

Hidrocondicionamento de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. e seus efeitos sobre a tolerância ao estresse salino

Hydropriming of seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth. and its effects on the tolerance to the saline stress conditions

Luirla Bento Ramalho^I, Clarisse Pereira Benedito^{II},
Kleane Targino Oliveira Pereira^{III}, Kelem Cristiany Nunes Silva^{IV},
Hohana Lissa de Sousa Medeiros^V

Resumo

A salinidade é um dos principais estresses abióticos que afeta a germinação e crescimento de plantas em regiões áridas e semiáridas. Sendo assim, algumas técnicas alternativas podem ser utilizadas para amenizar os efeitos negativos da exposição ao sal, dentre elas, o hidrocondicionamento, que consiste na embebição controlada das sementes, suficiente para promover a ativação das fases iniciais da germinação (fases I e II), sem que ocorra protrusão da raiz primária. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do hidrocondicionamento na germinação e vigor de sementes de *Piptadenia moniliformis* submetidas ao estresse salino. Para determinação do tempo de hidrocondicionamento, realizou-se a curva de embebição, cujo tempo escolhido foi de 38 horas. Para simulação do estresse salino durante a germinação de sementes, prepararam-se soluções com o cloreto de sódio (NaCl) nos potenciais -0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa. O teste de germinação foi realizado com sementes hidrocondicionadas e não-hidrocondicionadas, semeadas em folhas de papel germitest® umedecidos com as soluções salinas e mantidos em câmara de germinação tipo B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) a 25°C, durante 21 dias. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições de 25 sementes, sendo o primeiro fator formado por sementes hidrocondicionadas e não-hidrocondicionadas e o segundo aos potenciais do estresse salino (-0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa). As variáveis analisadas foram: germinação, índice de velocidade de germinação, altura de plântulas, comprimento de raiz e massa seca de plântulas. O hidrocondicionamento reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre o vigor das sementes de *P. moniliformis*, até o limite de até -0,9 MPa.

Palavras-chave: Fabaceae; Estresse abiótico; Sementes condicionadas

^I Engenheira Agrônoma, Pesquisadora Autônoma, Rua Francisco Porfirio, Bairro Abolição IV, CEP 59614-130, Mossoró (RN), Brasil. luirla_ramalho@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-4231-0029)

^{II} Engenheira Agrônoma, Dr^a, Professora do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró (RN), Brasil. clarisse@ufersa.edu.br (ORCID: 0000-0002-2846-1162)

^{III} Engenheira Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró (RN), Brasil. kleane_rn@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-3863-9606)

^{IV} Engenheira Agrônoma, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró (RN), Brasil. kelemnunes@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-6723-0164)

^V Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró (RN), Brasil. hohanalissa@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-6616-8058)



Abstract

Salinity is one of the main abiotic stresses affecting the germination and growth of plants in arid and semiarid regions. In this context, some alternative techniques can be used to mitigate the negative effects of the exposure to salts, including seed hydropriming, which consists in the controlled imbibition of the seeds, sufficient to promote the activation of the initial stages of the germination (stages I and II) without leading to primary root protrusion. This study aimed to evaluate the effect of hydropriming on the germination and vigor of *Piptadenia moniliformis* seeds subjected to salt stress. Hydropriming time was determined based on the construction of an imbibition curve, and the time chosen was 38 hours. To simulate the salt stress during the seed germination, solutions were prepared with sodium chloride (NaCl) at potentials of -0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa. The germination test was performed with hydroprimed and non-hydroprimed seeds, sown on Germitest® paper sheets moistened with saline solutions and kept in a B.O.D. (Biochemical Oxygen Demand) germination chamber at 25 °C for 21 days. The experimental design was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme, with four replicates of 25 seeds, in which the first factor was formed by hydroprimed and non-hydroprimed seeds, whereas the second factor corresponded to the salt stress potentials (-0.3, -0.6, -0.9 and -1.2 MPa). The variables analyzed were: germination, germination speed index, seedling height, root length and seedling dry mass. Hydropriming reduces the negative effects of salt stress on the vigor of *Piptadenia moniliformis* seeds, up to the limit of -0.9 MPa.

