

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

O hidrocondicionamento afeta a germinação e sobrevivência de *Piptadenia moniliformis*

Hydropriming affects germination and survival of *Piptadenia moniliformis*

José Laurindo dos Santos Júnior¹ , Victor Souza Seixas de Oliveira¹ ,
Carlos Alexandre da Silva Pires¹, Elizamar Ciríaco da Silva^{1*} 

¹Universidade Federal de Sergipe (UFS), São Cristóvão, SE, Brasil. *Autor para correspondência: elizamar@academico.ufs.br

Como citar: SANTOS JÚNIOR, J.L.; OLIVEIRA, V.S.S.; PIRES, C.A.S.; SILVA, E.C., 2023. O hidrocondicionamento afeta a germinação e sobrevivência de *Piptadenia moniliformis*. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente*, vol. 13, e13248. https://doi.org/10.4322/2359-6643.13248.

RESUMO

A dormência de sementes e os ciclos de hidratação e desidratação (HD) são fatores comuns que afetam a germinação e o estabelecimento das plantas do semiárido do nordeste brasileiro. Por isso, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da aplicação de ciclos de hidratação e desidratação (HD) nas sementes de *Piptadenia moniliformis* para determinar se essa técnica traz benefícios ou danos à germinação e sobrevivência das mudas. Para tal, o lote de sementes de *P. moniliformis* foi caracterizado quanto a biometria e porcentagem de umidade. Após a realização da curva de embebição e secagem, foram aplicados ciclos de HD [0C - controle, 1C, 2C e 3C – ciclos de embebição no tempo X (3,5 horas) ou tempo Y (11 horas) com 5 horas de secagem] nas sementes. Foram analisados os parâmetros germinativos e sobrevivência das mudas (%S). As sementes apresentaram umidade de 7,05%, caracterizando-as como ortodoxas. O tempo médio para 50% da germinação foi reduzido nos ciclos do tempo X. No tempo Y, os ciclos causaram uma redução significativa da germinabilidade no 2C e 3C, bem como uma redução do vigor das sementes que variou de 49,28% a 79,73% em todos os ciclos em comparação ao tempo X e reduziu a sobrevivências das mudas. Portanto, a aplicação da hidratação descontínua na fase II (tempo Y), não é recomendada como técnica alternativa para a produção de mudas dessa espécie. **Palavras-chave:** curva de embebição, padrão trifásico de embebição, sobrevivência, tempo para 50% da germinação.

ABSTRACT

Seed dormancy and cycles of hydration and dehydration (HD) are common factors that affect the germination and establishment of plants in the semiarid region of northeastern Brazil. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of the application of cycles of hydration and dehydration (HD) in the seeds of *Piptadenia Moniliformis* to determine if this technique brings benefits or damages to the germination and survival of seedlings. For this, the seed lot of *P. Moniliformis* was characterized as biometrics and moisture percentage. After the soaking and drying curve, HD cycles [0C - control, 1C, 2C and 3C - soaking cycles at time X (3.5 hours) or time Y (11 hours) with 5 hours of drying] were applied to the seeds. Germinative parameters and seedling survival (%S) were analyzed. The seeds had a humidity of 7.05%, characterizing as orthodox. The average time for 50% germination was reduced in the cycles at time X. At time Y, the cycles caused a significant reduction in germination in 2C and 3C, as well as a reduction in seed vigor ranging from 49.28% to 79.73% in all cycles in relation to time X and reduced seedling survival. Therefore, the application of discontinuous hydration in phase II (time Y) is not recommended as an alternative technique to produce seedlings of this species.

Keywords: soaking curve, three-phase imbibition pattern, survival, average time for 50% germination.



INTRODUÇÃO

Espécies vegetais ocorrentes em florestas tropicais sazonalmente secas experimentam períodos recorrentes de alta temperatura e falta d'água. Essa condição pode inibir a germinação das sementes e reduzir as chances de sobrevivências das mudas (Kigel, 2017; Soares Neto e Loiola, 2022). Nesse cenário, as sementes enfrentam ciclos sucessivos de hidratação e desidratação no solo até que as condições sejam favoráveis a germinação e o estabelecimento das plantas (Paparella et al., 2015; Farooq et al., 2019). Entretanto, há evidências de que esses ciclos de hidratação e desidratação beneficiam a germinação e a sobrevivência das mudas de algumas espécies, especialmente em condições de restrição hídrica ou baixos potenciais osmóticos (Lima et al., 2018a; Freitas et al., 2021; Nascimento et al., 2021; Santos Júnior et al., 2021; Jain et al., 2022), enquanto, para outras, os efeitos são danosos (Hora e Meiado, 2016; Lima et al., 2018b). Durante a hidratação descontínua, os processos metabólicos e bioquímicos que antecedem a germinação são estimulados e interrompidos (Lima et al., 2018a, 2018b). Esse princípio norteou o estabelecimento do hidrocondicionamento de sementes (Paparella et al., 2015) como um eustressor (Villagómez-Aranda et al., 2022).

