores para a procedência três (73%) com HD e 61% sem HD em potencial 0 MPa e 30% (um ciclo); 39% (dois ciclos) em -0,2 MPa em relação a 20% do tratamento sem HD. Observa-se pelos resultados que a técnica de HD pode ser aplicada promover o aumento do percentual de germinação em sementes de *A. urundeava* nos potenciais 0 e -0,2 Mpa. Foi identificado o potencial -0,2 Mpa como limite para o efeito do tratamento. Este limite por ser expandido a depender da genética de procedência e qualidade do lote acessado.

Embora as procedências um e três possuam a mesma região de origem e datas de coleta muito próximas, elas se diferiram na resposta aos tratamentos de HD. Este resultado pode ser atribuído à variabilidade intraespecífica envolvendo as

matrizes e populações das áreas de coleta. O que indica possível influência do fator epigenético. Apesar das populações estarem sob o mesmo regime climático, as características de sítio podem exercer influência nos níveis de tolerância ao estresse das sementes³².

Nos demais parâmetros analisados, observou-se que o índice de velocidade de germinação (IVG), para procedência um, o tratamento controle teve médias superiores em geral, exceto em -0,6 Mpa que não apresentou diferença significativa. O Tempo médio de germinação (TMG) foi maior apenas no potencial -0,4 Mpa para o tratamento de um ciclo de HD, os demais não diferiram estatisticamente. Para o Coeficiente de uniformidade de germinação (CUG), um ciclo de HD reduziu a uniformidade em -0,1 Mpa, para -0,2 MPa ambos os tratamentos de HD tiverem médias inferiores ao controle (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação entre médias de tratamentos de hidratação e desidratação para parâmetros germinativos de *Astronium urundeuva* (procedência um) a 25 °C.

Tratamento	Ψ_s (MPa)	Germinação	Velocidade de Germinação (em sem. dia ⁻¹)	Tempo Médio de Germinação (em dias)	Coeficiente de uniformidade (em dias ⁻¹)
Controle	0,0	69a	13,96a	2,44a	3,65a
Ciclo 1	0,0	63a	7,53b	2,36a	2,70a
Ciclo 2	0,0	68a	10,38c	1,9a	3,21a
Controle	-0,1	61a	12,33a	2,45a	2,07a
Ciclo 1	-0,1	43b	4,73b	2,83a	1,33b
Ciclo 2	-0,1	55b	7,72c	2,26a	2,17a
Controle	-0,2	56a	9,2a	2,97a	2,43a
Ciclo 1	-0,2	40b	4,03b	2,71a	1,23b
Ciclo 2	-0,2	26b	4,36 b	2,18a	0,52b
Controle	-0,4	34a	4,94a	2,16a	0,89a
Ciclo 1	-0,4	12b	0,87b	3,69b	0,14a
Ciclo 2	-0,4	6,0b	0,75c	2,75a	0,05a
Controle	-0,6	0a	0,13a	3,12a	0,003a
Ciclo 1	-0,6	0a	0,13a	4b	0,013a
Ciclo 2	-0,6	0a	0a	0c	0a

Em relação a procedência dois, o IVG divergiu estatisticamente entre os tratamentos nos potenciais 0 e -0,1 Mpa com um ciclo de HD obtendo média inferior aos demais e em -0,2 Mpa o tratamento com dois ciclos de HD foi inferior, os demais não diferiram estatisticamente. O TMG divergiu a partir de -0,2 MPa sendo o tratamento com um ciclo com média inferior. Quanto a uniformidade da

germinação houve diferença significativa nos potenciais 0 MPa, onde dois ciclos diminuiu a uniformidade enquanto um ciclo não diferiu do controle e -0,2 MPa ambos os tratamentos de HD prejudicaram a uniformidade (Tabela 2).

Tabela 2. Comparação entre médias de tratamentos de HD para parâmetros germinativos de *Astronium urundeuva* (procedência dois) a 25°C.