Keywords: Fabaceae; Abiotic stress; Primed seeds

Introdução

Piptadenia moniliformis Benth. é uma espécie arbórea pioneira pertencente à família Fabaceae, nativa do Nordeste brasileiro mais conhecida popularmente como catanduva. Destaca-se na alimentação animal como forragem e alto valor apícola, além do potencial madeireiro para lenha e carvão. Também é indicada para composição de reflorestamentos heterogêneos para fins preservacionistas, uma vez que, possui rápido crescimento e pode atingir até 10 metros de altura. Seu fruto é uma vagem plana, deiscente, atingindo até 13,0 cm de comprimento, de cor marrom ou branca que se abre por apenas um dos lados, cujas sementes são ovais e apresentam dormência tegumentar (MAIA, 2012).

Após a sementeira, as sementes estão sujeitas às condições de múltiplos estresses, como o salino, que limitam a absorção de água, germinação, desenvolvimento da plântula e suas chances de sobrevivência, onde quer que elas cresçam (GUEDES *et al.*, 2011), além de facilitar a entrada de íons em quantidade tóxica nas sementes embebidas (BRACCINI *et al.*, 1996). Esta situação é comum em espécies que se desenvolvem em regiões áridas ou semiáridas, devido aos solos apresentarem elevada concentração de sais ou estarem afetados pela deficiência hídrica, fazendo com que o potencial mátrico do solo seja mais negativo, o que dificulta a absorção de água pela semente (CASTRO, BRADFORD, HILHORST, 2004; GUEDES *et al.*, 2013). Estes problemas ocorrem principalmente devido às altas taxas de evaporação de água presente no solo, baixo índice pluviométrico, além da agricultura irrigada, que, quando utiliza água salinizada, compromete a qualidade do solo e causa prejuízos econômicos (LIMA JÚNIOR; SILVA, 2010; RIBEIRO, 2010).

Neste sentido, algumas técnicas alternativas devem ser utilizadas para amenizar os efeitos negativos da exposição ao sal, como o condicionamento fisiológico (MARCOS-FILHO, 2015), que consiste na embebição controlada das sementes, o suficiente para promover a ativação das fases iniciais da germinação (fases I e II), sem que ocorra a protrusão da raiz primária (fase III) (BEWLEY *et al.*, 2013). Os principais tipos de condicionamento utilizados são o hidrocondicionamento (com uso de água para hidratação das sementes) e o condicionamento osmótico (com uso de soluções de polietilenoglicol, manitol e sais) empregado principalmente para espécies de hortaliças. Essa embebição controlada pode induzir mecanismos de proteção e reparação em sementes, resultando em uma possível aclimatização, permitindo que as sementes tolerem um estresse futuro (KUBALA *et al.*, 2015).

Resultados positivos com o uso do condicionamento fisiológico em sementes florestais sob condições de estresse salino já foram verificados em sementes de *Moringa oleifera* Lam., cujo hidrocondicionamento por 24 horas promoveu maior tolerância ao estresse salino até 50 mol.m⁻³ (SANTOS *et al.*, 2011). Já em sementes de *Eucalyptus* spp., verificou-se que o osmocondicionamento das sementes

com polietilenoglicol no potencial -1,0 MPa favoreceu a tolerância ao estresse salino (JOSÉ *et al.*, 2016).

Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito do hidrocondicionamento na germinação e vigor de sementes de *P. moniliformis* submetidas ao estresse salino.

Material e métodos

Local de coleta das sementes

As sementes foram coletadas em dez árvores com ausência de insetos ou doenças, localizadas no município de Areia Branca-RN (4°56' 52"S e 37°7' 28"O) em outubro de 2014 e mantidas em garrafas de politereftalato de etileno (PET) em ambiente controlado (17°C e 50% de UR).

Grau de umidade

Determinado pelo método da estufa a 105°C/24 horas (BRASIL, 2009) com duas repetições de aproximadamente 4,0 gramas de sementes inteiras.

