



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB**



LUCIENE MORAIS CAVALCANTE

**OSMOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES E SEUS EFEITOS NA
GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpiniiifolia* Benth.) SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Patos – Paraíba – Brasil

2023

LUCIENE MORAIS CAVALCANTE

**OSMOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES E SEUS EFEITOS NA
GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpiniiifolia* Benth.) SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

Patos – Paraíba – Brasil

2023

LUCIENE MORAIS CAVALCANTE

**OSMOCONDICIONAMENTO DE SEMENTES E SEUS EFEITOS NA
GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE SABIÁ (*Mimosa
caesalpinifolia* Benth.) SOB ESTRESSE HÍDRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências para a obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 28 de agosto de 2023.

Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(Orientador)

Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior
Universidade Estadual da Paraíba (DAE/CCHA/UEPB)
(1º Examinador)

Prof.^a Dr.^a Cheila Deisy Ferreira
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(2ª Examinadora)

Patos – Paraíba – Brasil

2023

C377o

Cavalcante, Luciene Moraes.

Osmocondicionamento de sementes e seus efeitos na germinação e crescimento de mudas de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) sob estresse hídrico / Luciene Moraes Cavalcante. – Patos, 2023.

60 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2023.

"Orientação: Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire."

Referências.

1. Estresse abiótico. 2. Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.). 3. PEG. 4. NaCl. 5. Germinação de sementes. I. Freire, Antonio Lucineudo de Oliveira. II. Título.

CDU 582.736.1(043)

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre colocar tudo no seu devido lugar, por me permitir chegar até aqui, mesmo diante de todos os desafios enfrentados, por ter me dado força, coragem e determinação para alcançar essa conquista;

A toda minha família por sempre estar presente, me apoiando e incentivando e ao meu irmão Lucieudo Morais Cavalcante (*In memoriam*);

A minha filha, Yasmin Cavalcante, por toda compreensão e paciência ao longo dessa jornada;

A todos os professores desta instituição, com os quais tive a honra de conviver, mesmo de forma remota, estes sempre prestativos e dispostos a ajudar;

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, pela confiança, por todos os ensinamentos, pela amizade construída ao longo dessa jornada, pelas cobranças e contribuição direta para meu crescimento pessoal e profissional;

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Edivan da Silva Nunes Júnior e Prof^a. Dr^a. Cheila Deisy Ferreira, pela disponibilidade e contribuições a esta dissertação;

Ao funcionário do PPGCF, Paulo César, pela disponibilidade e atenção sempre que precisei;

Aos meus colegas de trabalho, Milena Ellen, Emeline, Emanuelle e Geralda, pela compreensão por todas as vezes que tive que me ausentar;

A todos os meus colegas de turma, em especial a Leonardo, Thayna, Marta e Romildo, por toda ajuda no desenvolvimento da pesquisa e também diante do surgimento de dúvidas, sou muito grata por toda a amizade e companheirismo, construídos ao longo destes anos.

CAVALCANTE, Luciene Moraes. **Osmocondicionamento e seus reflexos na germinação de sementes e crescimento de plântulas de sabiá sob estresse osmótico**. 2023. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2023. 62f.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do *priming* na germinação e vigor de sementes sob estresse osmótico (estresses hídrico e salino) (Experimento I) e nas trocas gasosa e no crescimento de mudas de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth sob déficit hídrico (Experimento II). O Experimento I, relativo ao estresse hídrico, foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), distribuído em um esquema fatorial 3x5, correspondendo aos tratamentos sem *priming*; e *priming* com PEG -1,0 MPa e KNO₃ 100 mM e cinco potenciais hídricos (0; -0,5; -1,0; -1,5; e -2,0 MPa) (obtidos com soluções de polietileno glicol 6000 PEG). O experimento de estresse salino consistiu de um fatorial 3x5, correspondendo aos tratamentos sem *priming*; e *priming* com PEG -1,0 MPa e KNO₃ 100 mM e cinco doses de NaCl (0; 50; 100; 150; 200 mM), e quatro repetições. Foram avaliados percentual de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG). No Experimento II, conduzido em vaso em ambiente telado, os tratamentos foram distribuídos em DIC, esquema fatorial 3x3, correspondendo a três tratamentos de *priming* (sem *priming*; e *priming* com PEG -1,0 MPa; KNO₃ 100 mM) e três níveis de água (capacidade de vaso-cv) [80%cv (controle), 40%cv (estresse moderado) e 20%cv (estresse severo)], com quatro repetições. Foram avaliados: Teor relativo de água (*TRA*); taxa de transpiração (*E*); condutância estomática (*gs*); taxa de fotossíntese (*A*); Eficiência instantânea do uso da água (*A/gs*); altura das plantas; diâmetro do caule; massas secas da parte aérea (MSPA), do caule (MSC), das raízes (MSR), razão massa seca parte aérea/raiz (MSPA/MSR) e massa seca total. As sementes de sabiá mostraram-se sensíveis ao déficit hídrico e à salinidade, porém o *priming* aumentou o vigor das sementes e reduziu o TMG, independente do potencial hídrico e da salinidade impostos. O uso do *priming* com PEG favoreceu as trocas gasosas, MSR e massa seca total das mudas. Independentemente do nível de água imposto às mudas, o *priming* com PEG possibilitou a obtenção de mudas com maiores valores de altura, diâmetro do caule, MSPA e MSPA/MSR. Recomenda-se o uso do PEG como agente de *priming* químico das sementes para atenuar os efeitos do déficit hídrico em mudas de sabiá.

Palavras-chave: Estresse abiótico, sabiá, PEG, NaCl.

CAVALCANTE, Luciene Morais. **Osmopriming and its effects on seed germination and seedling growth of *Mimosa caesalpiniiifolia* under osmotic stress.** 2023. Master Thesis in Forest Sciences. CSTR/UFCG, Patos – PB. 2023. 62f.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the effect of *priming* on the germination and vigor of seeds under osmotic stress (water and saline stress) (Experiment I) and on gas exchange and growth of 'sabiá' (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) seedlings under water deficit (Experiment II). Experiment I, related to water stress, was conducted in a completely randomized design (DIC), distributed in a 3x5 factorial scheme, corresponding to treatments without *priming*; and *priming* with PEG -1.0 MPa and 100 mM KNO₃ and five water potentials (0; -0.5; -1.0; -1.5; and -2.0 MPa) (polyethylene glycol 6000 - PEG). The salt stress experiment consisted of a 3x5 factorial, corresponding to treatments without *priming*; and *priming* with PEG -1.0 MPa and 100 mM KNO₃ and five doses of NaCl (0; 50; 100; 150; 200 mM), and four replications. Germination percentage, germination speed index (IVG) and average germination time (TMG) were evaluated. In Experiment II, conducted in a pot in a screened environment, the treatments were distributed in DIC, 3x3 factorial scheme, corresponding to three priming treatments (without *priming*; and *priming* with PEG -1.0 MPa; KNO₃ 100 mM) and three levels of water (vase capacity-hp) [80%hp (control), 40%hp (moderate stress) and 20%hp (severe stress)], with four repetitions. The following were evaluated: Relative water content (RWC); transpiration rate (E); stomatal conductance (gs); photosynthesis rate (A); Instantaneous water use efficiency (A/gs); plant height; stem diameter; dry mass of the shoot (DMSH), stem (DMS), roots (DMR), shoot/root dry mass ratio (DMSH/DMR) and total dry mass. 'Sabiá' seeds were sensitive to water deficit and salinity, however *priming* increased seed vigor and reduced TMG, regardless of the water potential and salinity imposed. The use of *priming* with PEG favored gas exchange, MSR and total dry mass of the seedlings. Regardless of the water level imposed on the seedlings, *priming* with PEG made it possible to obtain seedlings with higher values of height, stem diameter, MSPA and MSPA/MSR. It is recommended to use PEG as a chemical seed *priming* agent to mitigate the effects of water deficit on 'sabiá' seedlings.

Keywords: Abiotic stress, NaCl, PEG, 'sabiá'.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Porcentagem de germinação de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução.	28
Figura 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução.....	29
Figura 3 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução.....	29
Figura 4 - Porcentagem de germinação de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.....	32
Figura 5 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.....	32
Figura 6 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá, em função do tratamento de <i>priming</i>	30
Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá, mantidas sob salinidade, em função do tratamento de <i>priming</i>	34
Tabela 3 - Teor relativo de água foliar (%) de mudas de sabiá em função dos tratamentos hídricos.	35
Tabela 4 - Condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo. ...	36
Tabela 5 - Taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.	37
Tabela 6 - Taxa de fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.	38
Tabela 7 - Concentração intercelular de CO_2 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.	40
Tabela 8 - Altura de plantas e diâmetro do caule de mudas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i>	41
Tabela 9 - Massa seca do caule da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e razão massa seca parte aérea/raiz (MSPA/MSR) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i>	42
Tabela 10 - Massa seca das raízes (MSR) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.	42
Tabela 11 - Massa seca total das plantas de sabiá em função dos tratamentos de <i>priming</i> , mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Características e uso de <i>Mimosa caesalpiniiifolia</i>	14
2.2 O estresse hídrico e seus reflexos na fisiologia e no crescimento das plantas	14
2.3 Germinação de sementes: efeitos dos estresses hídrico e salino	18
2.4 O condicionamento osmótico e suas implicações na germinação das sementes e crescimento da planta	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Considerações gerais	24
3.2 Experimento I - Germinação de sementes osmocondicionadas de sabiá sob estresses hídrico e salino	24
3.3 Experimento II - Influência do osmocondicionamento em mudas de sabiá sob diferentes regimes hídricos	25
3.4 Parâmetros avaliados	26
3.4.1 Altura das plantas e Taxa de crescimento absoluto	26
3.4.2 Parâmetros estomáticos	26
3.4.3 Teor Relativo de Água (TRA)	27
3.4.4 Produção de massa seca	27
3.4.5 Análises estatísticas	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Efeitos do <i>priming</i> e do estresse hídrico na germinação e no vigor das sementes de sabiá	28
4.2 Efeitos do estresse salino e do <i>priming</i> na germinação e no vigor das sementes de sabiá	31
4.3 Teor Relativo de Água e aspectos estomáticos	35
4.3.1 Teor Relativo de Água (TRA)	35
4.3.2 Condutância estomática	36
4.3.3 Taxa de transpiração	37
4.3.4 Taxa de fotossíntese	38
4.2.2.4 Concentração intercelular de CO ₂	39
4.3.5 Parâmetros de crescimento	40
4.2.3.2 Produção de massa seca	41
5 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma característico da região semiárida do Brasil, é caracterizada pela presença de uma vegetação xerófila e espécies caducifólias, que apresentam capacidade de tolerar longos períodos de estiagem. Como características desse ambiente semiárido podem ser citados fatores como temperatura elevada, alta radiação solar, índices pluviométricos distribuídos de forma irregular e níveis de salinidade do solo. Esses fatores interferem negativamente nos processos bioquímicos como fotossíntese e respiração e, conseqüentemente, no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Para sobreviver às condições hídricas adversas impostas e garantir seu crescimento, as plantas desenvolveram estratégias e adaptações morfológicas e fisiológicas, as quais variam com a espécie e o nível de estresse imposto. Dentre essas estratégias de sobrevivência está o controle da perda de água por meio do fechamento estomático, maior crescimento radicular em detrimento da parte aérea, redução no número e área das folhas, além do ajustamento osmótico (Chaves *et al.*, 2002; Medrano *et al.*, 2002; Flexas *et al.*, 2006; Fini *et al.*, 2013; Dombroski *et al.*, 2014; Scaloni *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2020).

No entanto, os efeitos dessas condições adversas, tanto hídrica como salina, podem se manifestar logo durante o processo de germinação das sementes, reduzindo tanto a porcentagem como a velocidade desse processo (Bewley; Black, 2013; Taiz *et al.*, 2017; Coelho *et al.*, 2017; Dutra *et al.*, 2017). Dentre as metodologias utilizadas para mitigar esses efeitos, o *priming* de sementes tem recebido destaque em virtude da sua eficácia em diversas espécies como *Triticum aestivum* L. (Farooq, 2013), e *Physalis peruviana* (Leite *et al.*, 2022), se constituindo em uma estratégia promissora no gerenciamento de estresses abióticos, conferindo tolerância às plantas.

O *priming* se baseia na indução de um estado fisiológico particular nas plantas através da imersão das sementes com compostos naturais ou sintéticos, antes da germinação, possibilitando que as mesmas adquiram uma “memória de estresse”, preparando-as para uma resposta a um segundo estresse, permitindo-lhes responder de forma mais rápida e eficiente (Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013; Savvides *et al.*, 2016).

No *priming* químico, são utilizados agentes como KNO₃, KCl, CaCl₂, manitol, PEG, prolina, ácido salicílico, dentre outros (Farooq; Basra; Hafeez, 2006). E tem sido

relatado que, quando submetidos a esse “*priming* químico” antes da exposição ao estresse, as plantas exibem maior tolerância em comparação com plantas não tratadas (Sako; Nguyen; Seki, 2020).

No entanto, a maioria desses estudos são realizados com espécies agrícolas ou forrageiras, como *Zea mays* L. (Nawaz *et al.*, 2017), *Urochloa ruziziensis* (Oliveira *et al.*, 2022) e *Lycopersicon esculentum* Mill. (Sahar *et al.*, 2023), sendo escassos em espécies arbóreas, notadamente da Caatinga e, no que se refere à espécie sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), essas informações são inexistentes.

Segundo Carvalho (2007), o cultivo desta espécie ocorre devido sua rusticidade e incremento rápido, que possibilita sua exploração entre 4 e 6 anos de idade. Esse autor relata diversos aspectos que demonstram a importância da espécie dos pontos de vista ambiental, comercial e social, tais como madeira de excelente qualidade, utilizada na produção de mourões, varas e estacas; produção de energia; uso na alimentação animal e para fins medicinais e paisagísticos; empregada em plantios em recuperação e restauração ambiental.

Apesar desse uso múltiplo, a exploração desordenada tem causado diminuição no número de indivíduos da espécie nesse bioma, sendo então necessária a recomposição dos povoamentos de maneira a recuperar essas áreas.

Porém, para garantir a sobrevivência das mudas após a sua transferência para o campo, devem ser adotadas estratégias que lhe confirmem tolerância às condições hídricas adversas que as mesmas enfrentarão. Essa necessidade se torna mais evidente e urgente em razão do cenário desanimador devido às mudanças climáticas atuais e as previstas para um futuro próximo (IPCC, 2022).

Dentre essas estratégias, a utilização do *priming* nas sementes de sabiá se constitui em uma alternativa de maneira a aumentar a tolerância das mudas ao déficit hídrico, possibilitando o estabelecimento de sementes e crescimento de plantas no campo.

Sendo assim, conduziu-se esse trabalho com objetivo de avaliar o efeito de agentes condicionantes sobre a germinação de sementes sob estresse osmótico e crescimento de mudas de sabiá sob déficit hídrico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características e uso de *Mimosa caesalpiniiifolia*

A espécie *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth, popularmente conhecida como sabiá ou sansão-do-campo, é nativa e característica da Caatinga do estado do Ceará, onde apresenta o maior índice de ocorrência (Maia, 2004; Braga, 2015), porém é encontrada em outras regiões do Brasil (Ribaski *et al.*, 2003). O nome sabiá é decorrente da sua casca assemelhar-se à plumagem da ave do mesmo nome (Maia, 2004; Braga, 2015).