Tratamento	Ψ_s (MPa)	Germinação	IVG (em sem. dia ⁻¹)	TMG (em dias ⁻¹)	CUG (em dias ⁻¹)
Controle	0	71a	9,4a	2,11a	3,51a
Ciclo 1	0,0	69a	9,44a	2,06a	3,21a
Ciclo 2	0,0	55b	7,25b	2,19a	2,13b
Controle	-0,1	52a	6,07a	2,54a	1,93a
Ciclo 1	-0,1	43a	5,13b	2,28a	1,34a
Ciclo 2	-0,1	44a	5,83a	2,07a	1,42a
Controle	-0,2	43a	4,78a	3,80a	1,45a
Ciclo 1	-0,2	24b	4,75a	1,4b	0,41b
Ciclo 2	-0,2	24b	2,46b	3,38a	0,42b
Controle	-0,4	30a	2,86a	3,04a	0,73a
Ciclo 1	-0,4	12b	1,46a	2,31b	0,12a
Ciclo 2	-0,4	12b	2,18a	2,82a	0,34a
Controle	-0,6	9,0a	0,6a	3,33ab	0,096a
Ciclo 1	-0,6	4,0a	0,25a	4a	0,041a
Ciclo 2	-0,6	4,0a	0,3 a	2b	0,01a

A procedência três em relação ao IVG, ambos os tratamentos de HD apresentaram médias superiores em 0 MPa, já em -0,1 MPa os tratamentos não divergiram de dois ciclos e foram inferiores a um ciclo de HD. Os demais potenciais não divergiram estatisticamente. O TMG apenas apresentou diferença nos potenciais -0,2 e -0,4 MPa, com os tratamentos HD levando maior tempo para concluir a germinação. Quanto a uniformidade, um ciclo prejudicou a germinação no potencial -0,1MPa enquanto dois ciclos favoreceu a uniformidade no potencial -0,2 MPa (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação entre médias de tratamentos de HD para parâmetros germinativos de *Astronium urundeuva* (procedência três) a 25°C.

Tratamento	Ψ_s (MPa)	Germinação (%)	IVG (em sem. dia ⁻¹)	TMG (em dias)	CUG (em dias ⁻¹)
Controle	0	61 b	6,79 b	2,5 a	2,65 a
Ciclo 1	0	72 a	8,84 a	2,22 a	3,61 a
Ciclo 2	0,0	71 a	9,13 a	2,19 a	3,62 a
Controle	-0,1	56 a	5,87 a	2,71 a	2,30 a
Ciclo 1	-0,1	36 b	4,29 b	2,18 a	0,90 b
Ciclo 2	-0,1	49 ab	4,75 ab	3,08 a	1,84 a
Controle	-0,2	20 b	1,67 a	2,2 a	0,47 b
Ciclo 1	-0,2	28 a	1,78 a	2,91 a	0,60 ab
Ciclo 2	-0,2	39 a	2,82 a	3,96 b	1,11 a
Controle	-0,4	16 a	1,56 a	2,85 a	0,28 a
Ciclo 1	-0,4	10 ab	0,48 a	4,25 b	0,12 a
Ciclo 2	-0,4	6 b	0,43 a	3,63 b	0,04 a
Controle	-0,6	1 a	0,13 a	-	0 a
Ciclo 1	-0,6	4 a	0,25 a	4 b	0,04 a
Ciclo 2	-0,6	0 a	0 a	-	0 a

Comparando as procedências entre tratamentos e potenciais, a procedência um teve média de germinação superior no tratamento controle apenas no potencial -0,2 MPa. O tratamento com um ciclo de HD beneficiou a germinação comparado às demais procedências em -0,2 MPa, as demais não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância (Tabela 4).

Comparando as procedências com relação ao mesmo potencial osmótico para uniformidade, o tratamento com um ciclo de HD apresentou média superior para a procedência um no potencial -0,2 MPa e em 0 MPa as procedências três e dois tiveram as maiores médias, sendo para o mesmo potencial, 0 MPa, o tratamento de um ciclo foi superior ao tratamento controle na procedência três. As demais não apresentaram divergência estatística significativa (Tabela 5).

Tabela 3. Comparação entre de médias de porcentagem de germinação de três procedências de *Astronium urundeuva* a 25°C.

Tratamento	Ψ_s (MPa)	Germinação		
		Proc.1	Proc.2	Proc.3
Controle	0.0	69 a	71 a	61 a
Controle	-0.1	61 a	52 a	56 a
Controle	-0.2	56 a	43 a	20 b
Controle	-0.4	34 a	30 a	16 b
Controle	-0.6	0 a	9 b	1 a
Ciclo 1	0.0	63 a	69 a	72 a
Ciclo 1	-0.1	43 a	43 a	36 a
Ciclo 1	-0.2	40 a	24 b	28 ab
Ciclo 1	-0.4	12 a	12 a	10 a
Ciclo 1	-0.6	0 a	1 a	4 a
Ciclo 2	0.0	68 a	55 a	71 a
Ciclo 2	-0.1	55 a	44 a	49 a
Ciclo 2	-0.2	26 a	24 a	39 a
Ciclo 2	-0.4	6 b	12 a	6 b
Ciclo 2	-0.6	0 b	4 a	0 b

Tabela 5. Médias comparadas do CU de sementes de três procedências de *Astronium urundeuva* a 25°C.