Curva de embebição

Realizada com quatro repetições de 25 sementes, colocadas entre duas folhas de papel mata-borrão, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco dos papéis, acondicionadas em caixas tipo gerbox e colocadas em estufa tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25°C, com 12 horas de luz. Previamente realizou-se a superação de dormência de acordo com Benedito *et al.* (2008) e o nível de absorção foi medido nos seguintes intervalos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 24, 26, 28, 30, 32, 34 e 48 horas. Ao final de cada período, as sementes foram retiradas do Becker, enxugadas com papel-toalha e pesadas, obtendo-se o peso úmido. O teor de água absorvido em cada tempo foi calculado pela seguinte expressão: % água absorvida = $(P_f - P_i)/P_i \times 100$, onde P_f = peso final; P_i = peso inicial.

Preparo das soluções salinas

As soluções salinas foram preparadas com o uso de cloreto de sódio (NaCl) e água destilada, ajustando-se aos potenciais -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa, da equação de Van't Hoff, citado por Salisbury e Ross (1991), sendo: $\Psi_{os} = -RTC$, em que: Ψ_{os} = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos (8,32 J mol⁻¹ K⁻¹); T = temperatura (K); C = concentração (mol L⁻¹) e T (K) = 273+T (°C). As condutividades elétricas das soluções foram de 8,12; 15,37; 21,36 e 45,9 dS.m⁻¹, cujas quantidades de cloreto de sódio adicionadas à água destilada foram de 4,2 g.L⁻¹; 8,4 g.L⁻¹; 12,6 g.L⁻¹ e 16,81 g.L⁻¹, respectivamente.

Teste de germinação

Realizado com quatro repetições de 25 sementes, hidrocondicionadas e não-hidrocondicionadas, em substrato papel tipo germitest® na forma de rolo, umedecido com as soluções salinas na proporção de 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocadas em estufa tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a 25°C durante 21 dias, considerando como germinada a formação de plântulas normais (BRASIL, 2013).

Índice de velocidade de germinação

Foram efetuadas contagens diárias a partir do terceiro dia do teste de germinação e os resultados

foram calculados de acordo com Maguire (1962).

Comprimento da parte aérea e da raiz

Aos 21 dias, as plântulas normais foram mensuradas com auxílio de uma régua graduada em milímetros, considerando-se o comprimento da parte aérea desde a inserção do colo até o ápice da plântula e para raiz, desde a inserção do colo até a extremidade da raiz principal, ambos os resultados expressos em cm. plântula⁻¹.

Massa seca de plântulas

As plântulas normais foram acondicionadas em sacos de papel tipo kraft e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C durante 72 horas. Os resultados foram expressos em g.plântula⁻¹.

Delineamento experimental

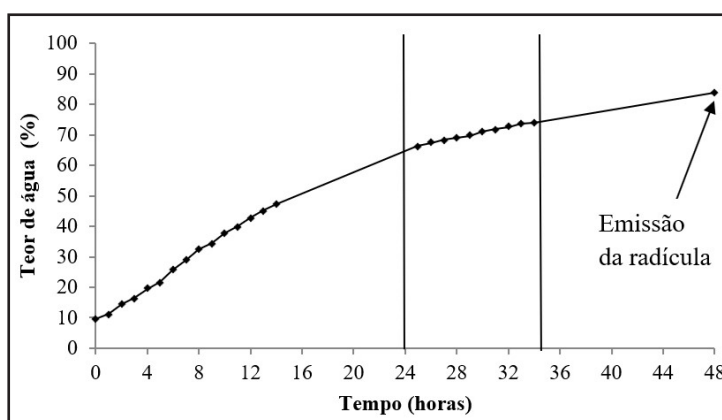
O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 x 4), constituídos por sementes hidrocondicionadas e não-hidrocondicionadas submetidas a quatro potenciais osmóticos do estresse salino induzido por NaCl (-0,3, -0,6, -0,9 e -1,2 MPa) com quatro repetições de 25 sementes. Realizou-se a análise de variância (ANAVA) com auxílio do programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011), e os gráficos foram confeccionados no programa Excel 2010.