É uma espécie heliófita, pioneira, com altura entre 5 e 8 m, possuindo tronco com diâmetro de 20 a 30 cm, bastante ramificado e que se desenvolve bem em todos os tipos de solo, não tolerando, porém, solos alagados (Maia, 2004).

Devido ao seu rápido crescimento, em cerca de dois anos já é possível a extração de estacas e madeira para lenha e em função de apresentar grande capacidade de rebrota, a haste principal e os rebentos ressurgem de forma abundante e mais vigorosos após o primeiro corte (Maia, 2004; Braga, 2015).

A madeira, bastante resistente à decomposição, à umidade e ao ataque de cupins, é empregada como mourões, estacas, postes, dormentes, esteios e forquilhas, além do uso como lenha e carvão (Lorenzi, 2002; Maia, 2004; Araújo; Paes, 2018).

Possui potencial para uso ornamental, forrageiro, na apicultura devido sua floração abundante e também na medicina caseira, principalmente sua casca (Maia, 2004; Braga, 2015).

Em razão da sua tolerância à luz direta e ao rápido crescimento, é uma planta ideal para reflorestamentos heterogêneos (Lorenzi, 2002). Aspectos como a capacidade de fixação de N e a associação com fungos micorrízicos contribuem para a espécie ser empregada para recuperação dos solos e a primeira fase da recomposição de áreas degradadas.

2.2 O estresse hídrico e seus reflexos na fisiologia e no crescimento das plantas

Durante o seu ciclo de vida as plantas podem estar sujeitas a vários estresses ambientais, a exemplo do déficit hídrico, os quais limitam o crescimento das mesmas (Zhao *et al.*, 2007; Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013).

No entanto, a maneira como elas respondem a esses estresses varia de acordo com a espécie e sua intensidade e, em relação ao estresse hídrico, podem ocorrer alterações bioquímicas, anatômicas e morfológicas (Costa *et al.*, 2015; Queiroz, 2018), as quais podem favorecer a sua manutenção sob essa condição adversa.

As estratégias de adaptabilidade e sobrevivência das plantas aos estresses abióticos são características de cada espécie vegetal (Scalon *et al.*, 2011), sendo que cada espécie pode modular suas respostas de acordo com o estresse sofrido e sua própria capacidade de resiliência (Almeida *et al.*, 2020). As plantas da Caatinga apresentam algumas adaptações morfológicas, a exemplo de redução da relação entre superfície e volume foliar, presença de ceras, redução na área foliar, estômatos protegidos em criptas, estruturas armazenadoras de água (xilopódios), entre outros (Moraes, 2011; Barros; Soares, 2013). Tais aspectos morfológicos garantem a sua sobrevivência durante longos períodos sob baixa disponibilidade de água.

Em decorrência da redução da água no solo e, conseqüentemente, na sua absorção, ocorre diminuição no potencial hídrico, resultando em menor pressão de turgor e decréscimo na expansão celular (Taiz *et al.*, 2017). Isso resulta em limitação na expansão foliar a qual, segundo esses autores, se constitui na primeira linha de defesa das plantas à seca, uma vez que com a área foliar reduzida a planta tende a transpirar menos, conservando assim a água suprida pelo solo.

A manutenção de um balanço hídrico positivo, com máxima absorção de CO₂ e mínima perda de água por transpiração possibilita o desenvolvimento de suas atividades metabólicas e conseqüente sobrevivência (Larcher, 2006; Marengo; Lopes, 2011; Taiz *et al.*, 2017). Isso é atingido através do controle da abertura dos estômatos, em que as plantas regulam as taxas de transpiração de acordo com as necessidades do seu balanço hídrico (Larcher, 2006). Equilibrar as perdas por transpiração sob alta demanda evaporativa e a absorção de CO₂ se constitui em um grande desafio para as plantas.

O fechamento estomático limita as taxas de transpiração, evitando assim a perda do turgor celular e evita a cavitação da coluna de água dentro do xilema (Salleo *et al.*, 2000; Cochard *et al.*, 2002). De fato, um estudo mostrou estreita correlação entre o fechamento dos estômatos e a condutividade hidráulica da folha e do caule em mudas de *Eucalyptus pauciflora* sob estresse hídrico (Martorell *et al.*, 2014).

O fechamento dos estômatos em decorrência do déficit hídrico tem sido apontado como uma estratégia fisiológica nas plantas para controlar a perda de água

por transpiração, evitando assim a morte por dessecação (Campelo *et al.*, 2015) e a intensidade com que esse controle acontece garante a maior ou menor tolerância da espécie à seca. Durante períodos de déficit hídrico, a queda acentuada na condutância estomática e na taxa de transpiração em resposta ao estresse hídrico, juntamente com a queda de folhas, representa um mecanismo de resposta eficaz, embora definitivo, para reduzir as perdas estomáticas e não estomáticas de água (Fini *et al.*, 2013).

Alterações fisiológicas em espécies arbóreas como resultado do estresse hídrico tem sido bem documentado, sendo que a resposta varia com a espécie e com a intensidade do estresse imposto. No entanto, poucos são os estudos com espécies nativas da Caatinga, o que se constitui em um campo de estudos ainda a ser explorado e muito ainda deve ser estudado para elucidar as estratégias que essas espécies desenvolvem para conseguir sobreviver em um ambiente tão desafiador como o semiárido brasileiro.

Avaliando a resposta de clones de eucalipto em função da disponibilidade de água no solo, Tatagiba, Pezzopane e Reis (2008) verificaram que a redução no potencial hídrico foliar foi acompanhada por decréscimos nos valores de taxa de fotossíntese, condutância estomática, transpiração e eficiência no uso da água, comportamento também relatado por Mendes *et al.* (2013), na mesma espécie.

Em relação aos estudos com espécies arbóreas nativas do Brasil, em mudas de aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão), Costa *et al.* (2015) constataram que o déficit hídrico imposto através da suspensão da irrigação causou redução progressiva na transpiração, condutância estomática e fotossíntese, atingindo valores próximos de zero após 12 dias sem receber irrigação. Em mudas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. S. Moore), uma espécie amplamente distribuída na Caatinga, Freire (2016) relataram que o estresse hídrico reduziu a taxa de transpiração, a condutância estomática e a taxa de fotossíntese, com reflexos negativos na área foliar.

O fechamento estomático sob déficit hídrico limita a transpiração, mas isso inevitavelmente restringe a difusão interna de CO₂ e é uma das maiores implicações à fotossíntese líquida em plantas sob estresse hídrico (Chaves; Flexas; Pinheiro, 2009; Dombroski *et al.*, 2011; Scaloni *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2020). A condutância do mesófilo, que é a condutância do CO₂ das cavidades subestomáticas até o local

da carboxilação, também diminui proporcionalmente à capacidade fotossintética sob condições de déficit hídrico (Niinemets *et al.*, 2009).

No entanto, a fotossíntese líquida não é afetada apenas por fatores estomáticos, mas pode ser reduzido devido a limitações bioquímicas, resultando na diminuição na carboxilação da enzima Rubisco (Lawlor, 2002; Long; Bernacchi, 2003; Flexas *et al.*, 2004; Cano; López; Warren, 2014).

Além disso, o comprometimento da fotoquímica do fotossistema II (PSII) em decorrência da incapacidade doceptor primário de elétrons quinona (QA) de se oxidar completamente (Tòth, Schansker, Strasser, 2007) ou da diminuição no transporte de elétrons da plastoquinona para o PS I (Panda *et al.*, 2006; Tòth, Schansker, Strasser, 2007) podem contribuir para o decréscimo na fotossíntese em função do estresse hídrico.

As reduções na área foliar e nas trocas gasosas durante a seca não resultam apenas na diminuição da perda de água, mas também ocorre decréscimo na assimilação de carbono, comprometendo o crescimento das plantas (Bañon *et al.*, 2006. Corroborando com essa afirmação, Scalón *et al.* (2011) e Klippel *et al.* (2014) verificaram que a deficiência hídrica prejudicou a área foliar, altura, diâmetro do caule e massa seca da parte aérea de plantas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam) e de clones de eucalipto, respectivamente.

Fini *et al.* (2013), em plantas de pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.), verificaram que o estresse hídrico reduziu significativamente a área foliar, número de folhas e peso seco da planta.

Sob déficit hídrico, podem ocorrer alterações bioquímicas nas plantas, a exemplo do estresse oxidativo em razão da produção de altas concentrações de espécies reativas de oxigênio (EROs), levando a danos às organelas celulares e à integridade da membrana (Hussain *et al.*, 2019).

As formas de EROs encontrados nas células vegetais incluem radicais superóxido (O_2^-), radicais hidroxila (OH^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e oxigênio singlete (1O_2) e óxido nítrico (NO), as quais podem causar peroxidação lipídica, fragmentação do DNA, oxidação de diferentes moléculas e morte celular (Kar, 2011; Ahanger *et al.*, 2017; Nxele; Klein; Ndimba, 2017; Schneider; Caverzan; Chavarria, 2019).

Como estratégias de tolerância a baixos potenciais hídricos, as plantas desenvolvem vários mecanismos celulares, dentre os quais está o acúmulo de solutos

osmóticos compatíveis, como prolina e açúcares orgânicos, que possibilitam o ajustamento osmótico (Chen; Jiang, 2010) e, dessa forma, garantir a absorção de água. Além disso, as plantas podem produzir vários reguladores de crescimento para tolerância à seca, como ácido salicílico, ácido giberélico, citocinina e ácido abscísico (Ahanger *et al.*, 2014) e, para que consigam eliminar as ROS acumuladas, as células produzem vários antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos (Hussain *et al.*, 2019).

2.3 Germinação de sementes sob estresses hídrico e salino

A germinação é a retomada do processo de crescimento do embrião, momento em que ocorre a quebra do seu estado de quiescência e se inicia a fase de crescimento vegetativo a partir da utilização das reservas armazenadas, resultando no surgimento da radícula (Agostini, 2010; Fowler, Bianchetti, 2000; Taiz *et al.*, 2017; Nascimento, Meiado, Siqueira-Filho, 2018).

No entanto, condições desfavoráveis como baixo potencial hídrico, altas temperaturas e salinidade do solo, afetam negativamente a germinação das sementes, que é considerada o estágio de vida da planta mais crítico em ambientes áridos e semiáridos (El-Keblawy *et al.*, 2017; Hameed *et al.*, 2021).

O comportamento da germinação em relação ao estresse hídrico sob condições controladas dependerá da espécie e da intensidade do estresse. À medida que o potencial hídrico diminui, a absorção de água pelas sementes vai reduzindo e, mesmo com a germinação tendo início, o processo é paralisado, podendo ocorrer a morte do embrião, resultando em diminuição na porcentagem e na velocidade de germinação (Stefanello *et al.*, 2006; Hameed *et al.*, 2021).

Outro estresse abiótico muito comum em regiões áridas e semiáridas é a salinidade do solo, considerada o maior estresse ambiental, que atinge cerca de 20% das terras irrigadas e 6% das terras mundiais (Yang *et al.*, 2020), dificultando significativamente a germinação, o vigor e o rendimento das plantas (El-Keblawy *et al.*, 2017; Hasanuzzaman *et al.*, 2018; Al-Shamsi; Hussain; El-Keblawy, 2021).

Seus efeitos são devido ao aspecto osmótico, reduzindo o potencial hídrico do solo e dificultando a absorção de água (Safdar *et al.*, 2019; Aljasmi; El-Keblawy; Mosa, 2021), mas, principalmente, à toxidez dos íons, podendo influenciar a germinação e todas as fases de crescimento e desenvolvimento das plantas (Fathi; Tari, 2016). Comparando-se o efeito da salinidade e déficit hídrico na germinação de sementes,

alguns estudos apontaram maior efeito nocivo da salinidade do que o do polietileno glicol (PEG 6000) (Cavallaro *et al.*, 2016; Aljasmi; El-Keblawy; Mosa, 2021).

Altas concentrações de íons tóxicos, como sódio e cloreto, podem afetar a homeostase iônica (Oliveira *et al.*, 2013), alterar a mobilização das reservas e afetar a organização estrutural das proteínas (Jisha *et al.*, 2013). Além disso, a salinidade pode alterar o balanço hormonal e a atividade enzimática, reduzindo a hidrólise e a utilização das reservas da semente, como carboidratos, proteínas e lipídeos (Ali; Elozeiri, 2017).

Em sementes de mulungu (*Erythrina falcata* Benth.), uma espécie arbórea de grande porte, secundária tardia, presente em vários ecossistemas brasileiros, Pelegrini *et al.* (2013) avaliaram os agentes PEG 6000, NaCl e manitol e diversos potenciais osmóticos e verificaram que a menor tolerância ao estresse hídrico foi observada quando utilizaram PEG. Relataram ainda que o limite para germinação ficou entre -0,2 e -0,4 MPa de PEG, enquanto que os potenciais osmóticos testados com NaCl e manitol não influenciaram o processo germinativo.

Em sementes de ipê roxo (*Handroanthus impetiginosus* Mart. ex DC), Santos *et al.* (2018) relataram que potencial hídrico abaixo de -0,6 MPa, independente do agente utilizado (PEG 6000 ou manitol), afetou o processo germinativo e o vigor das plântulas. No entanto, sementes de *Ziziphus lotus* (L.) Lam, uma xerófita mediterrânea de clima árido e semiárido, toleraram apenas -1,0 MPa durante a germinação (Maraghni; Gorai; Neffati, 2010).

Em aroeira-do-sertão foi verificado que o potencial ótimo de germinabilidade das sementes ocorreu a -0,2 MPa, enquanto que a -0,7 MPa se obteve 50% de germinação e a partir de -0,9 MPa a germinabilidade foi nula (Virgens *et al.*, 2012).

Em paineira (*Chorisia speciosa* St. Hil.), Fanti e Perez (2004) verificaram decréscimo na viabilidade e no vigor das sementes à medida que os níveis de potencial osmótico das soluções de PEG 6000, manitol e dos sais diminuía. Os autores afirmaram ainda que sensibilidade das sementes foi maior ao NaCl e CaCl₂ do que ao KCl, classificando a espécie como glicófita com moderada tolerância a esses sais.

Dantas *et al.* (2014) verificaram que sementes de angico (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan), aroeira-do-sertão, pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.) e mulungu exibiram alta tolerância ao sal e mecanismos eficazes para germinar

em água salobra, com germinação limitada em condutividade elétrica (CE) acima de 12 dS.m⁻¹.

Avaliando o comportamento de sementes de ipê-felpudo (*Zeyheria tuberculosa* (Vell.) Bureau ex Verl.), espécie nativa do Brasil, Medeiros *et al.* (2023) verificaram que os limites de tolerância à germinação para estresses hídrico e salino foram -0,6 e -0,4 MPa, respectivamente.

Em jurema-de-imbira (*Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth), o estresse hídrico afetou negativamente a germinação e o vigor das plântulas nos potenciais hídricos inferiores a -0,2 MPa (Nogueira *et al.*, 2017).