O hidrocondicionamento utiliza a hidratação e desidratação cíclica e sucessiva das sementes em água, antes da protrusão da radícula, como uma forma de preparação para enfrentar as alterações ambientais (Paparella et al., 2015; Santos Júnior et al., 2021). De acordo com Lima et al. (2018a), esses ciclos podem ser realizados em três tempos distintos, dentro do padrão trifásico de embebição das sementes, denominados de tempos X (1/2 da fase I), Y (1/4 da fase II) e Z (3/4 da fase II). Assim, determinar o número de ciclos e o tempo entre eles é essencial para elevar o vigor das sementes, mas esse valor é espécie-específico (Paparella et al., 2015).

No entanto, as pesquisas sobre essa técnica estão concentradas em espécies cultivadas como *Oryza sativa* L (Farooq et al., 2019) e *Triticum aestivum* L. (Baltazar et al., 2023). São poucos os estudos em que as espécies lenhosas de ecossistemas diversos são modelos de estudo, principalmente aquelas utilizadas em programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

Assim, são limitadas as informações sobre quais dessas espécies se beneficiam ou são prejudicadas por essa técnica (Paparella et al., 2015).

Piptadenia moniliformis (Benth.) Luckow & R.W. Jobson. (angico de bezerra) é uma leguminosa arbórea e pioneira, nativa da Caatinga (Maia, 2012), com importância econômica e sociomedicinal (Ramalho et al., 2020; Silveira et al., 2022). Ela é uma espécie interessante como modelo de estudo por apresentar características de interesse para os programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (Silveira et al., 2022), mas que pode ser suprimida por fatores ambientais (Nicolau et al., 2020; Ramalho et al., 2020). Apesar disso, estudos que envolvem sua fisiologia e sobrevivência são poucos, tornando-a uma espécie interessante para avaliar aspectos de produção e sobrevivência das mudas.

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da aplicação de ciclos de hidratação e desidratação (HD) nas sementes de *Piptadenia moniliformis* para determinar se essa técnica traz benefícios ou danos à germinação e sobrevivência das mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

Origem, biometria, umidade e desinfestação das sementes

As sementes foram doadas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF) da Rede de Sementes do Projeto de Integração do São Francisco. A umidade do lote das sementes (%) foi determinada previamente pelo método de secagem em estufa (Brasil, 2009). A biometria de 200 sementes foi realizada utilizando um paquímetro digital (Digimess), medindo o comprimento (mm), espessura (mm) e largura (mm).

Após seleção, 800 sementes foram higienizadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (2%) por 2 minutos e 30 segundos, com tríplice enxague em água destilada. Em seguida, elas foram secas em temperatura ambiente sobre papel absorvente por 24 horas. Em virtude do tegumento rígido, as sementes foram escarificadas em ácido sulfúrico por 30 minutos e lavadas até remoção dos resíduos químicos, conforme método de Azeredo et al. (2010), para permitir a realização da curva de embebição e secagem, bem como a germinação das sementes.

Curva de embebição e secagem das sementes

A curva de embebição foi realizada a partir de pesagens consecutivas de 100 sementes em intervalos de uma hora, até completarem o padrão trifásico da embebição. As sementes foram distribuídas em placas de Petri contendo duplo papel filtro, previamente esterilizados, umedecidos com 2,5 vezes a massa do papel em água destilada, com cinco repetições de 20 sementes (Brasil, 2009). Após a obtenção da curva de embebição, foi possível determinar os tempos para a realização da hidratação descontínua das sementes (tempos X – 3,5 horas e Y – 11 horas utilizados nos tratamentos), conforme descrito por Lima et al. (2018ab). Lima et al. (2018ab) definem três tempos para aplicação do hidrocondicionamento: tempo X (½ da fase I), Y (¼ da fase II) e Z (¾ da fase II) do padrão trifásico da embebição das sementes. Para a curva de secagem foram utilizadas cinco repetições de 20 sementes para cada tempo. As sementes foram colocadas para embeber durante os tempos X e Y nas mesmas condições da curva de embebição. Em seguida, foram colocadas para secar em estufa de secagem a $\pm 25^{\circ}\text{C}$, até retornarem a massa inicial (g) antes da embebição em água, conforme métodos de Lima et al. (2018a, 2018b).