Resultados e discussão

Na Figura 1 observa-se a curva de embebição de sementes de *P. moniliformis*, cujo teor de água inicial foi de 10,0%. Observa-se também que nas primeiras 14 horas, as sementes atingiram teor de água entre 40 a 50%, caracterizando a fase I. Entre 24 a 36 horas, houve discreta diminuição na absorção de água (fase II), enquanto a fase III teve início após 48 horas de embebição, na qual 50% das sementes emitiram a radícula.

Figura 1 – Curva de embebição de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth., mantidas sob a temperatura de 25°C

Figure 1 – Seed imbibition curve of *Piptadenia moniliformis* Benth., maintained at 25°C



Fonte: Autores (2019)

Estes resultados estão de acordo com Marcos-Filho (2015), o qual caracteriza a primeira fase com duração entre oito a 16 horas, em geral, as sementes com reservas cotiledonares atingem teores de água superiores a 45%, independentemente da espécie. Isto ocorre devido à rápida transferência de água do substrato para as sementes, devido à diferença entre os potenciais hídricos. Durante a fase II ocorrem reduções drásticas da velocidade de hidratação e da intensidade de respiração, cuja ocorrência e duração variam de acordo com a espécie, em algumas não ocorre esta fase. Por último, a fase III é caracterizada pela retomada do crescimento do embrião, identificado pela protrusão da raiz primária, tratando-se de uma etapa apenas em sementes vivas e não dormentes.

Observou-se que houve interação significativa entre os tipos de tratamentos de sementes (hidrocondicionadas e não-hidrocondicionadas) e os potenciais do estresse salino para as variáveis analisadas, exceto na germinação (Tabela 1), na qual houve efeito significativo isolado apenas para os potenciais osmóticos. Na Figura 2A observa-se que houve efeito significativo isolado apenas do estresse salino, constatando-se que com o aumento da salinidade, ocorreu redução na germinação, na qual a partir de -0,6 MPa houve redução drástica na porcentagem de plântulas normais, sendo 100% das plântulas anormais no potencial -1,2 MPa. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Pereira *et al.* (2016) em sementes de *P. moniliformis* Benth. submetidas ao estresse salino, na qual observaram redução da germinação a partir de -0,6 MPa e também em sementes de *Mimosa scrabella* Benth., cuja a germinação também foi nula no potencial de -1,2 MPa (AVRELLA *et al.*, 2017).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância (Quadrados médios) da germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz e massa seca total de plântulas de *Piptadenia moniliformis* Benth. oriundas de sementes não-hidrocondicionadas e hidrocondicionadas submetidas ao estresse salino

Table 1 – Summary of the variance analysis (mean squares) of germination, germination velocity index, shoot length and root and total seedling dry mass of non-hydroprimed and hydroprimed *Piptadenia moniliformis* Benth. seeds submitted to the saline stress

| Fonte de variação | GL | G | IVG | CPA | CR | MSTP |
|--|----|----------------------|--------|-------|--------|--------------------------|
| Estresse salino | 3 | 14867,3* | 45,24* | 4,58* | 12,64* | 0,000489* |
| Condicionamento | 1 | 162,0 ^{n.s} | 86,92* | 7,45* | 28,14* | 0,00006* |
| Estresse salino x Condicionamento | 3 | 35,33 ^{n.s} | 10,29* | 1,13* | 7,84* | 0,00002* |
| Erro | | 46,3 | 0,37 | 0,09 | 0,08 | 3,03 ^E -0,007 |
| CV (%) | | 10,59 | 17,24 | 8,99 | 18,25 | 4,71 |
| Média geral | | 64 | 3,54 | 1,10 | 1,63 | 0,0116 |

Fonte: Autores (2019)

Em que: GL = Grau de liberdade; G = Germinação; IVG = Índice de velocidade de germinação; CPA = Comprimento da parte aérea; CR = Comprimento de raiz; MSTP = Massa seca total de plântulas. *significativo a 5% de probabilidade; ^{n.s} não significativo