2.4 O condicionamento osmótico e suas implicações na germinação das sementes e crescimento da planta

As plantas são organismos sésseis e durante todo o seu ciclo de vida, são expostas a estresses abióticos como temperatura extrema, seca ou alta salinidade (Zhao *et al.*, 2007; Hossain; Burritt; Fujita, 2016), os quais causam alterações bioquímicas, fisiológicas e metabólicas (Xiong; Zhu, 2002), resultando em estresse oxidativo, o qual afetará o metabolismo, o desempenho e, conseqüentemente, o rendimento da planta (Jakab *et al.*, 2005; Shafi *et al.*, 2009; Savvides *et al.*, 2016). Tais estresses abióticos têm se intensificado devido à industrialização e urbanização (Nagajyoti *et al.*, 2010) e às mudanças climáticas (Lobell; Field, 2007).

Uma vez que a germinação das sementes e o crescimento inicial das plântulas são os estágios mais sensíveis à limitação de água, ocorrendo atraso na germinação e redução na taxa e na uniformidade da germinação (Demir *et al.*, 2006), o condicionamento de sementes se apresenta como uma estratégia promissora na atenuação dos efeitos danosos de vários estresses abióticos (Gust; Brunner; Nürnberger, 2010; Yan, 2015; Marthandan *et al.*, 2020), possibilitando tolerância, além de sincronizar a germinação das sementes (Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013).

Visando evitar ou atenuar essas limitações ambientais, as plantas respondem de diferentes maneiras, na qual a 'aquisição de memória' é uma delas, quando as plantas 'estocam' informações de natureza metabólica acerca das respostas a situações estressantes anteriores (*priming*) e que podem acontecer no futuro (Trewavas, 2003, 2009; Hilker *et al.*, 2016; Hossain; Burritt; Fujita, 2016). Dessa forma, as plantas respondem de maneira mais eficiente através da adoção de estratégias

que possibilitem respostas fisiológicas de forma coordenada e, assim, a tolerância a tal condição adversa e posterior sobrevivência (Hossain; Burritt; Fujita, 2016).

Em comparação com plantas não condicionadas, é notável a redução dos impactos da exposição ao estresse na fisiologia e no crescimento de plantas devido o condicionamento (Savvides *et al.*, 2016). As metodologias adotadas com tal finalidade incluem *hidropriming*, *osmopriming*, *priming* químico, *priming* hormonal, *priming* biológico, etc, sendo que a eficácia do método varia o tipo de agente, a concentração e a espécie vegetal utilizada (Jisha; Vijayakumari; Puthur, 2013; Maiti; Pramanik, 2013; Nawaz *et al.*, 2013; Paparella *et al.*, 2015).

O método tem como finalidade a indução de uma tolerância às plantas através do tratamento das sementes com compostos naturais e sintéticos, antes da germinação, aumentando o seu vigor, reduzindo o tempo de emergência e obtendo maior uniformidade na germinação e emergência (Ashraf; Foolad, 2005; Benadjaoud *et al.*, 2022).

As sementes são parcialmente hidratadas até o início do processo de germinação, mas não ocorre a emergência da radícula (Bradford, 1986; Benadjaoud *et al.*, 2022), proporcionando maior velocidade na absorção da água e no seu metabolismo (Ibrahim, 2016; Chen *et al.*, 2021), aumentando assim a taxa de germinação.

O condicionamento osmótico ou osmocondicionamento consiste na imersão de sementes em soluções osmóticas, submetendo-as a um baixo potencial hídrico de forma a restringir a taxa e a extensão da embebição. Nessa técnica são empregadas substâncias como KNO₃, KCl, K₃PO₄, KH₂PO₄, MgSO₄, CaCl₂, NaCl, manitol, etc. (Farooq; Basra; Hafeez, 2005; Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013; Benadjaoud *et al.*, 2022).

Além desses, tem-se o polietileno glicol 6000 (PEG 6000), a substância mais utilizada em virtude da sua natureza não tóxica e do grande peso molecular, que reduz o potencial hídrico sem penetrar nas sementes durante a imersão (Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013), evitando assim o efeito tóxico às sementes. São vários os exemplos do seu uso no osmocondicionamento, principalmente em espécies de interesse agrícola.

O condicionamento das sementes, além de aumentar a capacidade antioxidante, promove aumento na atividade das enzimas α -amilase e/ou β -amilase, promovendo maior degradação do amido e acúmulo de açúcar, resultando em

elevação na taxa respiratória, viabilidade das sementes, taxa de germinação e estabelecimento de plântulas em relação às sementes não condicionadas, quando expostas à seca (Amooaghaie; Nikzad, 2013; Li *et al.*, 2013; Li *et al.*, 2014). Ishibashi *et al.* (2011) relataram que plantas de soja provenientes de sementes condicionadas com H₂O₂ e submetidas ao déficit hídrico, apresentaram níveis mais altos dos oligossacarídeos inositol e galactinol.

O osmocondicionamento com PEG se mostrou promissor na germinação de sementes de duas espécies de bromus (*Bromus inermis* Leyss. e *Bromus tomentellus* Boiss.) sob estresses hídrico e salino (TAVILI *et al.*, 2011) e de quatro espécies de gramíneas (*B. inermis* Leyss., *Festuca arundinacea* Schreb., *Agropyron elongatum* (Host) P. Beauv. e *Festuca ovina* L.) (Rouhi; Aboutalebian; Sharif-Zadeh, 2011) e de cevada (*Hordeum vulgare* L.) sob déficit hídrico (Tabatabaei, 2013).

Comparado com o hidrocondicionamento, o osmocondicionamento com PEG demonstrou ser mais eficiente, possibilitando maiores valores de germinação de sementes e crescimento de mudas de arroz (*Oryza sativa* L.) sob estresse hídrico (Yuan-yuan *et al.*, 2010). O *priming* de sementes com polietilenoglicol 6000 e silício atenuou o estresse hídrico em virtude de promover a homeostase das relações hídricas, o ajustamento osmótico e mecanismo antioxidante do feijão-caupi cultivar BRS Itaim na fase vegetativa (Borborema, 2022).

Em relação ao condicionamento osmótico com KNO₃, foram relatados resultados satisfatórios na germinação de sementes de melancia (Demir; Mavi, 2004), na porcentagem de germinação, índice de germinação, comprimento da raiz e da parte aérea e peso fresco da plântula de tomateiro (Nawaz *et al.* 2011).

Nawaz *et al.* (2017) verificaram que o pré-tratamento das sementes com KNO₃ aumentou acentuadamente os pigmentos fotossintéticos e a atividade de enzimas antioxidantes em mudas estressadas com Pb, sugerindo que o osmocondicionamento com KNO₃ pode ser usado como uma estratégia útil, promissora e econômica para aliviar a toxicidade de Pb em culturas mantidas em solos contaminados por esse metal pesado.

Aumento na germinação, crescimento e índice de vigor das plântulas de *Echinacea purpurea* (L.) Moench (Chiu; Chuang; Sung, 2006) e de *Cucumis sativus* L. (Ghassemi-Golezani; Esmaeilpour, 2008) também foram obtidos com o uso do KNO₃ como agente no condicionamento das sementes.

Em arroz (*Oriza sativa* L.), sementes condicionadas com CaCl_2 , ascorbato e KCl apresentaram redução no tempo de emergência e aumento no índice de emergência de plântulas, enquanto que as mudas provenientes desses tratamentos exibiram maiores valores de altura, número de raízes e massa fresca e seca do que o controle (Farooq *et al.*, 2006). Efeitos positivos do ácido ascórbico e KCl, aumentando a resistência à seca, também foi constatado por Farooq *et al.* (2013) em trigo.

Em *Lavandula stoechas* L., uma espécie aromática, Benadjaoud *et al.* (2022) verificaram que o osmocondicionamento de sementes com diferentes níveis de KCl aumentou a tolerância e o vigor das sementes tanto sob estresse salino quanto hídrico. Esse efeito positivo foi atribuído ao K^+ em aliviar o efeito tóxico do Na^+ na germinação das sementes, quando mantidas sob salinidade.

Em relação ao tratamento de osmocondicionamento visando mitigar os efeitos adversos dos sais no meio de crescimento, Ibrahim (2016) relata que o *priming* estimula a ‘memória’ das sementes, promovendo mudanças epigenéticas que permitem que as mesmas resistam a um segundo estresse. Carrillo-Reche; Vallejo-Marín; Quilliam, (2018) concluíram que o condicionamento de sementes tem um efeito positivo significativo no desempenho da planta, refletido no aumento da porcentagem final de germinação, taxa de germinação e rendimento total em 11% e 22% e 21%, respectivamente, do que sementes semeadas convencionalmente.

Plantas submetidas à seca, provenientes de sementes condicionadas, exibiram aumento nos níveis de prolina livre, carboidratos solúveis e proteína solúvel, em comparação com aquelas não submetidas ao condicionamento (Shi *et al.*, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Fisiologia Vegetal (germinação de sementes) e no Viveiro Florestal (déficit hídrico em mudas) da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal/Centro de Saúde e Tecnologia Rural/Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, PB (UAEF/CSTR/UFCG).

As sementes de sabiá, provenientes de árvores remanescentes do CSTR/UFCG, foram desinfectadas com hipoclorito de sódio 5% durante 5 minutos, posteriormente lavadas por um minuto para a retirada do excesso do hipoclorito, seguido de quebra de dormência em ácido sulfúrico concentrado durante 6 minutos (Almeida *et al.*, 2020).

O osmocondicionamento das sementes foi realizado através da imersão em soluções de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) e de nitrato de potássio (KNO_3) durante 12 horas, sob aeração e temperatura ambiente, obedecendo-se a razão 1:5, referente ao peso das sementes e volume da solução (Farooq *et al.*, 2009). Decorrido o tempo determinado, as sementes foram lavadas três vezes com água destilada e distribuídas de acordo com os tratamentos.

3.2 EXPERIMENTO I – Germinação de sementes osmocondicionadas de sabiá sob estresses hídrico e salino

No experimento de estresse hídrico, os tratamentos consistiram de um fatorial 3x5, sendo três tratamentos de osmocondicionamento (*priming*) (sem *priming*; PEG -1,0 MPa; KNO_3 100 mM) e cinco potenciais hídricos (0; -0,5; -1,0; -1,5; e -2,0 MPa), dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento e 25 sementes por repetição. Para a obtenção dos potenciais hídricos, foram utilizadas soluções de polietilenoglicol (PEG-6000) (Villela; Doni-Filho; Sequeira, 1991).

No experimento de estresse salino, os tratamentos constaram de um fatorial 3x5, com três tratamentos de *priming* (sem *priming*; PEG -1,0 MPa; KNO_3 100 mM) e cinco níveis de salinidade da solução (0; 50; 100; 150 e 200 mM), dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições por tratamento e 25

sementes por repetição, com os tratamentos salinos obtidos através do uso de soluções de NaCl.

Nos dois experimentos, após o *priming*, as sementes foram colocadas em caixas plásticas transparentes, tipo gerbox, contendo duas folhas de papel germitest (previamente autoclavadas), umedecidas com 12 mL das soluções de PEG ou NaCl, acrescidas de 0,2% de Captan (fungicida) e 2 mL de nistatina (bactericida) por litro de solução e posteriormente mantidas em um germinador tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) a 25 °C.

A contagem das sementes germinadas foi realizada diariamente, entre o 4° e o 14° dia após o início do experimento, sendo considerada germinada a semente com extensão radicular maior ou igual a 2 mm (Brasil, 2009).

Foram avaliados os parâmetros porcentagem de germinação (G) (Labouriau, 1983).), Índice de velocidade de germinação (IVG) e o Tempo médio de germinação (TMG). O IVG foi calculado através da fórmula proposta por MAGUIRE (1962):

$$IVG = \sum (n_i/t_i) \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: n_i = número de sementes germinadas no i-ésimo dia;

t_i = tempo, em dias, para germinação.

O tempo médio de germinação (TMG) correspondeu ao somatório do número de sementes germinadas multiplicado pelo tempo, em dias, dividido pela soma de sementes germinadas por dia (Labouriau, 1983).

3.3 EXPERIMENTO II - Influência do osmocondicionamento das sementes em mudas de sabiá sob diferentes regimes hídricos

Após a quebra da dormência e os tratamentos de *priming*, realizados conforme citados no experimento I, as sementes foram semeadas em sacos plásticos pretos (28 cm x 15 cm) (cinco sementes por saco) contendo 5 kg de substrato, o qual consistiu de uma mistura de terra de sub-solo e esterco bovino na proporção 2:1 e adubadas de acordo com Furtini Neto *et al.* (1999). Aos 15 dias após a emergência (DAE) foi

realizado o desbaste, deixando-se a plântula mais vigorosa, procurando-se manter a uniformidade das parcelas.

Logo após, cinco recipientes contendo o substrato supracitado foram submersos em balde com água até o completo encharcamento. Em seguida, os mesmos foram retirados para a lixiviação e depois submetidos a pesagem. O valor obtido corresponde a 100%cv e, baseado nele, foram determinados os níveis e água avaliados.

As mudas foram irrigadas uma vez por dia, sempre no mesmo horário (entre 9 e 10 horas), procurando-se manter a umidade do substrato próxima a 80%cv (capacidade de retenção do substrato ou capacidade de vaso), determinada através da pesagem.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), esquema fatorial 3x3, correspondendo a três tratamentos de osmocondicionamento (sem osmocondicionamento; PEG -1,0 MPa; KNO₃ 100 mM) e três níveis de água [80%cv (controle), 40%cv (estresse moderado) e 20%cv (estresse severo)], com quatro repetições. Os tratamentos hídricos tiveram início no momento do desbaste e o experimento foi encerrado 60 dias após (75 DAE).

3.4 Parâmetros avaliados

3.4.1 Altura das plantas e Taxa de Crescimento Absoluto

No início dos tratamentos hídricos e ao final do experimento foram realizadas medições da altura das plantas, obtendo-se assim as alturas inicial e final. De posse desses dados, foi calculada a Taxa de crescimento absoluto, através da equação (2).

$$TCA = \frac{AF - AI}{\Delta t} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que AF, AI e Δt correspondem, respectivamente, à altura final, altura inicial e intervalo de tempo entre as medições.

3.4.2 Parâmetros estomáticos

Após as medições da altura das plantas, através do analisador portátil de fotossíntese LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd.) foram feitas as medições da taxa de transpiração (E), condutância estomática (g_s) e taxa de fotossíntese (A), realizadas em folhas completamente expandidas, inseridas no segundo ou terceiro nó a partir do

ápice das plantas, entre 10:00 e 11:00 horas da manhã. A Eficiência intrínseca no uso da água (E_{UAi}) foi obtida pela razão A/gs . A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) do equipamento foi ajustada para $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a concentração de CO_2 considerada foi a do ambiente.

3.4.3 Teor Relativo de Água (TRA)

Ao final do experimento, após as avaliações estomáticas, duas folhas por repetição foram submetidas à pesagem para a determinação do peso da matéria fresca (MF), colocados em placas de Petri sob folha de papel de filtro umedecidas e mantidas em geladeira (5°C) por 72 horas. Decorrido esse período, foram retiradas, secas levemente com papel absorvente e pesadas, para a obtenção do peso da matéria túrgida (MT). Posteriormente, foram secas em estufa a 65°C durante 72 horas, e submetidas à pesagem para a determinação do peso da matéria seca (MS). O teor relativo de água foi calculado de acordo com a equação 3.

$$\text{TRA} = \frac{\text{MF}-\text{MS}}{\text{MT}-\text{MS}} \times 100 \quad \text{Equação (3)}$$

3.4.4 Produção de massa seca

Ao final do experimento, os componentes (folhas, o caule e raízes) foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de 65°C , durante 72 horas e pesados para a determinação do peso da massa seca.