Tratamento	Ψ_s (MPa)	CUG		
		Proc.1	Proc.2	Proc.3
Controle	0	3,65 a	3,51 a	2,65 a
Controle	-0.1	2,07 a	1,93 a	2,30 a
Controle	-0.2	2,43 a	1,45 ab	0,43 b
Controle	-0.4	0,89 a	0,73 a	0,28 a
Controle	-0.6	0 a	0 a	0 a
Ciclo 1	0	2,70 b	3,21 a	3,61 a
Ciclo 1	-0.1	1,33 a	1,34 a	0,90 a
Ciclo 1	-0.2	1,23 a	0,41 b	0,60 b
Ciclo 1	-0.4	0,14 a	0,12 a	0,12 a
Ciclo 1	-0.6	0 a	0 a	0 a
Ciclo 2	0	3,21 a	2,13 b	3,62 a
Ciclo 2	-0.1	2,17 a	1,42 b	1,84 ab
Ciclo 2	-0.2	0,52 a	0,42 a	1,11 a
Ciclo 2	-0.4	0 a	0,34 a	0 a
Ciclo 2	-0.6	0 a	0 a	0 a

Analizando os resultados dos ciclos de HD quanto ao IVG, observou-se que os dois ciclos favoreceram a velocidade de germinação da procedência um em relação as demais, nos potenciais 0 e -0,2Mpa (Tabela 6).

Tabela 6. Médias comparadas do índice de velocidade de germinação de três procedências de *Astronium urundeuva* a 25°C.

Tratamento	Ψ_S (MPa)	IVG		
		Proc.1	Proc.2	Proc.3
Controle	0	13,96 a	9,4 b	6,79 b
Controle	-0,1	7,33 a	6,07 a	5,87 a
Controle	-0,2	5,42 a	4,94 a	1,67 b
Controle	-0,4	2,99 a	2,86 a	1,56 a
Controle	-0,6	0,1 a	0,60 a	0,1 a
Ciclo 1	0	7,53 b	9,44 a	8,84 a
Ciclo 1	-0,1	4,73 a	5,13 a	4,29 a
Ciclo 1	-0,2	4,03 a	4,75 a	1,78 b
Ciclo 1	-0,4	0,87 a	1,46 a	0,48 a
Ciclo 1	-0,6	0,13 a	0,25 a	0,25 a
Ciclo 2	0	10,38 a	7,25 b	9,13 ab
Ciclo 2	-0,1	7,72 a	5,83 ab	4,75 b
Ciclo 2	-0,2	4,36 a	2,46 b	2,82 ab
Ciclo 2	-0,4	0,75 b	2,18 a	0,43 b
Ciclo 2	-0,6	0 a	0,3 a	0 a

Evidencia-se que a HD pode causar prejuízo para germinabilidade em algumas espécies, neste caso, os resultados indicam que os tratamentos com HD apresentaram uma porcentagem menor com relação ao controle. Este efeito pode estar relacionado com o desequilíbrio no balanço entre EROS e enzimas antioxidantes, além da desestruturação das membranas celulares. Indicando que não houve capacidade de reparo suficiente para não comprometer as células^{33,34}.

As EROS correspondem a um importante fator de promoção da deterioração das sementes, elas são subprodutos naturais do metabolismo celular, formados a partir da redução incompleta ou parcial do oxigênio, atuam como moléculas sinalizadoras em processos de crescimento, desenvolvimento e resposta a estímulos externos, como condições de estresse hídrico ou térmico, proteção contra patógenos, porém, em uma quantidade excessiva pode provocar estresse oxidativo

nas células^{35,34}. O estresse oxidativo ocorre quando há um desequilíbrio entre a produção de antioxidantes e de EROS, gerando um acúmulo destes^{33,34}.