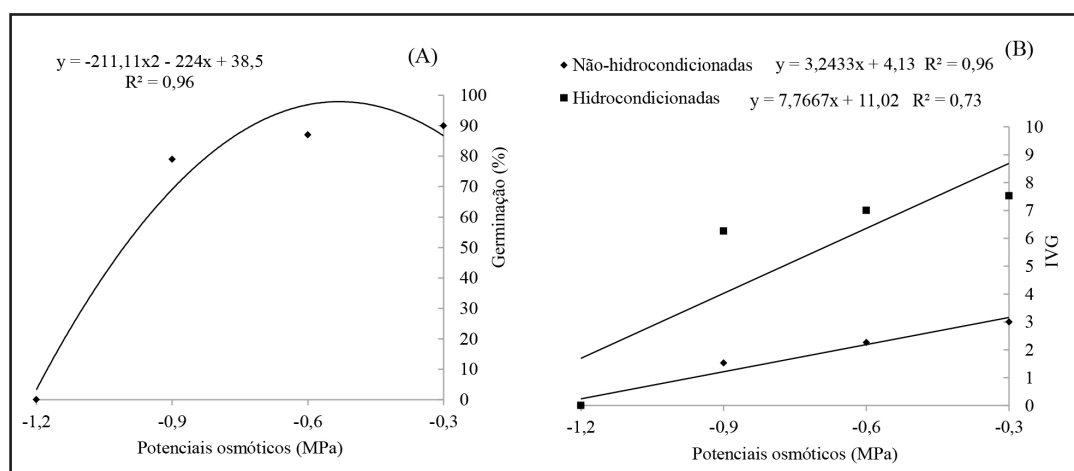
A presença de sais no substrato contribui para redução da germinação, pois inibe ou restringe a captação de água pelas sementes (LOPES; MACEDO, 2008). Além disso, a salinidade pode afetar a germinação das sementes pelos efeitos tóxicos dos íons de sódio e cloreto na viabilidade do embrião (JAHROMI *et al.*, 2008; DASZKOWSKA-GOLEC, 2011). Os efeitos tóxicos incluem rompimento da estrutura das enzimas e outras macromoléculas, danos às organelas celulares e a

membrana plasmática, ruptura da respiração, fotossíntese e síntese proteica (PARIDA; DAS, 2005; PANDA; KHAN, 2009; DASZKOWSKA-GOLEC, 2011).

Além disso, o excesso de sais causa citotoxicidade, desidratação e reduz atividade metabólica e síntese de novos tecidos sementes, devido à redução da disponibilidade de água, resultando em menor velocidade de germinação e, nos casos mais graves, a perda da capacidade de germinação (TAIZ; ZEIGER, 2013; MARCOS FILHO, 2015).

Figura 2 – Germinação (A) e índice de velocidade de germinação (IVG) (B) de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. não-hidrocondicionadas e hidrocondicionadas submetidas ao estresse salino

Figure 2 – Germination (A) and germination speed index (B) of non-hydroprimed and hydroprimed seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth. submitted to the saline stress



Fonte: Autores (2019)