3.4.5 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos às análises de variância (ANOVA) e de regressão, usando o software ASSISTAT (Silva; Azevedo, 2002), sendo os valores de porcentagem de germinação transformados em $\sqrt{\sigma\%}$.

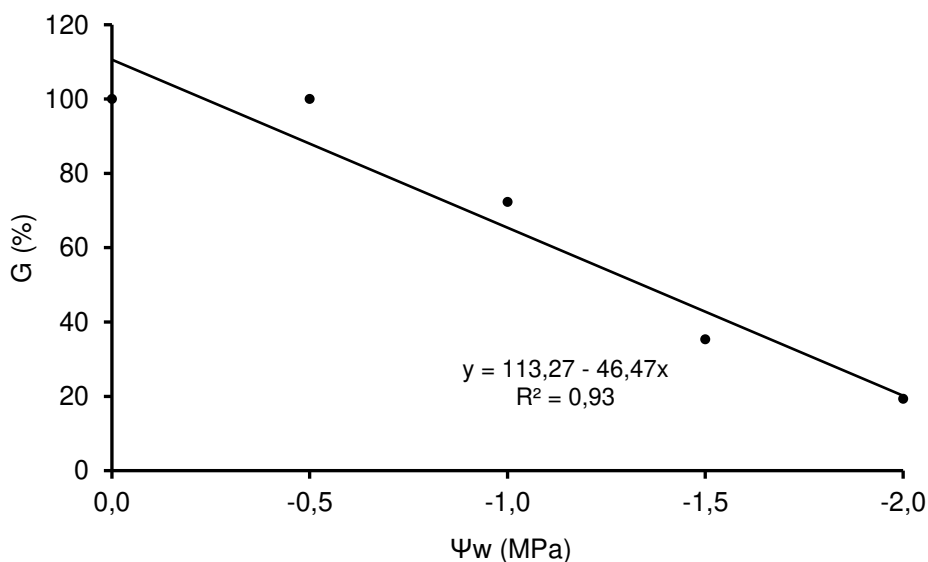
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos experimentos de germinação de sementes (estresse hídrico e estresse salino), não houve interação significativa dos tratamentos, tendo sido verificado efeito isolado dos tratamentos de estresses hídrico e salino na porcentagem de germinação, IVG e TMG, enquanto que o tratamento de *priming* afetou apenas o IVG e o TMG.

4.1 Efeitos do *priming* e do estresse hídrico na germinação e no vigor das sementes de sabiá

Em relação ao tratamento de estresse hídrico, verificou-se redução linear na porcentagem de germinação (G) à medida que o potencial hídrico da solução decrescia (Figura 1). No entanto, as sementes de sabiá foram afetadas negativamente nos potenciais hídricos menores que -0,5 MPa, com decréscimos de 27%, 65% e 81%, respectivamente nos tratamentos -1,0 MPa, -1,5 MPa e -2,0 MPa.

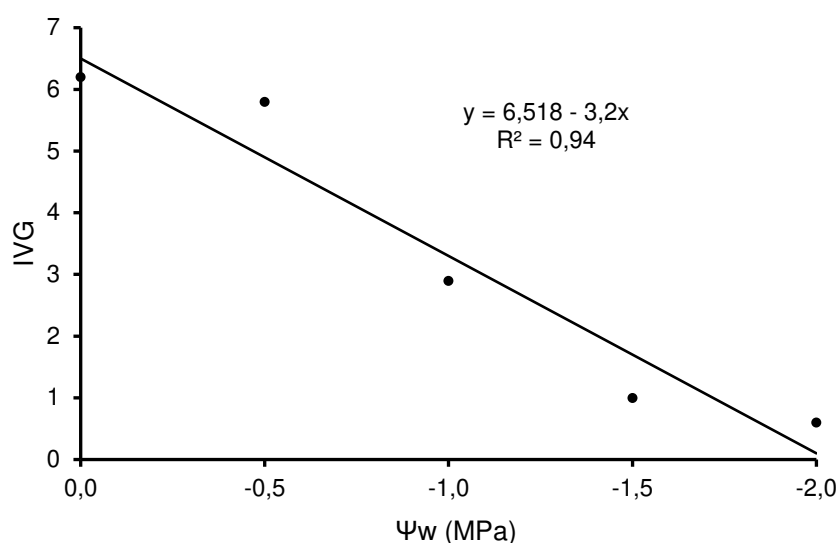
Figura 1 - Porcentagem de germinação (G) de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quanto ao IVG, também foi verificada redução linear à com a diminuição do potencial hídrico da solução (Figura 2), com valores representando decréscimos de 53%, 84% e 90%, nos tratamentos Ψw -1,0, -1,5 e -2,0 MPa, em relação a 0 e -0,5 MPa.

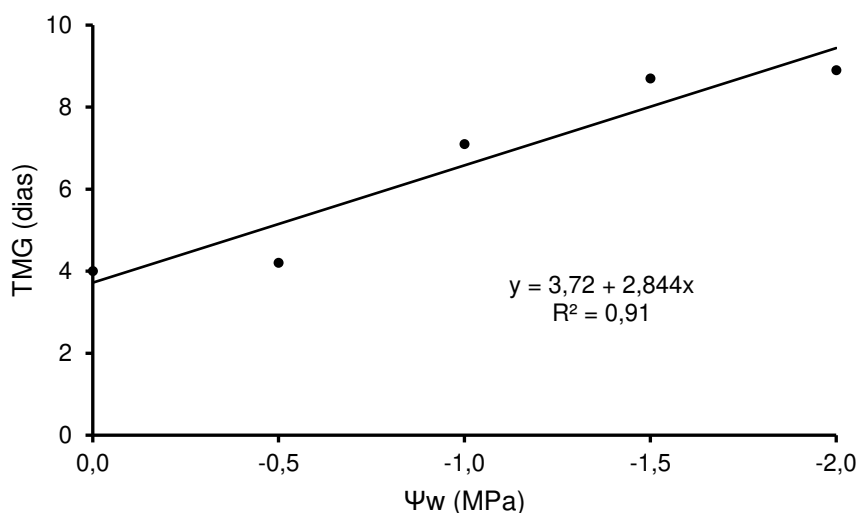
Figura 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Contrariamente, o Tempo médio de germinação (TMG) aumentou à medida que o potencial hídrico imposto decrescia (Figura 3), tendo sido verificados acréscimos de 77%, 117% e 122%, respectivamente nos tratamentos -1,0 MPa, -1,5 MPa e -2,0 MPa, em comparação com os tratamentos 0 e -0,5 MPa.

Figura 3 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá em função do potencial hídrico da solução.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Percebe-se, então, a tolerância das sementes de sabiá a potenciais hídricos até -0,5 MPa e, apesar de ocorrer decréscimo de apenas 27% em G a -1,0 MPa (Figura 1), ocorreu efeito severo no IVG (53%) (Figura 2) e no TMG (77%) (Figura 3). Sob condições de baixa disponibilidade hídrica, a germinação é fortemente afetada em virtude do comprometimento na absorção de água pela semente, afetando a divisão e alongamento celular, além de interferir negativamente na mobilização de reservas, essenciais ao crescimento do embrião e ao processo germinativo (VIRGENS *et al.*, 2012).

A resposta das espécies ao déficit hídrico, durante a germinação, é variável de acordo com o potencial hídrico imposto e como agente osmótico utilizado. Em sementes de angico-de-bezerro (*Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W. Jobson), Matos *et al.* (2021) verificaram redução de aproximadamente 90% na germinação em potenciais osmóticos abaixo de -0,1 MPa obtidos com PEG, além da redução na velocidade da germinação (IVG), comprometendo o processo germinativo.

Sementes de fedegoso ou mata-pasto (*Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby) apresentaram elevada porcentagem de germinação em potencial hídrico -0,2 MPa, sendo, porém, comprometida a -0,4 MPa e inviável -0,8 MPa (Pereira *et al.*, 2014).

Lavezo *et al.* (2015) submeteram sementes de mucuracaá (*Petiveria alliacea* L.) ao agente osmótico PEG como indutor de estresse hídrico e constataram que a porcentagem de germinação foi inibida em potenciais abaixo de -0,6 MPa.

Os valores de Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e Tempo Médio de Germinação (TMG) em função dos tratamentos de *priming* estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Índice de velocidade de germinação (IVG) e Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá, em função do tratamento de *priming*

<i>Priming</i>	IVG	TMG
Controle	2,62 b	7,3 a
KNO ₃	3,72 a	5,9 b
PEG	3,60 a	6,5 b

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em relação ao IVG, verifica-se igualdade estatística entre os tratamentos com KNO_3 e PEG, os quais foram superiores ao tratamento Controle. Percebe-se, então, que a realização do *priming* das sementes com KNO_3 e PEG proporcionaram aumento de 29,5% e 27,2% no IVG, respectivamente, às sementes não submetidas ao *priming* (Tabela 1).

Em razão desse efeito, o *priming* diminuiu o TMG das sementes, sendo 19,1% e 10,9%, respectivamente nos tratamentos com KNO_3 e PEG, em relação ao tratamento Controle. Então, o *priming* das sementes de sabiá com esses agentes osmóticos, além de aumentar o IVG, tornou o processo germinativo mais rápido.

Resultados positivos no *priming* foram relatados por Mota, Scalon e Mussury (2013), ao verificarem que sementes de *Anadenanthera falcata* Benth. Speg. submetidas ao *priming* com KNO_3 (-1,0 MPa) promoveu aumento no IVG, ao passo que o uso do PEG (-0,5 MPa; -1,0 MPa) causou redução nesse índice.

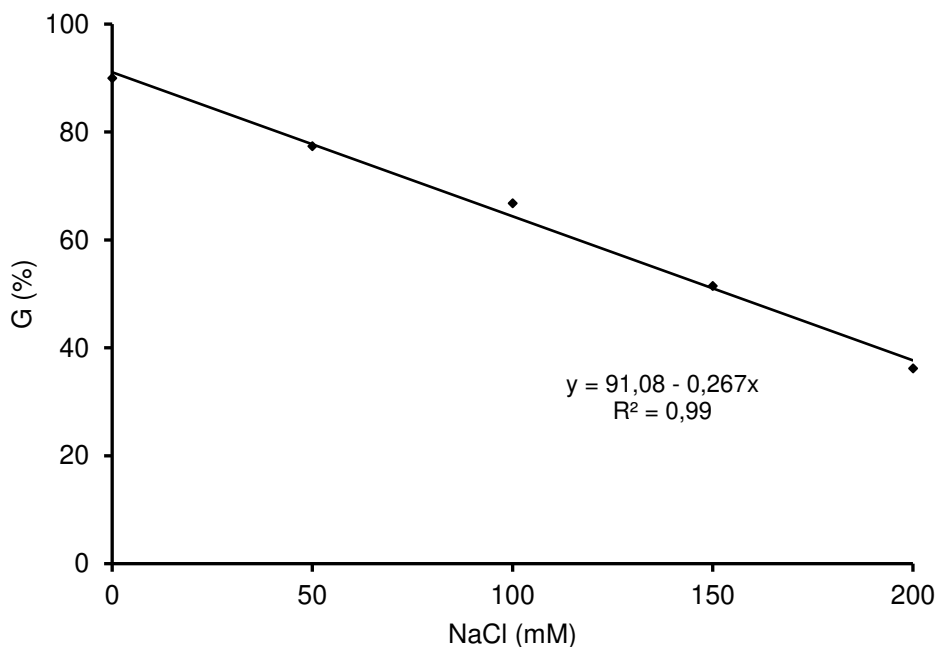
Corroborando os resultados aqui obtidos, o uso do PEG em sementes de *Psidium guineense* Sw. diminuiu o TMG em todos os potenciais osmóticos testados (Santos *et al.*, 2016).

4.2 Efeitos do estresse salino e do *priming* na germinação e no vigor das sementes de sabiá

Aumento nos níveis de salinidade promoveu decréscimo linear na porcentagem de germinação (G), cujas reduções foram de 14%, 26%, 43% e 64% à medida que foram adicionados 50, 100, 150 e 200 mM de NaCl à solução, respectivamente, em comparação com o Controle (Figura 4).

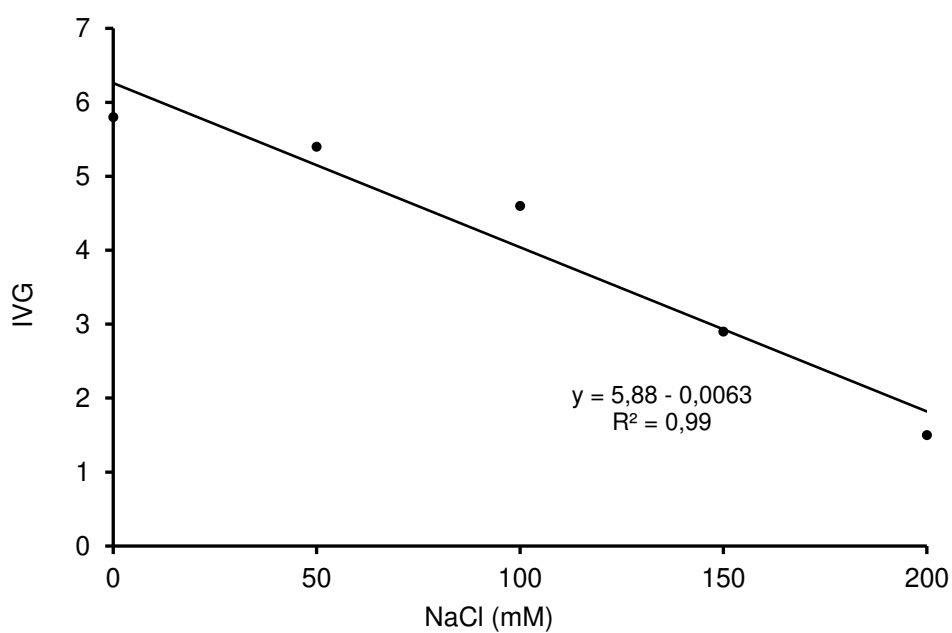
Quanto ao IVG, verificou-se redução progressiva com a elevação na concentração de NaCl (Figura 5). Foi detectada igualdade estatística entre os tratamentos Controle e 50 mM, e a adição de 100 mM, 150 mM e 200 mM promoveu decréscimos de 22%, 51% e 74%, respectivamente, no IVG, em comparação com o tratamento Controle.