A constituição genética e o ambiente parental, combinados, influenciam as características de longevidade, dormência e germinação das sementes. A alta diversidade genética para tais características pode conceder vantagens no estabelecimento da espécie em ambientes favoráveis, já que uma proporção de suas sementes deve ser capaz de germinar e sobreviver em amplo espectro de condições ambientais³⁶. Ao aplicar NACL para condicionar sementes de *A. Urundeava* foi verificado que para as mudas da espécie expostas à salinidade o efeito promoveu certa plasticidade de tolerância, entretanto, o condicionamento induziu aumento na peroxidação lipídica em mudas não expostas à salinidade, o que está ligado à diminuição da atividade de enzimas antioxidantes³⁷. A tolerância ao estresse hídrico, a nível bioquímico, está relacionada à capacidade antioxidante, onde genótipos mais eficientes na eliminação do excesso de EROS geradas sob condições de estresse apresentam maior tolerância em relação aos com capacidade antioxidante inferior³⁸.

As características genéticas de cada procedência, também, podem ter influência sobre a tolerância e resposta aos tratamentos de HD. Nesse sentido, estudos apontam que sementes sob estresse e/ou ciclos de HD pode haver influência a nível genético ou bioquímico, que ocorrem na planta após ela ser submetida ao estresse e, em consequência, futuras respostas ao mesmo evento diferem das primeiras³⁹. Os mecanismos levantados pelos autores como possíveis responsáveis são a acumulação de proteínas sinalizadoras ou fatores de transcrição e mudanças epigenéticas.

Estudos apontaram para uma alta variabilidade genética em populações de *A. urundeava* devido ao efeito materno, onde as características climáticas, edáficas e ecológicas do ambiente que a matriz vivencia durante o processo de formação das sementes tem efeito primordial na qualidade fisiológica das sementes formadas^{40,41}.

Nota-se que as procedências um e três tiveram a coleta dos diásporos no mesmo intervalo de tempo, porém apresentaram resultados distintos, apontando

que, para além do tempo de armazenamento, as características da matriz de acesso podem influenciar também na resistência e tolerância ao estresse e reposta ao tratamento de HD. A procedência dois, com um ano de armazenamento a mais que a procedência três, apresentou resultados superiores em relação ao IVG em -0,2 MPa tanto no tratamento controle quanto no tratamento com um ciclo de HD.

CONCLUSÕES

Ambos os tratamentos com ciclos de HD influenciaram positivamente em apenas uma procedência, proc.3, sendo o resultado positivo restrito aos potenciais 0 e -0,2 MPa.

Para os lotes das procedências um e dois, os tratamentos de HD não diferiram estatisticamente do tratamento sem HD ou foram inferiores em potenciais menores que -0,2 MPa. Embora da mesma região, os lotes das procedências 1 e 3 apresentaram resultados distintos.

A procedência um, comparada as outras, apresentou maiores médias dos parâmetros analisados, porém, não apresentou resposta positiva para o tratamento de HD.

Embora a HD tenha apresentado efeito positivo, com limitações, em uma das procedências analisadas, é possível que os benefícios da HD se mostrem apenas na fase de plântula, para germinação, os resultados obtidos podem estar ligados à genética de procedência e qualidade fisiológica do lote, sendo necessários novos estudos comparando outras populações para determinar a eficiência da HD para germinação em baixos potenciais osmóticos.

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

1. Silva LCL, Pirani JR, Pell SK, Mitchell JD. Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB115185>. Acesso em: 20 maio 2025.
2. Silva NF, Hanazaki N, Albuquerque UP, Campos JLA, Feitosa IS, Araújo EL. Local knowledge and conservation priorities of medicinal plants near a protected area in Brazil. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2019; p. 1–18. <https://doi.org/10.1155/2019/8275084>.
3. Freitas TAS, Oliveira MF, Souza LS, Dias CN, Quintela MP. Qualidades de mudas de Myracrodruon urundeuva Fr. All. conduzidas sob diferentes volumes de recipientes. Ciencia Florestal. 2022; 32(1):19–42. <https://doi.org/10.5902/1980509837445>.
4. Bewley JD, Black M. Seeds: Physiology of development, germination and dormancy. New York: Springer; 2013. 392 p.
5. Alvarado LS, Soriano D, Velásquez N, Orozco , Gamboa B. A. Priming effects on seed germination in Tecoma stans (Bignoniaceae) and Cordia megalantha (Boraginaceae), two tropical deciduous tree species. Acta Oecologica. 2014; 61:65–70. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2014.10.007>.
6. Lopes CA, Carvalho MLM, Guimarães RM, Oliveira AMS, Andrade DB. Sodium hypochlorite in the priming of tobacco seeds. Journal of Seed Science. 2019; 41(1):108–111. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n1211719>.
7. Kubala S, Wojtyla Ł, Quinet M, Lechowska K, Lutts S, Garnczarska M. Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmoprimer improvement of Brassica napus germination under salinity stress. Journal of Plant Physiology. 2015; 183:1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.04.009>.