Aplicação dos ciclos de hidratação e desidratação (HD)

As sementes foram submetidas a diferentes ciclos de hidratação e desidratação (HD) como euestressores. Os tratamentos pré-germinativos foram um (1C), dois (2C) e três (3C) ciclos de HD utilizando os tempos previamente estabelecidos na curva de embebição (tempo X – 3,5 horas e no tempo Y – 11 horas) e secagem de 5 horas para ambos os tempos de embebição. As sementes do tratamento controle não experimentaram a hidratação prévia (0C).

Após a submissão aos ciclos de HD, quatro repetições de 25 sementes por ciclo de HD e por tempo (X e Y) foram colocadas para germinar em placas de Petri com duplo papel filtro umedecidos em 2,5 vezes a massa do papel em água destilada (Brasil, 2009) previamente esterilizados, sob condições de laboratório a $\pm 25^{\circ}\text{C}$. Assim, totalizando oito tratamentos pré-germinativos em fatorial 4x2 (quatro ciclos de HD e dois tempos distintos de embebição, n=800), e o respectivo controle.

Diariamente as sementes germinadas foram contadas. A água foi repostada quando necessário.

Parâmetros germinativos

A semente que emitiu a radícula a partir de 3 mm foi considerada germinada, conforme parâmetro definido por Rezende et al. (2009). Os parâmetros germinativos avaliados foram: porcentagem (%G), índice de velocidade (IVG), sincronia (SG) e o tempo médio para 50% de germinação das sementes (T50%), conforme parâmetros descritos por Farooq et al., (2005). A sincronia da germinação é equivalente a uniformidade da germinação (Marques et al., 2015). O índice de sincronia de germinação foi calculado de acordo com a equação abaixo: $SG = \sum C_{1,2}/N$, onde $C_{1,2} = n_i(n_i - 1)/2$; e $N = \sum n_i(\sum n_i - 1)/2$. Esses dados foram calculados no software GerminaQuant versão 1.0 (Marques et al., 2015).

Sobrevivência de mudas

Uma vez que os parâmetros germinativos foram semelhantes no tempo X, a avaliação da porcentagem de sobrevivência (%S) das mudas foi analisada semanalmente, durante 30 dias, à partir do transplantio. Para isso, foram utilizadas as mudas provenientes apenas dos ciclos do tempo Y. O transplantio das mudas foi realizado em sacos de polietileno com capacidade de 2 kg, contendo uma mistura de terra vegetal, areia lavada e esterco bovino na proporção 3:1:1 (v/v). Para os ciclos zero, um e dois foram transplantadas 50 mudas. Foram utilizadas 13 mudas para o tratamento de 3C de HD devido ao baixo % de germinação. A %S foi calculada da seguinte forma: $[(PS * 100)/PT]$, onde PS é o número de mudas sobreviventes e PT é o número de mudas transplantadas. Para o cálculo de mortalidade (%), usou-se: $[(PT - PS)/PT * 100]$.

Análises estatísticas

Os dados foram testados quanto a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando apresentaram distribuição normal, foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Quando não paramétricos, foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis e as médias comparadas pelo teste de Dunn post hoc ($P < 0,05$) através do software Past (*Paleontological Statistics*) versão 4.11.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Piptadenia moniliformis* apresentaram comprimento médio de 5,99 mm, espessura de 1,66 mm e 4,75 mm de largura (Tabela 1). A biometria é uma ferramenta que permite encontrar variações entre populações de uma mesma espécie (Paiva et al., 2018), identificar as influências do local de origem sobre a qualidade fisiológica das sementes e auxiliar na compreensão do processo reprodutivo (Alves et al., 2005). Além disso, o tamanho e a massa das sementes podem influenciar diretamente em sua viabilidade e vigor, onde sementes maiores tendem a produzir mudas mais vigorosas (Malavasi e Malavasi, 2001; Alves et al., 2005; Silveira et al., 2022). Os dados biométricos encontrados para *P. moniliformis* encontram-se dentro da faixa de variação, mas abaixo da média geral encontrada por Nicolau et al. (2020) em duas localidades do Rio Grande do Norte. Estes resultados podem estar relacionados ao local de origem das sementes, em ambiente semiárido, assim como a redução da umidade das sementes durante o período de armazenamento (Mayrinck et al., 2016).