Figura 4 - Porcentagem de germinação (G) de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

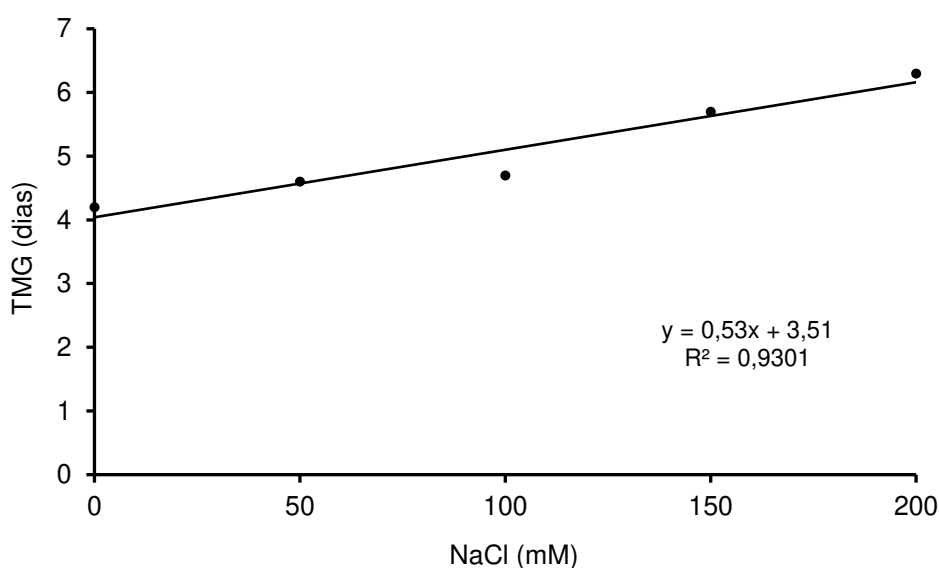
Figura 5 - Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Em virtude desse comportamento do IVG, o TMG das sementes aumentou linearmente (Figura 6), tendo sido constatadas elevações de 9,5% (50 e 100 mM), 35% (150 mM) e de 50% (200 mM), quando comparados com os resultados obtidos no tratamento Controle.

Figura 6 - Tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá em função da salinidade da solução.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Efeitos prejudiciais da salinidade em aspectos da germinação de sementes (%G, IVG e TMG) também foram relatados por outros pesquisadores. Em sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., Ramos *et al.* (2023) verificaram redução na germinação a partir do potencial osmótico ($\Psi\pi$) de -0,6 MPa e germinação nula a -1,2 MPa. Comportamento semelhante foi verificado em sementes de *Eucalyptus urophylla* (José *et al.*, 2016) e *Physalis angulata* (Souza *et al.*, 2016), as quais tiveram sua germinação reduzida drasticamente em potenciais osmóticos inferiores a -0,75 MPa.

Resultados negativos do estresse osmótico no IVG também foi relatado em sementes de *Brassica oleracea* L. (Kaiser *et al.*, 2016). Na espécie *Petiveria alliacea* o IVG foi reduzindo em $\Psi\pi$ inferiores a -0,2 MPa, obtidos com soluções de NaCl e CaCl (Lavezo *et al.*, 2015). Sementes de *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* e *Pilosocereus pachycladus* subsp. *Pernambucoensis* aumentaram o TMG, corroborando com os dados do presente estudo, com a redução dos potenciais

osmóticos (Silva; Azerêdo, 2022). Dessa forma, percebe-se que a sensibilidade à salinidade depende da espécie vegetal estudada e do agente osmótico utilizado.

O excesso de sais no meio causa redução da germinação em virtude de comprometer vários componentes celulares devidos sua toxicidade, causando danos ao embrião (Gupta; Huang, 2014). No entanto, esse efeito pode ser também osmótico, por promover retenção da água e consequente diminuição na sua disponibilidade, prejudicando a absorção de água pelas sementes (Lavezo *et al.*, 2015; Araújo *et al.*, 2016; Kaiser *et al.*, 2016; Ramos *et al.*, 2023).

Quanto ao efeito do *priming*, verificou-se igualdade estatística entre os tratamentos no IVG, porém as sementes apresentaram mais TMG quando foram osmocondicionadas com PEG (aumento médio de 11,8%), em relação aos tratamentos Controle e KNO₃, iguais estatisticamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de sabiá, mantidas sob salinidade, em função do tratamento de *priming*

Priming	IVG	TMG
Controle	4,2 a	4,9 b
KNO ₃	4,2 a	4,8 b
PEG	3,7 a	5,5 a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O KNO₃ aumentou o IVG em sementes de *Leucaena leucocephala* submetidas a estresse salino, mesmo na presença de altas concentrações, sendo capaz de estimular o IVG e amenizar danos causados pela salinidade em sementes expostas ao estresse (Silva; Silva; Stival, 2020).

Efeito positivo do *priming* com KNO₃ foi relatado Kaiser *et al.* (2016), em sementes de *Brassica oleracea* L. var. capitata sob estresse salino, com redução no TMG.

4.3 Efeitos do *priming* de sementes em aspectos fisiológicos e no crescimento de mudas de sabiá sob déficit hídrico

4.3.1 Teor relativo de água (*TRA*)

Não foi verificado efeito significativo do tratamento de *priming* das sementes no *TRA* das mudas de sabiá, tendo sido detectado efeito significativo apenas dos regimes hídricos, verificando-se redução no *TRA* à medida que o nível de umidade do substrato decresceu (Tabela 1). Percebe-se que ocorreu redução de 19% e 30% no *TRA* quando as plantas foram submetidas aos déficits hídricos moderado (40%cv) e severo (20%cv), respectivamente.

Tabela 3 - Teor relativo de água foliar (%) de mudas de sabiá em função dos regimes hídricos.

Tratamento hídrico (%cv)	<i>TRA</i> (%)
80 (SDH)	88,1 a
40 (DHM)	71,6 b
20 (DHS)	61,9 c

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Diminuição na disponibilidade hídrica do solo promove redução no *status* hídrico das mudas, reduzindo não apenas o potencial hídrico foliar (Ψ_w), mas também o *TRA*. No entanto, a magnitude dessas reduções dependerá da espécie e das características do solo ou substrato no qual as plantas foram mantidas.

Evidenciando essa diferença de comportamento entre espécies em relação ao déficit hídrico, em mulungu (*Erythrina velutina* Willd.), espécie típica da Caatinga, Silva *et al.* (2010) não constatarem diferença significativa no *TRA* quando as plantas foram submetidas a 100%, 75% 50% e 25% da capacidade de campo. No entanto, Fernandes, Cairo, Novais (2015), em clones de eucalipto, relataram que as plantas apresentaram reduções significativas de 67,78% do *TRA* sob déficit hídrico em decorrência de possíveis alterações no Ψ_w e *TRA*, provavelmente o ajustamento osmótico não representa um mecanismo utilizado pelos clones na presença de déficit hídrico. Decréscimo no *TRA* das plantas em função do déficit hídrico foi relatado por Alves; Freire (2019) em mudas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Poir.) mantidas sob déficit hídrico progressivo.

Nesse estudo, apesar da redução, os valores de *TRA* não são considerados críticos, mesmo sob déficit hídrico severo, pois Pardo (2010) considera como crítico valores de *TRA* abaixo 50%. Sob DHS (20%), as plantas podem ter se ajustado osmoticamente, através do acúmulo de solutos orgânicos compatíveis, que possibilitasse a manutenção da absorção de água e, conseqüentemente, uma considerável turgescência celular.

4.3.2 Condutância estomática

Nas plantas provenientes de sementes sem *priming* ocorreu decréscimo na condutância estomática à medida que o nível de umidade do solo reduziu (Tabela 4), não sendo detectada diferença estatística entre os tratamentos hídricos quando se utilizou KNO₃.

O uso do PEG nas sementes possibilitou a obtenção de valores superiores de condutância estomática em todos os tratamentos hídricos, em comparação com os outros tratamentos com KNO₃ e sem *priming*. Verifica-se que a condutância estomática das plantas mantidas sob DHM (288,80 mmol m⁻² s⁻¹) foi 21% e 67% superiores aos obtidos nas plantas mantidas sem déficit hídrico (227,15 mmol m⁻² s⁻¹) e sob déficit hídrico severo (95,05 mmol m⁻² s⁻¹), respectivamente.

Tabela 4 - Condutância estomática (mmol m⁻² s⁻¹) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo

<i>Priming</i>	Tratamento hídrico (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem <i>priming</i>	118,25 bA	53,49 bB	40,86 cB
KNO ₃	109,98 bA	87,66 bA	87,32 aA
PEG	227,15 aB	288,80 aA	95,05 aC

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Um dos efeitos primários do estresse hídrico é o fechamento estomático, comprometendo a condutância estomática e, conseqüentemente, as trocas gasosas entre a planta e o ambiente (Dombroski *et al.*, 2014; Oliveira; Gualtieri, 2017; Pessoa,

Freire; Costa, 2017; Alves, Freire, 2019), comprometendo assim o seu crescimento. Buscando atenuar tais efeitos, Leite *et al.* (2022) utilizaram prolina (10 e 20 mM) ou nitroprussiato de sódio (25 e 50 μM) em sementes de fisális (*Physalis peruviana* L.) e constataram efeito positivo desses agentes nas plantas, verificando aumento na condutância estomática, mesmo sob déficit hídrico.

4.3.3 Taxa de transpiração

As plantas provenientes de sementes sem *priming* apresentaram redução na taxa de transpiração à medida que o nível de água do solo decresceu (Tabela 5), porém sem diferença estatística entre os tratamentos de déficit hídrico. Em comparação com as plantas sem déficit hídrico (80%cv), ocorreu decréscimo na taxa de transpiração verificando-se decréscimo de 55% e 64%, respectivamente, em relação às plantas sob déficit hídrico moderado (40%cv) e severo (20%cv).

Tabela 5 - Taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.

<i>Priming</i>	Tratamento hídrico (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem <i>priming</i>	2,14 bA	1,84 bB	1,47 bB
KNO ₃	2,06 bA	2,01 bA	2,49 aA
PEG	4,23 aA	4,86 aA	2,74 aB

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Não foi verificada diferença significativa entre os níveis de água quando as sementes foram submetidas ao *priming* com KNO₃. No entanto, quando se realizou o *priming* com PEG, a taxa de transpiração das plantas mantidas sob 40%cv foram iguais estatisticamente às das plantas não submetidas ao déficit hídrico (80%cv) e 44% superior à das plantas sob déficit hídrico severo (20%cv).

Semelhante ao que foi verificado na condutância estomática (Tabela 4), percebe-se o efeito benéfico do *priming* das sementes com PEG, possibilitando a abertura estomática mesmo quando o teor de umidade do solo é reduzido pela metade, em relação às plantas bem irrigadas (80%cv). Além disso, com o nível de

umidade a 20%cv, a taxa de transpiração das plantas foi superior 46,35% em relação à verificada nas plantas provenientes de sementes que não submetidas ao *priming*.

Redução na taxa de transpiração em função do déficit hídrico foi verificada em mudas de eucalipto-cidró (*Corymbia citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson (Abreu *et al.*, 2015), jurema-preta (*M. Tenuiflora*) (Alves; Freire, 2019) e fisális (*P. Peruviana*) (Leite *et al.*, 2022). Esse comportamento, resultante do fechamento estomático, limita a perda de água, diminuindo as trocas gasosas com o meio externo e provoca diminuição na taxa de transpiração (Abreu *et al.*, 2015; Pessoa; Freire; Costa, 2017;).

O controle estomático é uma estratégia fisiológica importante, proporcionando às plantas regular a perda de água, ocasionando reduções na condutância estomática e, geralmente, reduzindo as trocas gasosas como forma de resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse hídrico (Paiva *et al.*, 2005).

4.3.4 Taxa de fotossíntese

Seguindo o mesmo comportamento verificado na condutância estomática (Tabela 4) e taxa de transpiração (Tabela 5), com a diminuição no nível de umidade do solo, plantas provenientes de sementes sem *priming* apresentaram decréscimo expressivo na taxa de fotossíntese (Tabela 6). Nesse tratamento, a imposição dos déficits hídricos moderado e severo promoveu diminuição de 75% e 85%, respectivamente, na taxa de fotossíntese em comparação com o tratamento sem déficit hídrico.

Tabela 6 - Taxa de fotossíntese ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.

<i>Priming</i>	Tratamento hídrico (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem <i>priming</i>	12,50 bA	5,57 bB	3,45 bB
KNO ₃	11,36 bA	10,36 bA	11,16 aA
PEG	27,87 aA	34,08 aA	11,20 aB

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Não foi detectado efeito significativo do tratamento de *priming* com KNO₃ nesse parâmetro, embora tenha apresentado valores superiores para os tratamentos com déficit hídrico, quando comparado com os sem *priming*.

A absorção do CO₂ é um processo que pode ser severamente afetado por fatores abióticos, como a baixa disponibilidade de água, uma vez que estes causarão o fechamento dos estômatos. Esse efeito é amplamente relatado, em pesquisas desenvolvidas em diversas espécies (Pazzagli; Weiner; Liu, 2016; Moraes; Rossi; Higa, 2017; Alves; Freire, 2019; Nascimento; Nascimento; Gonçalves, 2019).

No entanto, verificou-se nesse estudo que o *priming* com PEG atenuou os efeitos negativos do déficit hídrico na fotossíntese (Tabela 6). Nas plantas sob 40%cv, o uso do PEG promoveu aumento de 84% na taxa de fotossíntese em relação àquelas do tratamento sem *priming*, passando de 5,57 para 34,08 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (PEG). Quando as plantas foram mantidas a 20%cv, o aumento foi de 69%, passando de 3,45 (sem *priming*) para 11,20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (PEG).

O emprego de substâncias no pré-tratamento das sementes visando a atenuação dos efeitos da deficiência hídrica na fotossíntese é uma técnica bastante utilizada, com resultados positivos, a exemplo de sulfato de hidrogênio (Antoniou *et al.*, 2020), óxido nítrico (Procházková *et al.*, 2013; Antoniou *et al.*, 2020) e nitroprussiato de sódio (Leite *et al.* (2022).

4.3.5 Concentração intercelular de CO₂

O comportamento das plantas quanto à concentração intercelular de CO₂ (*C_i*) (Tabela 7), em função dos tratamentos hídricos, foi inverso ao verificado na taxa de fotossíntese (Tabela 6), com aumento à medida que o nível de água imposto decresceu, tanto nas plantas cujas sementes não foram submetidas ao *priming* quanto do tratamento com PEG.

Tal comportamento sugere que os efeitos do déficit hídrico nas plantas de sabiá foram mais marcantes nos aspectos não estomáticos, uma vez que os valores de *C_i* foram elevados à medida que o déficit hídrico aumentava. O fechamento estomático causado pela deficiência hídrica promoveu diminuição na taxa de transpiração (Tabela 5), evidenciando que ocorreu restrição à perda de água pelas plantas, mas não impediu a absorção do CO₂ (Tabela 7), porém comprometeu o processo fotossintético (Tabela 6) por aspectos não relacionados à difusão de CO₂ para o interior da folha.

Tabela 7 - Concentração intercelular de CO₂ (μmol m⁻² s⁻¹) em plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.

<i>Priming</i>	Tratamento hídrico (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem <i>priming</i>	190,19 bB	259,12 aA	286,88 aA
KNO ₃	247,02 aA	235,63 aA	218,81 bA
PEG	180,96 bA	166,82 bA	229,39 bA

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quando as plantas são submetidas ao déficit hídrico, a fotossíntese pode ser limitada por fatores difusivos, em que a limitação hídrica promove o fechamento estomático, afetando a absorção de CO₂ e consequentemente sua disponibilidade para a enzima Rubisco (ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase) (Flexas *et al.*, 2004; Jacinto Júnior *et al.*, 2019) bem como por fatores não estomáticos, a exemplo da diminuição na taxa de carboxilação da Rubisco ou comprometimento na sua regeneração (Flexas; Medrano, 2002; Chaves; Flexas; Pinheiro, 2009). Fatores não estomáticos também podem interferir na fotossíntese, como menor eficiência do fotossistema II em decorrência da limitação na quantidade de água absorvida, reduzindo a produção de ATP e NADPH e, consequentemente, a fixação do CO₂ e produção de açúcares (Pinheiro; Chaves, 2011).