8. Ribeiro ECG, Reis RGE, Vilar CC, Vilar FCM. Physiological quality of *Urochloa brizantha* seeds submitted to priming with calcium salts. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2019; 49. <https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4955341>.
9. Alves RM, Silva MAD, Silva EF, Alves RJR, Moura DP, Silva JN. Stored diaspores of *A. urundeava* Fr. (M. Allemão) Engl. (Anacardiaceae) submitted to hydropriming. *Journal of Seed Science*. 2020; 42. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42236762>.
10. Souza LM. de, Conceição, E. M. da, Barbosa MR., Palhares NL., Santos AM. M. dos, Souza, R. A. de, & Houllou, L. M. Effect of seed priming with NaCl on the induction of salinity tolerance in *Myracrodruon urundeava* Allemão in vitro. *Ciencia Florestal*. 2022; 32(4):2199–2218. <https://doi.org/10.5902/1980509867600>.
11. Gazzola MD, Rovedder APM, Matiello J, Schenato R B, Croda, JP, Camargo B, Piaia BB. Semeadura direta de espécies florestais para restauração ecológica na transição Pampa–Mata Atlântica. *Ciencia Florestal*. 2023; 33(3):e68327. <https://doi.org/10.5902/1980509868327>.
12. Sun RZ, Lin CT, Zhang XF, Duan LX, Qi XQ, Gong YH, Deng X. Acclimation-induced metabolic reprogramming contributes to rapid desiccation tolerance acquisition in *Boea hygrometrica*. *Environmental and Experimental Botany*. 2018; 148:70–84. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.01.008>.
13. Liu X, Quan W, Bartels D. Stress memory responses and seed priming correlate with drought tolerance in plants: an overview. *Planta*. 2022; 255(2):45. <https://doi.org/10.1007/s00425-022-03828-z>.
14. Aswathi KPR, Kalaji HM, Puthur JT. Seed priming of plants aiding in drought stress tolerance and faster recovery: a review. *Plant Growth Regulation*. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10725-021-00755-z>.
15. Souza LM, Conceição EM, Barbosa MR, Palhares NL, Santos AMM, Souza R A, Houllou LM. Effect of seed priming with NaCl on the induction of salinity tolerance in *Myracrodruon urundeava* Allemão in vitro. *Ciencia Florestal*. 2022; 32(4):2199–2218. <https://doi.org/10.5902/1980509867600>.
16. Spadeto, C, Mengarda LHG., Paulucio MC, Lopes JC, Matheus MT. Embebição, osmocondicionamento e viabilidade de sementes de *Apuleia leiocarpa* (Vogel.) JF Macbr. *Ciencia Florestal*. 2018; 28(1):80–89. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831582>.

17. Forti C, Shankar A, Singh A, Balestrazzi A, Prasad V, Macovei A. Hydropriming and Biopriming Improve *Medicago truncatula* Seed Germination and Upregulate DNA Repair and Antioxidant Genes. *Genes (Basel)*. 2020 Feb 25;11(3):242.
18. Dubrovsky JG. Discontinuous hydration as a facultative requirement for seed germination in two cactus species of the Sonoran Desert. *Journal of the Torrey Botanical Society*. 1998; 125(1):33–39. <http://dx.doi.org/10.2307/2997229>.
19. Forti C, Ottobrino V, Bassolino L, Toppino L, Rotino GL, Rocco M, De Palma M, Mennella G, Gatti I, Lupini A, Montemurro C, Consiglio F, Balestrazzi A, Macovei A. Hydropriming and biopriming improve *Medicago truncatula* seed germination and upregulate DNA repair and antioxidant genes. *Genes*. 2020; 11(3):242. <https://doi.org/10.3390/genes11030242>.
20. Çınar VM, Ünay A. The potential of seed priming on abiotic stress in field crops. In: International Congress on Agriculture, Environment and Health, 7., 2024, Bursa. Anais [...]. Bursa: Bursa Technical University; 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/383084083_The_Potential_of_Seed_Priming_on_Abiotic_Stress_in_Field_Crops. Acesso em: 18 abr. 2025.
21. Jatana BS, Grover S, Ram H, Baath GS. Seed priming: Molecular and physiological mechanisms underlying biotic and abiotic stress tolerance. *Agronomy*. 2024; 14(12):2901. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122901>.
22. Guedes RS, Alves EU, Gonçalves EP, Bruno RLA, Braga Júnior JM, Colares PNQ. Armazenamento de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. em diferentes embalagens e ambientes. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 2012;14(1):68-75. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v14n1/v14n1a10.pdf>.
23. Köppen W. Das geographische System der Klimate. In: Köppen W, Geiger R, editors. *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Borntraeger; 1936.
24. Pimentel F de O, Assis WL. ANÁLISE DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA NO MUNICÍPIO DE PETROLINA– PE ENTRE OS ANOS DE 1973-2021. *Revista de Geografia - PPGeo - UFJF* 2022;12:281–303. <https://doi.org/10.34019/2236-837x.2022.v12.39026>.
25. Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Atlas climatológico do Estado de Pernambuco: normais climatológicas 1991–2020 [Internet]. Recife: APAC; 2023 [cited 2025 Apr 14]. Available from: <https://www.apac.pe.gov.br/images/webAtlas-Climatologico-do-Estado-de-Pernambuco-APAC.pdf>.