Sabe-se que há espécies, como o pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya* (benth.) ducke) e o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), em que a biometria identifica as sementes mais saudáveis (Biruel et al., 2010; Nonato et al., 2022). Nessas espécies, sementes alongadas e achatadas ou menores que a média geral possuem reduzida qualidade fisiológica (Biruel et al., 2010; Nonato et al., 2022).

A porcentagem de umidade das sementes demonstra que a espécie é ortodoxa (Tabela 1). Isso facilita o armazenamento, visto que, quando realizado com elevada umidade pode causar danos ao embrião ou facilitar a infestação por microrganismos (Mayrinck et al., 2016; Ohse, 2022). Nicolau et al. (2020) encontraram valores de 9,8% de umidade de sementes recém coletadas da mesma espécie.

A curva de embebição das sementes de *Piptadenia moniliformis* mostrou um padrão trifásico, com emissão da radícula após 27 horas de embebição (Figura 1A). A fase I durou 7 horas.

Sabe-se que o teor de água da semente influencia a taxa e velocidade de absorção de água (Lopes et al., 2022). De forma geral, sementes com baixa umidade possuem uma maior capacidade e velocidade de absorção hídrica para completar o padrão trifásico, como observado neste estudo. No entanto, essa velocidade, se muito rápida, pode danificar os tecidos embrionários, causar anormalidades e reduzir o vigor das plântulas (Guimarães et al., 2008; Oliveira e Bosco, 2013; Lopes et al., 2022). Já sementes com maior umidade absorvem lentamente a água, conforme observado por Ramalho et al. (2020). Estes autores constataram que o tempo X foi atingido com 48 horas em sementes de *P. moniliformis*, quando a umidade inicial das sementes era de 10,0%. Embora a elevada umidade inicial das sementes reduza as chances de danos embrionário por desacelerar a velocidade de embebição, simultaneamente aumenta as chances de infestação por microrganismos (Ohse, 2022).

Tabela 1. Biometria e umidade do lote de sementes de *Piptadenia moniliformis*. n=200.

	Comprimento (mm)	Espessura (mm)	Largura (mm)	Umidade (%)
Média	5,99±0,34	1,66±0,19	4,75±0,34	7,07±0,35

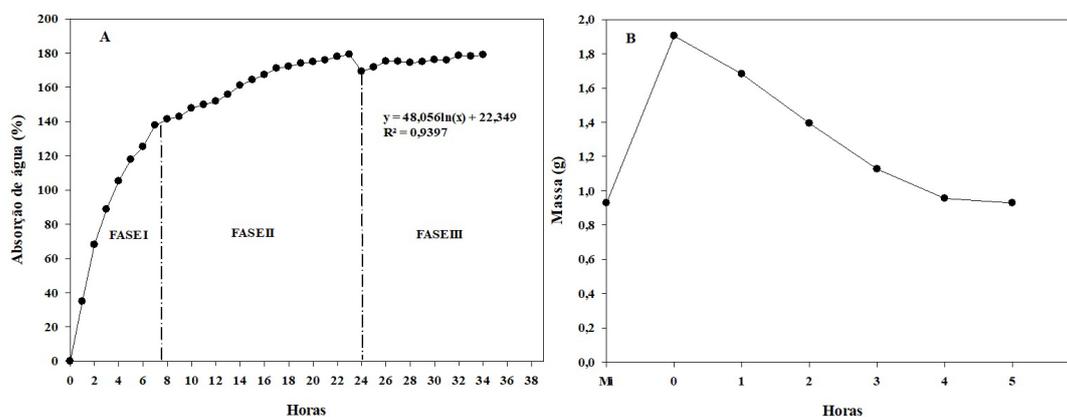


Figura 1. Curva de embebição (A) e secagem (B) das sementes de *P. moniliformis*.

A fase 2 durou 16 horas (Figura 1A). Para desidratarem até o peso inicial, as sementes necessitaram de 5 horas em ambos os tempos (Figura 1B). Geralmente, a germinação das sementes ocorre em um padrão trifásico. Entretanto, algumas espécies como *Sorghum arundinaceum* (Desv.) Stapf (Jakelaitis et al., 2016) e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore (Salomão e Fujichima, 2002) apresentam um padrão bifásico, sem a fase II. Essas curvas facilitam a compreensão dos tempos distintos e suas implicações sobre a germinação (Farooq et al., 2019). Além disso, determinar o número e tempo ideal dos ciclos de HD são essenciais para elevar o vigor das mudas visto que os efeitos são espécie-específicos (Paparella et al., 2015; Lima et al., 2018b).