4.3.6 Parâmetros de crescimento

- Altura de plantas e diâmetro do caule

Não foi detectada interação significativa dos tratamentos hídricos sobre a altura das plantas e o diâmetro do caule, mas apenas efeito do tratamento de *priming*.

Como resultado dos seus efeitos positivos nas trocas gasosas (Tabelas 4, 5 e 6), o uso do PEG no *priming* das sementes proporcionou maior altura de plantas, representando aumento de 14,5% e 24,6% nos valores em comparação com o tratamento com KNO₃ e sem *priming*, respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8 - Altura de plantas e diâmetro do caule de mudas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*.

<i>Priming</i>	Altura (cm)	Diâmetro do caule (mm)
Sem <i>priming</i>	21,8 b	3,15 b
KNO ₃	24,7 b	3,74 a
PEG	28,9 a	4,05 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quanto ao diâmetro do caule, houve igualdade estatística entre os tratamentos de *priming*, os quais foram superiores estatisticamente ao tratamento sem *priming* (Tabela 8). O uso de PEG e KNO₃ possibilitou elevação em 24% e 7,7%, respectivamente, no diâmetro do caule em relação às plantas provenientes de sementes que não foram tratadas com os agentes osmóticos.

Em plantas de urucum (*Bixa orellana* L.) provenientes de sementes osmocondicionadas com PEG, verificou-se maior crescimento e produção de biomassa (Kissmann; Scalón; Teodósio, 2013). Da mesma forma, o *priming* favoreceu o crescimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum*, pois estas apresentaram aumento significativo na altura e diâmetro do caule (Santos Júnior; Luz; Silva, 2023).

Contrariamente, Mota, Scalón e Mussury (2013) relataram que o uso de KNO₃ e PEG no *priming* de sementes não exerceu efeito sobre a altura das plantas e o diâmetro do caule em angico do cerrado (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.)

- Produção de massa seca

Foi verificado apenas efeito do tratamento de *priming* na massa seca da parte aérea (MSPA) e das raízes (MSR), bem como na razão MSPA/MSR (Tabela 9) e interação significativa dos tratamentos hídricos nos parâmetros MSR (Tabela 10) e massa seca total (MSTo) (Tabela 11).

O *priming* com PEG e KNO₃, iguais estatisticamente, promoveram aumento de 72% e 66%, respectivamente, na MSPA, em comparação com as plantas provenientes das sementes sem *priming*.

Tabela 9 - Massa seca do caule da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e razão massa seca parte aérea/raiz (MSPA/MSR) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming* das sementes.

<i>Priming</i>	MSPA (g)	MSR (g)	MSPA/MSR
Sem <i>priming</i>	0,36 b	0,75 c	0,48 b
KNO ₃	1,07 a	1,86 a	0,57 b
PEG	1,29 a	1,34 b	0,96 a

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Esse efeito positivo do PEG também foi verificado na razão MSPA/MSR, o qual foi superior aos demais tratamentos. Em função do seu efeito positivo nas trocas gasosas (Tabelas 4-6) e na altura das plantas (Tabela 8), o uso do PEG no *priming* das sementes possibilitou maior controle estomático das plantas, promovendo maior crescimento e produção de massa seca das plantas.

Contrariamente, o uso do KNO₃ promoveu a obtenção do melhor resultado na MSR (1,86 g), seguido do PEG (1,34 g) e sem tratamento de *priming* (0,75 g) (Tabela 9). Diferindo dos resultados obtidos neste estudo, Mota, Scalon e Mussury (2013) relataram que, em plantas de angico do cerrado (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.), os tratamentos de condicionamento osmótico não interferiram nas variáveis massa seca da parte aérea, a massa seca da raiz e na razão PA/R.

Na massa seca das raízes (MSR) em função da interação entre os tratamentos (Tabela 10), verificou-se que o *priming* das sementes de sabiá com PEG promoveu maior acúmulo de MSR nas plantas em todos os tratamentos hídricos, seguido do KNO₃ nas plantas mantidas sem déficit hídrico (SDH) e sob DHM.

Tabela 10 - Massa seca das raízes (MSR) de plantas de sabiá em função dos tratamentos de *priming*, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.

<i>Priming</i>	Tratamentos hídricos (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem <i>priming</i>	0,85 bA	0,48 bB	0,93 aA
KNO ₃	1,55 aA	1,42 aA	0,80 bB
PEG	1,81 aB	2,02 aA	2,00 aA

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Além disso, as plantas provenientes de sementes com *priming* com PEG e sob déficits moderado (DHM) e severo (DHS) mantiveram maior valor MSR do que as plantas sem déficit hídrico.

Manutenção de valores elevados de massa seca nas raízes em decorrência do déficit hídrico é citado como estratégia das plantas para conseguir sobreviver sob tais condições, ocorrendo aumento na proliferação das raízes nas regiões mais profundas do solo à medida que a água vai se esgotando nas camadas superiores (Taiz *et al.*, 2017). Sob estresse hídrico ocorre aumento na relação raiz/parte aérea, resultante de maior acúmulo de biomassa nas raízes, menor acúmulo de biomassa na parte aérea ou menor restrição ao crescimento da raiz em relação à parte aérea (Aroca; Ruiz-Romano, 2012). Tal acúmulo de biomassa de raiz em condições de déficit hídrico é explicado como estratégia para maior exploração de áreas mais profundas do solo.

Efeitos positivos do *priming* de sementes nas raízes foi relatado por Leme, Mazzuchelli e Araújo (2014) em plantas de *Brachiaria brizantha* L. No entanto, esses autores utilizaram o *biopriming* com a bactéria *Bacillus subtilis* e o *priming* com água salina, atuando positivamente no aumento da MSR que mesmo influenciada pela redução dos níveis de umidade do solo em mudas de *Solanum lycopersicum* L. (Galviz-Fajardo *et al.*, 2020), em *Zea mays* L. (Sousa *et al.*, 2023) mudas provenientes de sementes submetidas ao *priming* com silício diminuíram a produção de MSR a medida que o déficit hídrico aumentava.

Redução no nível de água do substrato para 40% cv causou decréscimo na produção de massa seca total das plantas do tratamento sem *priming* (Tabela 11), em decorrência dos efeitos da deficiência hídrica no *TRA* (Tabela 3), condutância estomática (Tabela 4), taxas de transpiração (Tabela 5) e de fotossíntese (Tabela 6), apesar de não ter afetado a altura das plantas (Tabela 8).

No entanto, quando submetidos a 20%cv, as plantas apresentaram massa seca total estatisticamente igual aos das plantas mantidas sem déficit hídrico, resultante da maior produção de massa seca das raízes (Tabela 10), mesmo com a manutenção de *TRA* no valor de 61,9%. Possivelmente as plantas promoveram o ajustamento osmótico das raízes, acumulando solutos osmoticamente ativos, garantindo assim a absorção de água e o seu crescimento, em detrimento da parte aérea. A manutenção do crescimento depende da pressão do turgor para expansão e divisão celular, que é afetada pela seca (Chaves *et al.*, 2002; Chaves *et al.*, 2009; Taiz *et al.*, 2017).

Tabela 11 - Massa seca total das plantas de sabiá em função dos tratamentos de priming, mantidas sob diferentes condições hídricas do solo.

Priming	Tratamentos hídricos (% cv)		
	80 (SDH)	40 (DHM)	20 (DHS)
Sem priming	1,52 bA	0,86 bA	1,44 bA
KNO ₃	2,25 bA	2,55 aA	1,60 bB
PEG	3,29 aA	2,76 aA	2,94 aA

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). SDH: sem déficit hídrico; DHM: déficit hídrico moderado; DHS: déficit hídrico severo.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O ajustamento osmótico pode ser definido como o acúmulo líquido de solutos à medida que o déficit hídrico progride, excluindo os efeitos da diminuição do teor de água foliar (MORGAN, 1984), permitindo que as células mantenham seu potencial de pressão quando submetidas ao estresse hídrico (Zgallai; Steppe; Lemeur, 2005). Esse processo é a resposta primária de aclimação da planta devido à retenção hídrica que aumenta após o acúmulo de osmólitos e, dentre os solutos compatíveis que se acumulam, encontram-se glicinabetaína, sorbitol e prolina (Zgallai; Steppe; Lemeur, 2005).

Diminuição na produção de massa seca das plantas como resultado do déficit hídrico foi relatada em pesquisas com outras espécies arbóreas da Caatinga, a exemplo de sabiá (*M. caesalpiniiifolia*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) e craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth e Hook.) (Silva *et al.*, 2003), umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) (Silva *et al.*, 2009) e mulungu (*Erythrina velutina* Willd.) (Silva *et al.*, 2010). Considerado o principal efeito do déficit hídrico (Larcher, 2006), a redução do crescimento é resultante de alterações morfológicas e bioquímicas (Chaves *et al.*, 2003), conduzindo à inibição da expansão celular e redução na assimilação de carbono (Silva *et al.*, 2004).

Semelhante ao obtido nos parâmetros anteriormente relatados, o *priming* com PEG favoreceu as plantas, proporcionando maior produção de massa seca total, independente do tratamento hídrico imposto (Tabela 9). Em comparação com o tratamento sem *priming*, o uso do PEG possibilitou aumentos de 54%, 66% e 51% na massa seca total das plantas, respectivamente nos tratamentos hídricos SDH (80%cv), DHM (40%cv) e DHS (20%cv).

Quando se utilizou o KNO_3 como agente de *priming*, as plantas produziram valores de massa seca total 32% e 60% superiores, quando as plantas foram mantidas em níveis de 80% e 40% cv, respectivamente, em relação ao tratamento sem *priming*.

Os efeitos positivos do *priming* com PEG, aqui relatados, 'preparando' as sementes para as condições adversas as quais a muda será submetida e conferindo tolerância às mesmas, podem ser decorrentes da sua provável ação protegendo as plantas dos efeitos danosos do déficit hídrico através do fortalecimento do sistema antioxidante, reduzindo a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) (Fujita *et al.*, 2006; Jisha; Vijayakumari; Puthu, 2013). O PEG é mais comumente usado como agente redutor do potencial hídrico devido à sua natureza não tóxica, reduzindo o potencial hídrico do meio sem penetrar nas sementes durante a imersão (Thomas *et al.*, 2000).

5 CONCLUSÕES

- As sementes de sabiá mostraram-se sensíveis ao déficit hídrico e à salinidade, ocorrendo redução progressiva na porcentagem de germinação, IVG e aumento no tempo de germinação;

- O *priming* das sementes com KNO₃ e PEG aumentou o vigor das sementes e reduziu o tempo médio de germinação, independente do potencial hídrico e da salinidade impostos;

- O uso do *priming* com PEG favoreceu as trocas gasosas, além da massa seca das raízes e massa seca total das mudas, mesmo quando submetidas ao déficit hídrico severo;

- Independentemente do nível de água imposto às mudas, o *priming* com PEG possibilitou a obtenção de mudas com maiores valores de altura, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea e razão parte aérea/raiz;

- Recomenda-se o uso do PEG como agente de *priming* químico das sementes para atenuar os efeitos do déficit hídrico em mudas de sabiá.

REFERÊNCIAS

- Abreu, M. C. *et al.* Valores limítrofes para transpiração, desenvolvimento e crescimento de *Corymbia citriodora* (Hook.) K. D. Hill & L.A.S. Johnson em resposta à deficiência hídrica no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 841–852, 2015. DOI: 10.1590/0100-67622015000500007.
- AGOSTINI, E. A. T. **Indução de tolerância à deficiência hídrica na germinação e no crescimento inicial de sementes de feijoeiro**. 2010. 45f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Departamento de Agronomia. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente. 2010. Disponível em: <http://bdtd.unoeste.br:8080/jspui/bitstream/tede/543/1/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- AHANGER, M. A. *et al.* Plant growth under water/salt stress: ROS production; antioxidants and significance of added potassium under such conditions. **Physiology and Molecular Biology in Plants**, v. 23, n. 4, p. 731–744, 2017. DOI: 10.1007/s12298-017-0462-7.
- AHANGER, M.A. *et al.* Drought tolerance: role of organic osmolytes, growth regulators, and mineral nutrients. In: **Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants under Changing Environment**. Springer, New York, v. 1, n. 1, p. 25–55, 2014. DOI: 10.1007/978-1-4614-8591-9_2.
- ALI, A. S., ELOZEIRI, A. A. Metabolic processes during seed germination. **Advances in Seed Biology**, p. 141–166, 2017. DOI: 10.5772/intechopen.70653. DOI: 10.5772/intechopen.70653.
- ALJASMI, M.; EL-KEBLAWY, A.; MOSA, K. A. Abiotic factors controlling germination of the multipurpose invasive *Prosopis pallida*: towards afforestation of salt-affected lands in the subtropical arid Arabian desert. **Tropical Ecology**, v. 62, n. 1, p. 116–125, 2021. DOI: 10.1007/s42965-020-00124-3.
- ALMEIDA, E. P. *et al.* Effects of potassium in *Myracrodruon urundeuva*, *Libidibia ferrea* and *Mimosa tenuiflora* seedlings under a short-term water deficit. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, e97953269, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i5.3269.
- AL-SHAMSI, N.; HUSSAIN, I. M., EL-KEBLAWY, A. Physiological responses of the xerohalophyte *Suaeda vermiculata* to salinity in its hyper-arid environment. **Flora** v. 273, 151705, 2020. DOI: 10.1016/j.flora.2020.151705.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Gas exchange of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret under water deficit and rewatering. **Journal of Agricultural Studies**, v. 7, n. 4, p. 297–308, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5296/jas.v7i4.15338>.
- AMOOAGHAIE, R.; NIKZAD, K. The role of nitric oxide in priming-induced low-temperature tolerance in two genotypes of tomato. **Seed Science Research**, v. 23, p. 123–131, 2013. DOI: 10.1017/S0960258513000068.

ANTONIOU, C. *et al.* Exploring the potential of nitric oxide and hydrogen sulfide (NOSH)-releasing synthetic compounds as novel priming agents against drought stress in *Medicago sativa* plants. **Biomolecules**, v. 10, n. 1, p. 120, 2020. DOI: 10.3390/biom10010120.

ARAUJO, J. B. S.; PAES, J. B. Natural wood resistance of *Mimosa caesalpiniiifolia* in field testing. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, e20150128, 2018. DOI: 10.1590/2179-8087.012815.

AROCA, R.; RUIZ-LOZANO, J.M. Regulation of root water uptake under drought stress conditions. **Plant Responses to Drought Stress**, v. 63, n. 1, p. 43–57, 2012. DOI: 10.1093/jxb/err266.

ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. **Advanced in Agronomy**, v. 88, p. 223–271, 2005. DOI:10.1016/S0065-2113(05)88006-X.

BAÑON, S. *et al.* Hardening of oleander seedlings by deficit irrigation and low air humidity. **Environmental and Experimental Botany** v. 56, n. 1, p. 36-43, 2006. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2004.12.004.