26. Baskin CC, Baskin JM. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Amsterdam: Academic Press; 2014. 1600 p.
27. Bewley JD, Black M. Seed: physiology of development and germination. New York: Plenum; 1994. 445 p.
28. Villela FA, Doni Filho L, Sequeira EL. Tabela de Potencial Osmótico em Função da Concentração de Polietíleno Glicol 6.000 e da Temperatura. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 1991;26(11/12):1957-1968. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/106202>.
29. Oliveira GM, Silva FFS, Araújo MN, Costa DCC, Gomes SEV, Matias JR, Angelotti F, Cruz CRP, Seal CE, Dantas BF. Environmental stress, future climate, and germination of *Myracrodruon urundeuva* seeds. Journal of Seed Science. 2019; 41(1):32–43. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n1191945>.
30. Senigalia RLC, Kratz D, Coelho MFBC, Camili EC, Arantes CRA, Santos ASRM. Restrição hídrica em teste de sanidade de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. / Water restriction in sanity test in diaspores of *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. Brazilian Journal of Development. 2020; 6(7):49617–49627. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-564>.
31. Nicolau JPB, Silva FE, Félix FC, Torres SB, Pacheco MV, Pereira MD. Discontinuous hydration on the germination of *Mimosa caesalpiniifolia* and *Pityrocarpa moniliformis* seeds under water stress. Revista Caatinga. 2020; 33(2):555–561. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n228rc>.
32. Ferreira WR, Ranal MA, Santana DG. Reference values for germination and emergence measurements. Botany. 2022; 100(5):461–471. <https://doi.org/10.1139/cjb-2021-0127>.
33. Amir M, Prasad D, Khan FA, Khan A, Ahmad B, Astha. Seed priming: An overview of techniques, mechanisms, and applications. Plant Science Today. 2024; 11(1):553–563. <https://doi.org/10.14719/pst.2828>.
34. Marcos FJ. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: FEALQ; 2015. 659 p.
35. Krzyzanowski FC, Dias DCF dos S, França NJB. Deterioração e vigor de sementes. Londrina: Embrapa Soja; 2022. (Circular Técnica, 191). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151118>.

36. Long RL, Gorecki MJ, Renton M, Scott JK, Colville L, Goggin DE, Commander LE, Westcott DA, Cherry H, Finch-Savage WE. The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2015; 90(1):31–59. <https://doi.org/10.1111/brv.12095>.
37. Souza, L M, Conceição EM, Barbosa MR, Palhares NL, Santos AMM, Souza RA, Houllou LM. Effect of seed priming with NaCl on the induction of salinity tolerance in *Myracrodruon urundeuva* Allemão *in vitro*. *Ciencia Florestal*. 2022; 32(4):2199–2218. <https://doi.org/10.5902/1980509867600>.
38. Khan MN, Zhang J, Luo T, Liu J, Ni F, Rizwan M, Fahad S, Hu L. Morphophysiological and biochemical responses of tolerant and sensitive rapeseed cultivars to drought stress during early seedling growth stage. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2019; 41(2):25.
39. Bruce TJA, Matthes MC, Napier JA, Pickett JA. Stressful memories of plants: evidence and possible mechanisms. *Plant Science*. 2007; 173:603–608. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2007.09.002>.
40. Ferreira WN, Lacerda CF, Costa RC, 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 Brasilica*. 2015; 29(3):375–382. <https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb0045>.
41. Domingos FR, Silva MAP. Uso, conhecimento e conservação de *Myracrodruon urundeuva*: uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*. 2020; 9(11). <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.8851>.