Os ciclos de HD impactaram significativamente os parâmetros germinativos de *Piptadenia moniliformis* (Tabela 2). A aplicação de dois (2C) e três ciclos (3C) de hidratação e desidratação no tempo Y foram danosas às sementes ao reduzir significativamente a germinabilidade (%G), aumentar o tempo médio para 50% da germinação (T50%) no 3C, e diminuir o índice de velocidade de germinação, que representa o vigor das sementes, em todos os ciclos de 49,28% a 79,73% (Tabela 2) em comparação ao tempo X. Entretanto, os ciclos no tempo X reduziram significativamente o T50%, o que torna a germinação mais rápida e se completa em menor tempo nos ciclos eustressores, tornando a germinação mais rápida e em menor período.

Esses resultados mostram que, embora as sementes no tempo X, correspondente a metade do tempo requerido para atingir o término da fase I do padrão trifásico de embebição, apresentassem uma diferença temporal de 7,5 horas em relação ao tempo Y (correspondente ao tempo inicial fase II), o hidrocondicionamento pode ter acelerado as atividades metabólicas pré-germinativas no tempo X, ao aumentar a atividade fisiológica do embrião e estimular mudanças físico-químicas no protoplasma (Bhadane et al., 2019). Consequentemente, esse tempo utilizado para pausar a embebição, desidratar e retomar a hidratação teve impacto positivo, aprimorando a divisão e o alongamento celular (Bhadane et al., 2019; Samal et al., 2019), refletindo em um menor tempo requerido para atingir 50% da germinação das sementes, ou seja, T50%.

Sabe-se que, quanto mais próximo de completar o padrão trifásico da embebição, a tolerância a dessecação diminui gradativamente na fase II até que as sementes estejam completamente intolerantes a dessecação na fase III. É justamente na fase II que as sementes estão mais sensíveis a possíveis perdas gradativas de água, consequentemente, afetando processos metabólicos importantes. Essa fase é caracterizada pelo declínio na embebição e o retorno de processos metabólicos, bem como a transcrição, tradução e mecanismo de reparo do DNA. Além disso, durante essa fase, o embrião se expande e a radícula é emergida da casca. Essas condições podem afetar a capacidade germinativa e de sobrevivência (Taiz et al., 2017).

Tabela 2. Parâmetros germinativos de sementes de *Piptadenia moniliformis* submetidas a diferentes ciclos de hidratação e desidratação (HD) embebidas nos tempos X (3,5 horas de embebição, ½ da fase I) e Y (11 horas de embebição, ¼ da fase II).

Tempo	Ciclos de HD	%G**	T50% (dias)**	IVG*	SG**
X	0C	92±2,82 a	2,39±0,04 ab	12,00±2,07 a	0,54±0,02 bc
	1C	95±1,65 a	1,85±0,18 abc	10,42±0,73 ab	0,49±0,03 c
	2C	98±1,73 a	1,48±0,01 cd	13,08±0,24 a	0,74±0,05 ab
	3C	95±2,59 a	1,58±0,08 bcd	12,71±0,64 a	0,55±0,06 bc
Y	0C	94±3,46 a	1,49±0,03 cd	4,42±0,42 c	0,89±0,06 a
	1C	95±1,00 a	1,26±0,07 d	5,29±1,41 bc	0,58±0,05 bc
	2C	76±4,90 b	1,47±0,7 cd	5,75±0,72 bc	0,52±0,02 bc
	3C	28±8,48 c	3,74±0,6 a	2,58±0,57 c	0,47±0,01 c

As médias comparam os ciclos de HD dentro e entre os tempos X e Y. Médias com letras iguais não diferem pelo teste de *Tukey (P<0,05) ou **Teste de Dunn's pos hoc (P<0,05). ± significa o erro padrão. Legenda: Germinabilidade (%G), índice de velocidade (IVG), sincronia (SG) e tempo médio para 50% da germinação (T50%).

Esses resultados sugerem que os ciclos de HD, quando aplicados no tempo Y, prejudicam a germinação de *P. moniliformis*.

Embora a literatura relate muitos benefícios da hidratação descontínua de sementes (Lima et al., 2018b; Freitas et al., 2021; Nascimento et al., 2021; Jain et al., 2022), algumas espécies como *Myracrodruon urundeuva*, *Macroptilium atropurpureum* e *Calendula officinalis* L. apresentaram danos nos parâmetros germinativos conforme o aumento do número de ciclos de HD (Hora; Meiado, 2016; Lima et al., 2018^a; Lopes et al., 2022). Assim, é essencial identificar os efeitos dessa técnica para identificar o tempo e o número ideal de ciclos (Santos Júnior et al., 2021).