BARROS, I. O.; SOARES, A. A. Adaptações anatômicas em folhas de marmeleiro e velame da caatinga brasileira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 192-198, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v44n1/a24v44n1.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2023.

BENADJAOUD, A. Impacts of osmopriming on mitigation of the negative effects of salinity and water stress in seed germination of the aromatic plant *Lavandula stoechas* L. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 31, p. 100407, 2022. DOI:10.1016/j.jarmap.2022.100407.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York, Plenum Press, p. 445, 2013.

BORBOREMA, L. D. A. *et al.* **Plasticidade fenotípica do feijão-caupi BRS Itaim sob restrição hídrica e Seed Priming com PEG 6000 e silício**. 2022. Disponível em: URI: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/26585>. Acesso em: 12 mai 2023.

BRADFORD, K. J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. **Horticulture Science**, v. 21, n. 5, p. 1105–1112, 1986. DOI: DOI: 10.21273/HORTSCI.21.5.1105.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste**: especialmente do Ceará. Mossoró: Fundação Vinght-un Rosado, 2015. 527p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em:

<https://www.agrolink.com.br/downloads/REGRAS%20PARA%20AN%C3%81LISE%20DE%20SEMENTES.pdf>. Acesso em: 03 jul 2023.

CAMPELO, D. H. *et al.* Trocas gasosas e eficiência do fotossistema ii em plantas adultas de seis espécies florestais em função do suprimento de água no solo¹.

Revista Árvore, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 973–983, 2015. DOI:10.1590/0100-67622015000500020.

CANO, F. J., LÓPEZ, R., WARREN, C. R. Implications of the mesophyll conductance to CO₂ for photosynthesis and water-use efficiency during long-term water stress and recovery in two contrasting Eucalyptus species. **Plant, Cell and Environment**, v. 37, p. 2470–2490, 2014. DOI:10.1111/pce.12325.

CARRILLO-RECHE, J.; VALLEJO-MARÍN, M.; QUILLIAM, R.S. Quantifying the potential of ‘on-farm’ seed priming to increase crop performance in developing countries. a meta-analysis. **Agronomia para o Desenvolvimento Sustentável**, v. 38, n. 64, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1007/s13593-018-0536-0>.

CARVALHO, P. E. R. **Sabiá-Mimosa caesalpinifolia**. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/304676/1/Circular135.pdf>.

CAVALLARO, V. *et al.* Evaluation of variability to drought and saline stress through the germination of different ecotypes of carob (*Ceratonia siliqua* L.) using a hydrotime model. **Ecological Engineering**, v. 95, p. 557–566, 2016. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2016.06.040.

CHAVES, M. M.; MARROCOS, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant responses to drought – from genes to the whole plant. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 3, p. 239–264, 2003. DOI: 10.1071/FP02076.

CHAVES, M. M. *et al.* How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v. 89, n. 7, p. 907–916, 2002. DOI: 10.1093/aob/mcf105.

CHAVES, M. M. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, v. 89, n. 7, p. 907–916, 2002. DOI: h10.1093/aob/mcf105.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551–560, 2009. DOI:10.1093/aob/mcn125.

CHEN, H.; JIANG, J.G. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. **Environmental Reviews**, v. 18, n. 1, p. 309–319, 2010. DOI: 10.1139/A10-014.

CHEN, X. The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress. **Plos One**, v. 16, n. 1, p. e0245505, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0245505.

CHIU, K. Y.; CHUANG, S. J.; SUNG, J. M. Ambos os aumentos de conversão de lipídios e carboidratos estão envolvidos na emergência melhorada de priming de sementes de *Echinacea purpurea* que diferem em tamanho. **Scientia Horticulturae**, v. 108, n. 2, p. 220-226, 2006. DOI: 10.1016/j.scienta.2006.01.019.

COCHARD, H. A technique for measuring xylem hydraulic conductance under high negative pressures. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, n. 6, p. 815-819, 2002. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2002.00863.x.

COELHO, D. S. *et al.* Germinação e crescimento inicial de variedades de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações salinas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 261-266, 2017. DOI: 10.18378/rvads.v12i2.4419.

COSTA, A. S. *et al.* Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga, Botucatu**, v. 20, n. 4, p. 705-717, 2015. DOI: 10.15809/irriga.2015v20n4p705.

DANTAS, B. F. *et al.* Germinative metabolism of Caatinga forest species in biosaline agriculture. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 2, p. 194-203, 2014. DOI: 10.1590/2317-1545v32n2927.

DEMIR, A. O. Deficit irrigation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in a sub-humid climate. **Irrigation Science**, v. 24, n. 4, p. 279-289, 2006. DOI: 10.1007/s00271-006-0028-x.

DEMIR, I.; MAVI, K. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum and Nakai) seeds. **Scientia Horticulturae**, v. 102, p. 467-473, 2004. DOI: 10.1016/j.scienta.2004.04.012.

DOMBROSKI, J. L. D. *et al.* Water relations of Caatinga trees in the dry season. **South African Journal of Botany**, v. 77, p. 430-434, 2011. DOI: doi:10.1016/j.sajb.2010.11.001.

DOMBROSKI, J. L. D. *et al.* Ecophysiology of water stressed *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex. DC) Mattos seedlings. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n.101, p.155-163, 2014.

DUTRA, T. R. *et al.* Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.91.1447.

EL-KEBLAWY, A. *et al.* Effects of maternal salinity on salt tolerance during germination of *Suaeda aegyptiaca*: a facultative halophyte in the Arab Gulf desert. **Plant Species Biology**, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/1442-1984.12127.

EL-KEBLAWY, A. *et al.* Provenance determines salinity tolerance and germination requirements of the multipurpose tree *Prosopis juliflora* seeds. **Arid Land Research**

and Management, V. 35, n 4, p. 446–462, 2021.
DOI: 10.1080/15324982.2021.1889713.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 903-909, 2004. DOI: 10.1590/S0100-204X2004000900010.

FAROOQ, M. *et al.* Chilling tolerance in maize: agronomic and physiological approaches. **Crop Pasture Science**, v. 60, n. 6, p. 501-516, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1071/CP08427>.

FAROOQ, M. Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. **Journal of Agronomy Crop Science**, v. 199, n. 1, p. 12–22, 2013.
DOI:10.1111/j.1439-037X.2012.00521.x.

FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; HAFEEZ, K. Seed invigoration by osmohardening in fine and coarse rice. **Seed Sci Technol**, v. 34, p. 181–186, 2006.
DOI: 10.15258/sst.2006.34.1.19.

FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; HAFEEZ, K. Seed invigoration by osmohardening in Indica and Japonica rice. **Seed Sci Technol**, v. 34, n. 1, p. 181–187, 2005.
Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Farooq-141/publication/233688919_Seed_invigoration_by_osmohardening_in_coarse_and_fine_rice/links/540ae87c0cf2f2b29a2cdac8/Seed-invigoration-by-osmohardening-in-coarse-and-fine-rice.pdf. Acesso em: 12 jun. 2023.

FAROOQ, M.; BASRA, S.M.A.; HAFEEZ, K. Seed invigoration by osmohardening in Indica and Japonica rice. **Seed Science and Technology**, v. 34, n.1, p.181–187, 2006. DOI: 10.15258/sst.2006.34.3.23.

FATHI, A.; TARI, D. B. Effect of drought stress and its mechanism in plants. **International Journal of Life Sciences**, v. 10, n. 1, p. 1–6, 2016.
DOI:10.3126/ijls.v10i1.14509.

FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B. Respostas fisiológicas de clones de eucalipto cultivados em casa de vegetação sob deficiência hídrica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 29–34, 2015. DOI: 10.1590/0103-8478cr20120152.

FINI, C. *et al.* Water relations, growth, and leaf gas exchange as affected by water stress in *Jatropha curcas*. **Journal of Arid Environments**, v. 89, p. 21-29, 2013.
DOI: 10.1016/j.jaridenv.2012.10.009.

FLEXAS, J. *et al.* Decreased rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO₂ concentration. **New Phytologist**, v. 172, n.1, p.73–82, 2006. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2006.01794.x.

FLEXAS, J. *et al.* Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, n. 3, p. 1-11, 2004. DOI:10.1055/s-2004-820867.

FLEXAS, J. *et al.* Diffuse and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in plants C3. **Plant Biology**, v. 6, n. 03, pág. 269-279, 2004. DOI: 10.1055/s-2004-820867.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, n. 4, p. 551–560, 2009. DOI: [10.1093/aob/mcn125](https://doi.org/10.1093/aob/mcn125).

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. Dormência em sementes florestais. **Embrapa Florestas-Documents (INFOTECA-E)**, p. 27, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/290718/1/doc40.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FREIRE, F. C. J. **Características fisiológicas de mudas de craibeira sob condições de deficiência hídrica**. 2016. 64f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas – Rio Largo, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1340>. Acesso em: 09 jun. 2021.

FUJITA, M. Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stress signaling networks. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 9, n. 4, p. 436-42, 2006. DOI: 10.1016/j.pbi.2006.05.014.

FURTINI NETO, A. E. *et al.* Liming effects on growth of native woody species from brazilian savannah. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 829-837, 1999. DOI: 10.1590/S0100-204X1999000500014.

GALVIZ-FAJARDO, Y. C. *et al.* Seed priming with salicylic acid potentiates water restriction-induced effects in tomato seed germination and early seedling growth. **Journal of Seed Science**, v. 42, p. e202042031, 2020. DOI: 10.1590/2317-1545v42234256.

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; ESMAEILPOUR, B. The effect of salt priming on the performance of differentially matured cucumber (*Cucumis sativus*) Seeds. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 36, n. 2, 2008. DOI: 10.15835/nbha36271.

GUPTA, B; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, Biochemical, and Molecular Characterization. **International Journal of Genomics**, 18 pages, 2014. DOI: 10.1155/2014/701596.

GUST, A. A.; BRUNNER, F.; NURNBERGER, T. Biotechnological concepts for improving plant innate immunity. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 21, n. 2, p. 204–210, 2010. DOI: 10.1016/j.copbio.2010.02.004.

HAMEED, A. *et al.* Seed provenance, thermoperiod, and photoperiod affect low water potential tolerance during seed germination of the multipurpose exotic tree *Prosopis*

juliflora. **Journal of Arid Environments**, v. 195, p. 104627, 2021. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104627.

HAMEED, A. *et al.* Seed provenance, thermoperiod, and photoperiod affect low water potential tolerance during seed germination of the multipurpose exotic tree *Prosopis juliflora*. **Journal of Arid Environments**, v. 195, n. 2, p. 104627, 2021. DOI:10.1016/j.jaridenv.2021.104627.

HASANUZZAMAN, M. *et al.* Nitric oxide-induced salt stress tolerance in plants: ROS metabolism, signaling, and molecular interactions. **Plant Biotechnology Reports**, v. 12, n. 1, p. 77–92, 2018. DOI: 10.1007/s11816-018-0480-0.

HILKER, M. *et al.* Priming and memory of stress responses in organisms lacking a nervous system. **Biological Reviews**, v. 91, n. 4, p. 1118–1133, 2016. DOI: 10.1111/brv.12215.

HOSSAIN, M. A.; BURRITT, D. J.; FUJITA, M. Cross-stress tolerance in plants: molecular mechanisms and possible involvement of reactive oxygen species and methylglyoxal detoxification systems. **Abiotic Stress Response in Plants**, 2016. DOI: 10.1002/9783527694570.ch16.

HOSSAIN, M. A.; BURRITT, D. J.; FUJITA, M. Cross-stress tolerance in plants: molecular mechanisms and possible involvement of reactive oxygen species and methylglyoxal detoxification systems. **Abiotic Stress Response in Plants**, p.327–380, 2016. DOI: 10.1002/9783527694570.ch16.

HUSSAIN, S. *et al.* Oxidative stress and antioxidant defense in plants under drought conditions. **Plant Abiotic Stress Tolerance**, Springer, n. 1, p. 207–219, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-06118-0_9.

IBRAHIM, E.A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 192, p. 38–46, 2016. DOI:10.1016/j.jplph.2015.12.011.

IPCC. **Intergovernmental panel on climate change**. “Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability”, 2022. Disponível em: https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf.

ISHIBASHI, Y. *et al.* Hydrogen peroxide spraying alleviates drought stress in soybean plants. **J. Plant Physiol.** v. 168, n. 13, 1562–1567, 2011. DOI: 10.1016/j.jplph.2011.02.003.

JACINTO JÚNIOR, S.G. *et al.* Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 413–422, 2019. DOI:10.1590/0102-7786343047.

JAKAB, G. Enhancing Arabidopsis salt and drought stress tolerance by chemical priming for its abscisic acid responses. **Plant Physiology**, v. 139, n. 1, p. 267–274, 2005. DOI: 10.1104/pp.105.065698.

JISHA K. C.; VIJAYAKUMARI, K.; PUTHUR, J. T. Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, n. 5, p. 1381–1396, 2013. DOI:10.1007/s11738-012-1186-5.

JOSÉ, A. C. *et al.* Influence of priming on *Eucalyptus* spp seeds' tolerance to salt stress. **Journal of Seed Science**, v. 38, n. 4, p. 329–334, 2016. DOI:10.1590/2317-1545v38n4165060.

KAISER, I. S. *et al.* Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n. 1, p. 39-45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663010006>.

KAR, R. K. Plant responses to water stress: Role of reactive oxygen species. **Plant Signaling & Behavior**, v. 6, n.11, p. 1741-1745, 2011. DOI: 10.4161/psb.6.11.17729.

KISSMANN, C.; SCALON, S. P. Q.; TEODÓSIO, T. K. C. Condicionamento das sementes e sombreamento na emergência e no crescimento de plantas de *Bixa orellana* L. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 36, n. 1, p. 48-56, 2013. DOI:10.19084/rca.16284.

KLIPPEL, V. H. *et al.* Impacto da deficiência hídrica no crescimento inicial de eucalipto. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garça, v. 23, n. 1, p.48-59, 2014. Disponível em: http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Kkge4l3bQR5T234_2014-6-13-14-22-19.pdf. Acesso em: 11 jun. 2021.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca>. Acesso em: 21 mar 2022.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos. Editora Rima, 2006.

LAVEZO, A. *et al.* Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira De Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 622–630, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_026.

LAWLOR, D. W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 275-294, 2002. DOI:10.1046/j.0016-8025.2001.00814.

LEITE, R. da S. Proline and sodium nitroprusside increase the tolerance of *Physalis peruviana* L. plants to water deficit through chemical priming. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 46, p. e004622, 2022. DOI: 10.1590/1413-7054202246004622.

LEME, A. C. M.; MAZZUCHELLI, R. de C. L.; ARAUJO, F. F. Uso de sementes com tratamento biológico no crescimento de brachiaria. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 10, n. Especial, p. 83-91, 2014. DOI: 10.5747/ca.2014.v10.nesp.000141.

LI, LIN-XI; MCSORLEY, S. J. Células B aumentam o priming de células T CD4 específicas do antígeno e previnem a disseminação de bactérias após infecção do trato genital por *Chlamydia muridarum*. **Patógenos PLoS**, v. 9, n. 10, pág. e1003707, 2013. DOI: 10.1371/journal.ppat.1003707.

LI, Xi *et al.* Cold priming drives the sub-cellular antioxidant systems to protect photosynthetic electron transport against subsequent low temperature stress in winter wheat. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 82, p. 34-43, 2014. DOI: 10.1016/j.plaphy.2014.05.005.