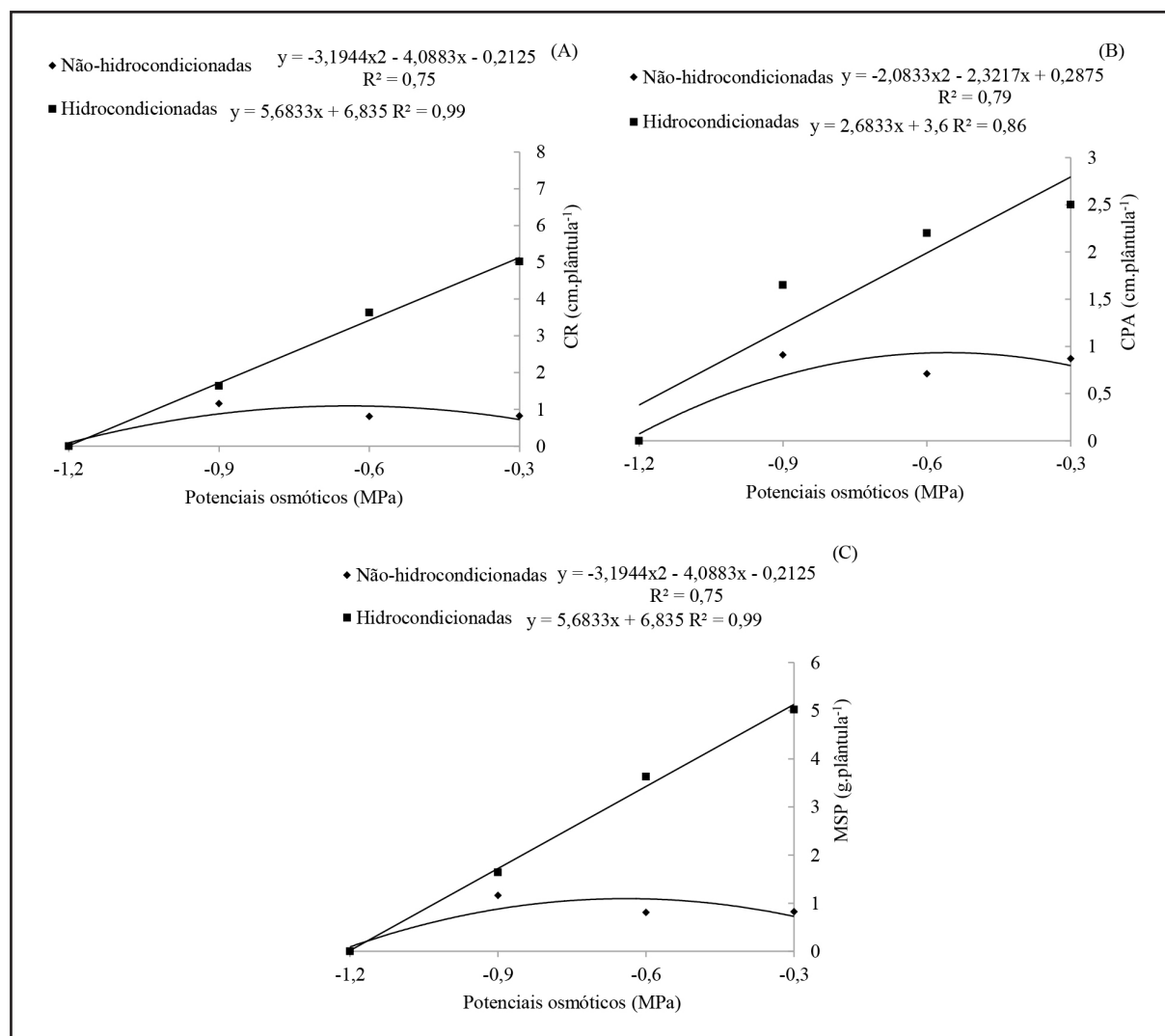
Em -0,3 Mpa, as sementes hidrocondicionadas tiveram índice de velocidade de germinação (IVG) acima de 7,0, enquanto que nas não-hidrocondicionadas, esse valor foi de apenas 3,0 sementes germinadas/dia, dessa forma, as sementes hidrocondicionadas apresentaram resultados superiores para o índice de velocidade de germinação comparando-se as sementes não-hidrocondicionadas (Figura 2B). Isto ocorreu porque as sementes hidratadas estão fisiologicamente mais próximas ao início da fase III de embebição e, conseqüentemente, da protrusão da radícula, apresentando maiores valores de velocidade de germinação (ATAÍDE *et al.*, 2016). O condicionamento fisiológico contribui para a emergência mais rápida de plântulas, beneficiando o seu desenvolvimento vegetativo, além disso, as sementes permanecem expostas, durante período reduzido, a possíveis condições desfavoráveis de ambiente (MARCOS-FILHO, 2015).

Em sementes de *M. oleifera* submetidas ao estresse salino, Santos *et al.* (2011) também obtiveram maiores IVG a partir de sementes pré-hidratadas em água por 24 horas. Também se observou IVG nulo em -1,2 MPa, uma vez que, não houve formação de plântulas normais. Em sementes de *Poincianella pyramidalis* (catingueira) e *Anadenanthera colubrina* (angico) não-hidrocondicionadas submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelo cloreto de sódio (NaCl), Santos *et al.* (2016) também obtiveram IVG menor que 1,0 no potencial de -1,2 MPa usando o NaCl.