A elevação do número de ciclos de HD no tempo Y reduziu a porcentagem de sobrevivência e elevou a mortalidade de plântulas de *Piptadenia moniliformis* após transplântio (Tabela 3). Mudanças mais vigorosas suportam melhor as variações climáticas no ambiente natural (Barazandeh et al., 2019). Porém, uma menor sobrevivência indica um baixo vigor das plântulas (Paparella et al., 2015; Barazandeh et al., 2019; Santos Júnior et al., 2022), principalmente no período mais sensível que ocorre após o transplântio (Taiz et al., 2017; Pazzaglia et al., 2022). Esses resultados corroboram com os valores do índice de velocidade de emergência (IVG), em que, quanto maior o índice, maior o vigor e, quanto menor o IVG, mais reduzido é o vigor.

Por isso, entender os benefícios e danos da hidratação descontínua é essencial na escolha do método mais apropriado para a germinação e consequente produção de mudas. A curva de embebição auxilia na compreensão do padrão de absorção de água pelas sementes e é importante para a determinação dos tempos X, Y e Z da embebição. As implicações desses períodos sobre a germinação e

desenvolvimento inicial das plântulas pode determinar a taxa de sucesso no estabelecimento da espécie e a melhor escolha do tratamento pré-germinativo para a produção de mudas (Faroq et al., 2019).

CONCLUSÕES

A espécie *Piptadenia moniliformis* apresenta padrão trifásico de embebição de água, levando em torno de 34 horas para completar o processo germinativo, nas condições utilizadas no presente trabalho. A hidratação descontínua, quando ocorre na fase I do processo de embebição (tempo X = 3,5 horas, ½ da fase I), reduz o tempo médio para ocorrer 50% da germinação (T50%), demonstrando um efeito positivo da técnica. Entretanto, ciclos de hidratação e desidratação realizados na fase II (tempo Y) e com uma frequência maior (dois e três ciclos) reduzem a porcentagem de germinação, aumentam o T50%, reduzem o vigor das sementes, o que reflete em uma redução na taxa de sobrevivência das plântulas, não sendo recomendada como uma técnica alternativa para a produção de mudas dessa espécie.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental - NEMA/UNIVASF, o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF e o Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR pela disponibilização das sementes.

REFERÊNCIAS

- Alves, E.U., Bruno, R.L.A., Alves, A.U., Alves, A.U. & Paula, R.C., 2005. Influência do tamanho e da procedência de sementes *Mimosa caesalpinifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore*, vol. 29, no. 6, pp. 877-885. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600006>.
- Azeredo, G. A. de ., Paula, R. C. de ., Valeri, S. V., & Moro, F. V.. (2010). Superação de dormência de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. *Revista Brasileira De Sementes*, vol. 32, no. 2, pp. 49-58. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000200006>.
- Baltazar, M., Oppolzer, D., Carvalho, A., Gouvinhas, I., Ferreira, L., Barros, A. & Lima-Brito, J., 2023. Hydropriming

Tabela 3. Porcentagem de sobrevivência e mortalidade de mudas de *Piptadenia moniliformis* submetidas a diferentes ciclos de hidratação e desidratação (HD) embebidas no tempo Y.

Ciclos de HD	Sobrevivência (%)	Mortalidade (%)
0C	52	48
1C	60	40
2C	58	42
3C	15,4	84,6