LOBELL, D.B.; FIELD, C.B. Global scale climate–crop yield relationships and the impacts of recent warming. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 1, p. 014002, 2007. DOI:10.1088/1748-9326/2/1/014002.

LONG, S.P., BERNACCHI, C.J. Gas exchange measurements, what can they tell us about the underlying limitations to photo- synthesis? Procedures and sources of error. **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 392, p. 2393–2401, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erg262>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination—Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor 1. **Crop science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962. DOI: 10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x.

MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 1 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004. 413p.

MAITI, R.; PRAMANIK, K. Vegetable seed priming: A low cost, simple and powerful techniques for farmers' livelihood. **International Journal of Bio-resource Stress and Management**, v. 4, p. 475–481, 2013. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:87927053>. Acesso em: 13 ago 2023.

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: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2010.02.092>

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal**: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Editora UFV, Viçosa. 486p, 2011.

MARTHANDAN, V. *et al.* Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. **International Journal of Molecular Science**, v. 21, n. 21, p. 8258, 2020. DOI: 10.3390/ijms21218258.

MARTORELL, S. *et al.* Rapid hydraulic recovery in *Eucalyptus pauciflora* after drought: linkages between stem hydraulics and leaf gas exchange. **Plant, Cell & Environment**, v. 37, n. 3, p. 617-626, 2014. DOI: 10.1111/pce.12182.

MATOS, D. C. P., & DE OLIVEIRA, D. Y. B. Germinação e vigor de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & RW Jobson sob condições de estresse salino e hídrico. **Águas e Florestas, desafios para conservação e utilização**, v. 19, n.1, p. 277-291, 2021. DOI: 10.37885/210404395.

MEDEIROS, R. L. S. *et al.* Abiotic stress on seed germination and plant growth of *Zeyheria tuberculosa*. **Journal of Forestry Research**, *in press*, 2023. DOI: 10.1007/s11676-023-01608-3.

MEDRANO, H. *et al.* Regulation of photosynthesis of C3 plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. **Annals of Botany**, v. 89, n.1, p. 895-905, 2002. DOI: 10.1093/aob/mcf079.

MENDES, H. S. J. *et al.* Respostas fisiológicas de genótipos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* à disponibilidade hídrica e adubação potássica. **Cerne**, Lavras, v.19, n. 4, p.603- 611, 2013. DOI: 10.1590/S0104-77602013000400003.

MORAES, J. V. **Parâmetros biométricos, fisiológicos e bioquímicos em híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* sob diferentes regimes de irrigação em casa de vegetação**. 2011. 72f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102832>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MORAIS, R. R.; ROSSI, R. R.; HIGA, R. C. V. Trocas gasosas de plantas jovens de taxi-branco submetidas à variação de temperatura foliar e suspensão da irrigação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 97–104, 2017. DOI: 10.5902/1980509826450.

MORGAN, J.M. Osmoregulation and water stress in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 35, p. 299-319, 1984. DOI:10.1146/annurev.pp.35.060184.001503.

MOTA, L. H. de S.; SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Revista Brasileira De Plantas Mediciniais**, v. 15, n. 4, 655–663, 2013. DOI:[10.1590/S1516-05722013000500005](https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000500005).

NAGAJYOTI, P.C. *et al.* Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v.8, n. 3, 199–216, 2010. DOI:10.1007/s10311-010-0297-8.

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.

NASCIMENTO, N. F. do; NASCIMENTO, L. B. de B. do; GONÇALVES, J. F. de C. Respostas funcionais foliares de plantas jovens de *Hevea brasiliensis* submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1019–1032, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832658>.

NAWAZ, A. *et al.* Effect of halopriming on germination and vigor of tomato seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 15, p. 3551-3559, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR11.064>.

NAWAZ, F. *et al.* Seed priming with KNO₃ mediates biochemical processes to inhibit lead toxicity in corn (*Zea mays* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 14, p. 4780-4789, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.8347>

NAWAZ, F. Selenium (Se) seed priming induced growth and biochemical changes in wheat under water deficit conditions. **Biological Trace Element Research**, v.151, n. 2, p.284–293, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9556-9>.

NIINEMETS *et al.* Role of mesophyll diffusion conductance in constraining potential photosynthetic productivity in the field. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, n. 8, p. 2249–2270, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erp036>.

NOGUEIRA, N. W. *et al.* ‘Jurema-de-embira’ seed germination under water stress and at different temperatures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 4, p. 244-248, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n4p244-248.

NXELE, X.; KLEIN, A.; NDIMBA, B. K. Drought and salinity stress alters ROS accumulation, water retention, and osmolyte content in sorghum plants. **South African Journal of Botany**, v. 108, p. 261–266, 2017. DOI: 10.1016/j.sajb.2016.11.003.

OLIVEIRA, A. K. M. de; GUALTIERI, S. C. J. Trocas gasosas e grau de tolerância ao estresse hídrico induzido em plantas jovens de *Tabebuia aurea* (paratudo) submetidas a alagamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p.181–191, 2017. DOI: 10.5902/1980509826457.

OLIVEIRA, L. L. P. *et al.* Tolerância de cultivares de algodão (*Gossypium hirsutum*) à salinidade da água de irrigação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n.4, p. 232 – 237, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/WINDOWS%207/Downloads/Dialnet-ToleranciaDeCultivaresDeAlgodaoGossypiumHirsutumAS-7403099.pdf>.

OLIVEIRA, T. F. Priming *Urochloa ruziziensis* (R. Germ. & Evrard) seeds with signalling molecules improves germination. **Journal of Seed Science**, v. 44, p. e202244044, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2317-1545v44262484>.

PANDA, D. *et al.* Subemergence effects on rice genotypes during seedling stage: probing of subemergence driven changes of photosystem 2 by chlorophyll a

fluorescence induction O-J-I-P transients. **Photosynthetica**, v. 44, n.1, p. 69-75, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11099-005-0200-1>.

PAPARELLA, S. Seed priming: State of the art and new perspectives. **Plant Cell Rep**, v. 34, n. 8, p. 1281–1293, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y>.

PAZZAGLI, P. T.; WEINER, J.; LIU, F. Effects of CO₂ elevation and irrigation regimes on leaf gas exchange, plant water relations, and water use efficiency of two tomato cultivars. **Agricultural Water Management**, v. 169, p. 26-33, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.02.015>.

PELEGRINI, L. L. *et al.* Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 511–519, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050989295>.

PEREIRA, M. R. R. *et al.* Estresse hídrico induzido por soluções de PEG e de NaCl na germinação de sementes de nabiça e fedegoso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 687–696, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18049>. Acesso em: 17 ago. 2023.

PESSOA, J. L.; FREIRE, A. L. O.; COSTA, A. S. Trocas gasosas de plantas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos submetidas ao déficit hídrico e posterior reidratação. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 16, n. 3, p. 269- 276, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711632017269>.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from the available data? **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 869-882, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erq340>.

QUEIROZ, J. C. P. **Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do Pajeú (*Triplaris gardneriana* Wedd.) submetido ao déficit hídrico**. 2018. 99 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/8005>. Acesso em: 15 jun. 2021.

RAMOS, L. M. T. *et al.* Estresse hídrico e salino na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 26, n. 4, p. 440–444, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2022v26n4p440-444>.

RIBASKI, J. *et al.* Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) – árvore de múltiplo uso no Brasil. Curitiba: **Embrapa Florestas**, p. 4, 2003. (Comunicado técnico, 104). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/309651/1/comtec104.pdf>. Acesso em: 12 ago 2023.

ROUHI, H. R.; ABOUTALEBIAN, M. A.; SHARIF-ZADEH, F. Effects of hydro and osmopriming on drought stress tolerance during germination in four grass species. **International Journal of AgriScience**, v. 1, n. 2, p. 107-114, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Hossein-Rouhi/publication/277712097_Effects_of_hydro_and_osmopriming_on_drought_stress_tolerance_during_germination_in_four_grass_species_Int_J_Agric_Sci_1701-774/links/5570dfb908aedcd33b293103/Effects-of-hydro-and-osmopriming-on-drought-stress-tolerance-during-germination-in-four-grass-species-Int-J-Agric-Sci-1701-774.pdf. Acesso em: 25 jul 2023.

SAFDAR, H. *et al.* A review: impact of salinity on plant growth. **Nature and Science**, v. 17 n. 1, p. 34–40, 2019. Disponível em: http://www.sciencepub.net/nature/nsj170119/06_34170nsj170119_34_40.pdf. Acesso em: 15 ago 2023.

SAKO, K.; NGUYEN, H. M.; SEKI, M. Advances in chemical priming to enhance abiotic stress tolerance in plants. **Plant Cell and Physiology**, v. 61, n. 12, p. 1995–2003, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1093/pcp/pcaa119>.

SALLEO, S, *et al.* Xylem cavitation and hydraulic control of stomatal conductance in laurel (*Laurus nobilis* L.). **Plant, Cell & Environment**, v. 23.n. 1, p. 71-79, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00516.x>.

SANTOS P. C. S. *et al.* Water stress and temperature on germination and vigor of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 5, p. 349-354, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n5p349-354>.

SANTOS, M. A. C. *et al.* Synchronizing the *in vitro* germination of *Psidium guineense* Sw. seeds by means of osmotic priming. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.4, p.649-660, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400008>.

SANTOS JÚNIOR, J. L. dos; LUZ, A. F. dos S.; SILVA, E. C. da. 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**, v. 26, n. 4, p. 423–428, 2023. DOI: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2022v26n4p423-428>.

SAVVIDES, A. *et al.*, 2016. Chemical priming of plants against multiple abiotic stresses: mission possible? **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 4, p. 329-340, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tplants.2015.11.003>.

SCALON, S. P. Q. *et al.* Condicionamento fisiológico e níveis de sombreamento em sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) e *S. adstringens* (Mart.) Coville). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n.1, p. 145–153, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100014>.

SCALON, S. P. Q. *et al.* Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050984510>.

SCALON, S. P. Q. *et al.* Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050984510>.

SCHNEIDER, J. R.; CAVERZAN, A.; CHAVARRIA, G. Water deficit stress, ROS involvement, and plant performance. **ARCHIVES OF AGRONOMY AND SOIL SCIENCE**, v. 65, n. 8, p. 1160–1181, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1556789>.

SHAFI, M. Effect of cadmium and salinity stresses on growth and antioxidant enzyme activities of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 82, p. 772–776, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9707-7>.

SHI, H. *et al.* Comparative physiological, metabolomic, and transcriptomic analyses reveal mechanisms of improved abiotic stress resistance in bermudagrass [*Cynodon dactylon* (L). Pers.] by exogenous melatonin. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 3, p. 681–694, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eru373>.

SILVA, E. C. *et al.* Avaliação do crescimento e relações hídricas de mudas de *Erythrina velutina* em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 22, p. 225-233, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202010000400002>.

SILVA, E. C. *et al.* Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 33-42, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202009000100005>.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, V. F. Comportamento estomático e potencial da água da folha em três espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 231-246, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200006>.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002. Disponível em: <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev41/Art410.pdf>. Acesso em: 10 jun 2021.

SILVA, J. H. C. S.; AZERÊDO, G. A. de; TARGINO, V. A. Resposta germinativa de sementes de cactáceas colunares sob diferentes regimes de temperatura e de potencial hídrico. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 16, n. 12, p. 123101–1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2020.123101>.

SILVA, J. L. M.; SILVA, C. F.; STIVAL, M. M. condicionamento osmótico em sementes de baru. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Barra do Garças, v. 12, p. 018-023, 2020. Disponível em: <http://revista.sear.com.br/rei/article/view/101/199>. Acesso em: 20 jul 2023.

SOUZA, M. O. D. *et al.* Effect of osmopriming on germination and initial growth of *Physalis angulata* L. under salt stress and on expression of associated genes. **Anais Da Academia Brasileira De Ciências**, v. 88, p. 503–516, 2016. DOI: 10.1590/0001-3765201620150043.

STEFANELLO, R. *et al.* Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 135- 141, 2006. DOI:10.1590/S0101-31222006000200018.

TABATABAEI, S. A. Effect of osmo-priming on germination and enzymatic activity of barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds under water stress conditions. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v. 9, n. 4, p. 25-31, 2013. Disponível em: <https://repository.uaia.ro/xmlui/handle/20.500.12811/1656>. Acesso em: 23 jun 2023.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed.- Porto Alegre: Artmed, 2017. 918 p.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Relações hídricas e trocas gasosas na seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com diferenciada disponibilidade de água no solo. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p.387-400, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v38i2.11633>.

TAVILI, A. *et al.* Effects of seed priming on germination characteristics of bromus species under salt and drought conditions. **American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science**, v. 10, n. 2, p. 163-168, 2011. Disponível em: <https://ia.eferit.com/ea/91dd8afb773a0f61.pdf>. Acesso em: 12 ago 2023.

TÔTH, S. Z., SCHANSKER, G., STRASSER, R. J. A non-invasive assay of the plastoquinone pool redox state based on the OJIP-transient. **Photosynthesis Research**, v. 93, n. 1-3, p. 193-203, 2007. DOI: 10.1007/s11120-007-9179-8.

TREWAVAS, A. Aspects of plant intelligence. **Annals of botany**, v. 92, n. 1, p. 1-20, 2003. DOI: 10.1093/aob/mcg101.

TREWAVAS, A. What is plant behaviour?. **Plant, Cell & Environment**, v. 32, n. 6, p. 606-616, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-3040.2009.01929.x.

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6.000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/106202/1/pab18novdez91.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

VIRGENS, I. O. *et al.* Comportamento fisiológico de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) submetidas a fatores abióticos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 681-692, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/7550/pdf>. Acesso em: 10 ago 2023.

XIONG, L.; ZHU, J. K. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, p. 131–139, 2002. DOI: 10.1046/j.1365-3040.2002.00782.x.

YAN, M. Seed priming stimulate germination and early seedling growth of Chinese cabbage under drought stress. **South African Journal of Botany**, v. 99, p. 88–92, 2015. DOI:10.1016/j.sajb.2015.03.195.

YANG, Z. *et al.* Photosynthetic regulation under salt stress and salt-tolerance mechanism of sweet sorghum. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1722, 2020. DOI: 10.3389/fpls.2019.01722.

YUAN-YUAN, SUN *et al.* Effects of seed conditioning on germination and seedling growth under water stress in rice. **Acta Agronomica Sinica**, v. 36, n. 11, p. 1931–1940, 2010. DOI: 10.1016/S1875-2780(09)60085-7.

ZGALLAÏ, H.; STEPPE, K.; LEMEUR, R. Photosynthetic, physiological and biochemical responses of tomato plants to polyethylene glycol-induced water deficit. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 47, n. 12, p. 1470–1478, 2005. DOI:10.1111/j.1744-7909.2005.00193.x.

ZHAO, T.J. *et al.* Identification of the aminoacids crucial for the activities of drought responsive element binding factors (DREBs) of Brassica napus. **FEBS Letters**, v. 581, n. 16, p. 3044–3050, 2007. DOI: 10.1016/j.febslet.2007.05.067.

SAHAR, N. U. The halopriming of seeds improves the germination, growth, physiological and phytochemical attributes of tomato under saline conditions. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 35, n. 1, p. 48-58, 2023. DOI: 10.9755/ejfa.2023.v35.i1.2985.