Com relação ao comprimento de raiz (Figura 3A), percebe-se que à medida que aumentou o estresse salino, houve redução nos seus valores tanto nas sementes hidrocondicionadas ou não-hidrocondicionadas. No entanto, as sementes hidrocondicionadas proporcionaram maior crescimento de raízes em relação as não condicionadas.

Figura 3 – Comprimento de raiz (CR) (A) e da parte aérea (CPA) (B) e massa seca de plântulas (MSP) (C) de sementes de *Piptadenia moniliformis* não-hidrocondicionadas e hidrocondicionadas submetidas ao estresse salino

Figure 3 – Length of root (A) and air part (B) and seedling dry mass (C) of non-hydroprimed and hydroprimed seeds of *Piptadenia moniliformis* submitted to saline stress



Fonte: Autores (2019)

De maneira semelhante, com o aumento do estresse salino houve redução nos valores do comprimento da parte aérea e massa seca de plântulas, porém, as sementes hidrocondicionadas apresentaram resultados superiores em relação às não-hidrocondicionadas (Figuras 3B e 3C) até o potencial -0,9 MPa (Figuras 4A e 4B). Nas sementes não-hidrocondicionadas, a massa seca de plântulas (MSP) foi baixa já a partir de -0,3 MPa, com valores próximos a 1,0 g. plântula⁻¹, em contrapartida, neste mesmo potencial, as sementes hidrocondicionadas apresentaram MSP com valores próximos a 5,0 g. plântula⁻¹. Pereira *et al.* (2016) avaliando o estresse salino em sementes de *Piptadenia moniliformis* também observaram redução significativa da massa seca de plântulas, a partir do potencial -0,8 MPa. Em sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, Dutra *et al.* (2017) também obtiveram redução da massa seca de plântulas com aumento do estresse salino simulado com NaCl, com reduções significativas a partir de -0,6 MPa.

Figura 4 – Plântulas de *Piptadenia moniliformis* Benth. oriundas de sementes não-hidrocondicionadas (A) e hidrocondicionadas (B) aos 16 dias, submetidas a diferentes potenciais osmóticos com NaCl durante a germinação e crescimento inicial

Figure 4 – Seedlings of *Piptadenia moniliformis* Benth., non-hydroprimed (A) and hydroprimed (B) at 16 days, submitted to different osmotic potentials with NaCl during the germination and initial growth



Fonte: Autores (2019)

O fato das sementes condicionadas apresentarem plântulas com maior acúmulo de matéria seca, mesmo em condições de estresse salino, pode ser devido aos processos metabólicos que ocorrem durante o condicionamento. Estes processos alcançam níveis que não permitem, para a maioria das espécies, o início da divisão e da expansão celular, mas induzem prolongada síntese de proteínas, o que proporciona um balanço metabólico mais favorável, gerando incrementos não na germinação, mas no crescimento das plântulas e no acúmulo de biomassa (TRIGO; TRIGO, 1999). Dessa forma, plântulas que apresentam maior massa seca devido ao hidrocondicionamento, são consideradas mais vigorosas, portanto, mais resistentes às condições adversas encontradas no campo.

Em *Ocimum basilicum* L., Farahani e Maroufi (2011) concluíram que as sementes hidrocondicionadas apresentaram maior massa seca de plântulas comparadas às não-hidrocondicionadas em condições de estresse salino. Na espécie *Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) e *S. adstringens* (Mart.) Coville, Scalón *et al.* (2014) também obtiveram maiores alturas de plântulas quando realizaram o hidrocondicionamento dessas sementes. O hidrocondicionamento por 4 h a

15°C mostrou ser uma opção econômica e de fácil aplicação em sementes de *Parkia pendula* Benth. ex Walp., aumentando a velocidade do desenvolvimento das plântulas (PINEDO; FERRAZ, 2008).