- and Nutripriming of Bread Wheat Seeds Improved the Flour's Nutritional Value of the First Unprimed Offspring. *Plants*, vol. 12, no. 2, pp. 240. <http://dx.doi.org/10.3390/plants12020240>. PMID:36678954.
- Barazandeh, F., Sabzalian, M., Rahimmalek, M. & Karami, S., 2019. Effect of thermo-priming on germination, agronomic characteristics and seed oil of safflower (*Crthamus tinctorius*) cultivars. *Journal of Plant Protection Research*, vol. 26, no. 1, pp. 107-122.
- Bhadane, R.S., Prajapati, K.R. & Patel, D.B., 2019. Effect of seed hardening on morpho-physiological characters in Mung bean (*Vigna radiata* L.). *International Journal of Chemical Studies*, vol. 7, no. 4, pp. 1760-1763.
- Biruel, R.P., Paula, R.C. & Aguiar, I.B., 2010. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya* (benth.) ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. *Revista Árvore*, vol. 34, no. 2, pp. 197-204. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200001>.
- BRASIL, 2009. *Regras para Análise de Sementes*. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 399 p.
- Farooq, M., Basra, S.M.A., Ahmad, N. & Hafeez, K., 2005. Thermal hardening: a new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*, vol. 47, no. 2, pp. 187-193. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00031.x>.
- Farooq, M., Usman, M., Nadeem, G., Rehman, H., Wahid, A., Basra, S.M.A. & Siddique, K.H.M., 2019. Seed priming in field crops: potential benefits, adoption and challenges. *Crop & Pasture Science*, vol. 70, no. 9, pp. 731-771. <http://dx.doi.org/10.1071/CP18604>.
- Freitas, R.S., Meiado, M.V. & Silva, E.C., 2021. Seed discontinuous hydration does not benefit germination, but improves drought tolerance of *Triplaris gardneriana* seedlings. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, vol. 43, pp. e55992. <http://dx.doi.org/10.4025/actascibiolsci.v43i1.55992>.
- Guimarães, M.A., Dias, D.C.F.S. & Loureiro, M.E., 2008. Hidratação de sementes. *Revista Trópica-Ciências Agrárias e Biológicas*, vol. 2, no. 1, pp. 31.
- Hora, I. & Meiado, M.V., 2016. A hidratação descontínua em sementes favorece a produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae). *Agroforestalis News*, vol. 1, no. 1, pp. 20-24.
- Jain, L.K., Verma, M.P., Ram, N., Choudhary, A. & Parewa, H.P., 2022. Seed Hardening: A Way to Tolerate Against Abiotic Stress in Rainfed Areas. *International Journal of Economic Plants*, vol. 8, no. 1, pp. 18-21. <http://dx.doi.org/10.23910/2/2022.0437c>.
- Jakelaitis, A., Martins, D.A., Silva, L.A. & Fátima Sales, J., 2016. Biometria, embebição e tratamentos pré-germinativos em sementes de capim falso-massambará. *Revista Cultura Agronômica*, vol. 25, no. 2, pp. 187-198. <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2016v25n2p187-198>.
- Kigel, J., (2017). Seed germination in arid and semiarid regions. In: J. KIGEL. *Seed development and germination*. Abingdon: Routledge, pp. 645-699. <http://dx.doi.org/10.1201/9780203740071-25>.
- Lima, A.T., Oliveira, D.M. & Meiado, M.V., 2018a. Effect of hydration and dehydration cycles on *Macroptilium atropurpureum* seeds germination under water deficit conditions. *Communications in Plant Sciences*, vol. 8, no. 1, pp. 55-61. <http://dx.doi.org/10.26814/cps2018008>.
- Lima, A.T., Cunha, P.H.J., Dantas, B.F. & Meiado, M.V., 2018b. Does discontinuous hydration of *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby var. excelsa (Schrad.) H.S. Irwin & Barneby (Fabaceae) seeds confer tolerance to water stress during seed germination? *Journal of Seed Science*, vol. 40, no. 1, pp. 36-43. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v40n1182838>.
- Lopes, G.B., Goelzer, A., Andrade, T.C.S. & Masetoo, T.E., 2022. O hidrocondicionamento pode ser uma estratégia para aumentar o desempenho das sementes de calêndula? *Brazilian Journal of Development*, vol. 8, no. 1, pp. 6758-6769. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n1-456>.
- Maia, G.N., 2012. *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora. 413 p.
- Malavasi, U.C. & Malavasi, M.M., 2001. Influência do tamanho e do peso da semente na germinação e no estabelecimento de espécies de diferentes estágios da sucessão vegetal. *Floresta e Ambiente*, vol. 8, no. 1, pp. 211-215.
- Marques, F.R.F., Meiado, M.V., Castro, N.M.C.R.D., Campos, M.L.D.O., Mendes, K.R., Santos, O.D.O.D. & Pompelli, M.F., 2015. GerminaQuant: a new tool for germination measurements. *Journal of Seed Science*, vol. 37, no. 3, pp. 248-255. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n3145605>.
- Mayrinck, R.C., Vaz, T.A.A. & Davide, A.C., 2016. Classificação fisiológica de sementes florestais quanto à tolerância à dessecação e ao comportamento no