Diante dos resultados obtidos, observa-se que o hidrocondicionamento de sementes de *P. moniliformis*, é capaz de diminuir os efeitos negativos do estresse salino simulado até -0,9 MPa. Contudo, são necessários mais estudos com realização do hidrocondicionamento em outros lotes de sementes desta espécie.

Conclusão

O hidrocondicionamento reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre o vigor das sementes de *P. moniliformis*, até o limite de -0,9 MPa.

Referências

- ATAÍDE, G. M. *et al.* Alterações fisiológicas durante a hidratação de sementes de *Dalbergia nigra* {(Vell.) Fr. All. ex Benth.}. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 615-625, 2016.
- AVRELLA, E. D. *et al.* Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 47, p. 24-34, 2017.
- BENEDITO, C. P. *et al.* A. Superação da dormência de sementes de catanduva (*Piptadenia moniliformis* Benth.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n.1, p.90-93, 2008.
- BEWLEY, J. D. *et al.* **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3 ed. Springer, 2013, 392 p.
- BRACCINI, A. L. *et al.* Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 18, n. 1, p. 10-16, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para análise de sementes de espécies florestais**. Brasília: MAPA, 2013. 98 p.
- CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A. G., BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323 p.
- DASZKOWSKA-GOLEC, A. Arabidopsis seed germination under abiotic stress as a concert of action of phytohormones. **OMICS: a journal of integrative biology**, v. 15, n. 11, p. 763-774, 2011.
- DUTRA, T. R. *et al.* Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 91, p. 323-330, 2017.
- FARAHANI, H. A.; MAROUFI, K. Effect of hydropriming on seedling vigour in Basil (*Ocimum basilicum* L.) under salinity conditions. **Advances in Environmental Biology**, v. 5, n. 5, p. 828-833, 2011.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- GUEDES, R. S. *et al.* Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 33, n. 2, p.279-288, 2011.
- GUEDES, R. S. *et al.* Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013.

- JAHROMI, F. *et al.* 2008. Influence of salinity on their vitro development of *Glomus intraradices* and on the in vivo physiological and molecular responses of mycorrhizal lettuce plants. **Microbial Ecology**, n. 55, p. 45-53.
- JOSÉ, A. C. *et al.* Influence of priming on *Eucalyptus* spp seeds tolerance to salt stress. **Journal of Seed Science**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 329-334, 2016.
- KUBALA, S. *et al.* Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA in relation to seed osmopriming improvement of *Brassica napus* germination under salinity stress. **Journal of Plant Physiology**, Leipzig, v.183, n.1, p. 1-12, 2015.
- LIMA JÚNIOR, J. A.; SILVA, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 6, n.11, p.1-21, 2010.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couva chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 79-85, 2008.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Mississippi, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p.
- MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015. 659 p.
- PANDA, S.K., KHAN, M.H. Growth, oxidative damage and antioxidant responses in greengram (*Vigna radiata* L.) under short-term salinity stress and its recovery. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Braunschweig, v. 195, n. 6, p. 442-454, 2009.
- PARIDA, A.K., DAS, A.B. Salt tolerance and salinity effect of plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Plymouth, v. 60, n. 6, p. 324-349, 2005.
- PEREIRA, F. E. C. B. *et al.* Saline stress and temperatures on germination and vigor of *Piptadenia moniliformis* Benth. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 7, p. 649-653, 2016.
- PINEDO, G. J. V.; FERRAZ, I. D. K. Hidrocondicionamento de *Parkia pendula* [Benth ex Walp]: sementes com dormência física de árvore da Amazônia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 39-49, 2008.
- RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEY, H. R. *et al.* **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p.11-19.
- SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. California: Wadsworth Publishing Company, Inc., 1991, 682p.
- SANTOS, A. R. F. *et al.* Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* Lam. seeds under salt stress. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, Yucatan, v. 14, p. 201-207, 2011.
- SANTOS, C. A. *et al.* Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre, RS: ARTMED, 2013. 918 p.
- TRIGO, M. F. O. O.; TRIGO, L. F. N. Efeito do condicionamento na germinação e no vigor de sementes de berinjela (*Solanum melongena* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.1, p.107-113. 1999.