- armazenamento. *Cerne*, vol. 22, no. 1, pp. 85-92. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201622012064>.
- Nascimento, J.P.B., Dantas, B.F. & Meiado, M.M., 2021. *Hidropriming* altera limiares de temperatura para germinação de sementes de espécies arbóreas da Caatinga, uma floresta tropical seca brasileira. *Journal of Seed Science*, vol. 43, pp. e202143004.
- Nicolau, J.P.B., Silva, F.E.D., Felix, F.C., Torres, S.B., Pacheco, M.V. & Pereira, M.D., 2020. Discontinuous hydration on the germination of *Mimosa caesalpinifolia* and *Pityrocarpa moniliformis* seeds under water stress. *Revista Caatinga*, vol. 33, no. 2, pp. 555-561. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252020v33n228rc>.
- Paiva, J. N., Noronha, B. G., & Pereira, M. D. (2018). Biometria de frutos e sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. por meio de processamento digital de imagens. Editora Realize, In: II CONIDIS (II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2018., pp. 1-6.
- Pazzaglia, J., Badalamenti, F., Bernardeau-Esteller, J., Ruiz, J. M., Giacalone, V. M., Procaccini, G., & Marín-Guirao, L. (2022). Thermo-priming increases heat-stress tolerance in seedlings of the Mediterranean seagrass *P. Oceanica*. *Marine Pollution Bulletin*, vol. 174, e113164. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113164>.
- Nonato, E.R.L., De Oliveira, C.H.S., Silva Ferreira, T., Da Costa, A.S., Ferreira, C.D., De Oliveira Freire, A.L., Arriel, É.F. & Bakke, I.A., 2022. Morfometria de estruturas reprodutivas, germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* L. para fins de reconhecimento em campo. *Concilium*, vol. 22, no. 3, pp. 325-342. <http://dx.doi.org/10.53660/CLM-226-238>.
- Ohse, S., 2022. Sementes recalitrantes: um apanhado. *Visão Acadêmica*, vol. 23, no. 2, pp. 14-48.
- Oliveira, A.B. & Bosco, M.R.O., 2013. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. *Revista Brasileira de Agroecologia*, vol. 8, no. 1, pp. 66-74.
- Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. & Balestrazzi, A., 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. *Plant Cell Reports*, vol. 34, no. 8, pp. 1281-1293. <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>. PMID:25812837.
- Ramalho, L.B., Benedito, C.P., Pereira, K.T.O., Silva, K.C.N. & Medeiros, H.L., 2020. Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino. *Ciência Florestal*, vol. 30, no. 1, pp. 221-230. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509829998>.
- Salomão, A.N. & Fujichima, A.G., 2002. *Respostas de sementes de Tabebuia aurea (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Bignoniaceae) à dessecação e ao congelamento em temperaturas subzero*. Brasília: Embrapa. 4 p. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Comunicado Técnico, no. 76.
- SAMAL, J. L., BHADANE, R.S., & PATEL, D.B., 2019. Influence of seed hardening on growth and yield of chickpea var. GG-2 (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, vol. 7, no. 4, pp. 1756-1759.
- Santos Júnior, J. L., Luz, A. F.S., & Da Silva, E. C., 2022. Utilização de Alta Temperatura para Quebra de Dormência Tegumentar de Sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, vol. 26, no. 4, pp. 423-428.
- Santos Júnior, J.L., Freitas, R.S. & Silva, E.C., 2021. Discontinuous hydration improves germination and drought tolerance in *Annona squamosa* seedlings. *Research, Social Development*, vol. 10, no. 3, pp. e56710313706. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13706>.
- Silveira, G.V.S., Holanda, A.C., Alves, A.R., Silva Costa, J.R. & Pinheiro, E.S., 2022. Produção de mudas de *Piptadenia moniliformis* B. irrigadas com água residual da carcinicultura. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, vol. 15, no. 2, pp. 439-449. <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e8899>.
- Soares Neto, R.L. & Loiola, M.I.B., 2022. Angiosperm diversity in the semiarid Region of Ceará State, Brazil, with Emphasis on Caatinga Species. *Floresta e Ambiente*, vol. 2, no. 2, pp. e20220018. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087-floram-2022-0018>.
- Taiz, L., TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I.M., & MURPHY, A., 2017. *Fisiologia vegetal e desenvolvimento vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Artmed.
- Villagómez-Aranda, A.L., Feregrino-Pérez, A.A., García-Ortega, L.F., González-Chavira, M.M., Torres-Pacheco, I. & Guevara-González, R.G., 2022. Activating stress memory: Eustressors as potential tools for plant breeding. *Plant Cell Reports*, vol. 41, no. 15, pp. 1481-1498. <http://dx.doi.org/10.1007/s00299-022-02858-x>. PMID:35305133.