

Germinação de sementes de *Melocactus zehntneri* (Cactaceae) submetidas a estresses hídrico e salino

Seed germination of Melocactus zehntneri (Cactaceae) submitted to water and saline stress

Anny Bianca Santos Cruz¹, Joana Paula Bispo Nascimento², Marcos Vinícius Meiado³

¹Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, Sergipe, bianca.bbb@live.com. ²Doutora em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Sergipe, Itabaiana, Sergipe, joanapbn@gmail.com. ³Doutor em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências, Itabaiana, Sergipe, meiado@ufs.br.

NOTA

Recebido: 17/09/2020
 Aprovado: 17/06/2021

Palavras-chave:

Salinidade
 PEG 6000
 Cacto
 Germinabilidade

RESUMO

As sementes estão sujeitas a múltiplos estresses, como os estresses hídrico e salino, que limitam a imbibição e suas chances de germinação. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento germinativo de sementes de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) quando submetidas a estresse hídrico e salino. A partir de um delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, o déficit hídrico foi simulado com soluções de PEG6000 nos potenciais: 0,0 (água destilada); -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9 MPa, o mesmo foi feito com NaCl para o estresse salino. As sementes não germinadas foram lavadas e recolocadas para germinar em água destilada para avaliar a recuperação, sendo avaliado a germinabilidade (%) e o t_{50} (dias). As sementes submetidas ao estresse hídrico germinaram até o potencial de -0,3MPa ($82,0 \pm 16,2\%$), não ocorrendo germinação em -0,6 e -0,9 MPa. No estresse salino, as sementes germinaram até o potencial de -0,6 MPa, com redução na germinabilidade à medida que aumentava a concentração de NaCl. Ao serem recolocadas em água destilada, as sementes que tinham sido submetidas ao estresse hídrico germinaram em -0,6 MPa e -0,9 MPa, porém com atraso na germinação (0,0 MPa: $5,96 \pm 0,32$ dias; -0,3 MPa: $11,10 \pm 0,76$ dias). No estresse salino, as sementes submetidas a -0,9 MPa germinaram, demonstrando que o NaCl não causou danos (estresse 0% versus $39,0 \pm 14,7\%$ na recuperação). Portanto, as sementes da população estudada de *M. zehntneri* são tolerantes ao estresse hídrico e salino.

ABSTRACT

The seeds are subject to multiple stresses, such as water and salt stress, which limit imbibition and its chances of germination. Therefore, the aim of this study was to evaluate the germination behavior of seeds of *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) when subjected to water and saline stress. From a completely randomized block experimental design, the water deficit was simulated with PEG6000 solutions at potentials: 0.0 (distilled water); -0.1; -0.3; -0.6 and -0.9 MPa, the same was done with NaCl for salt stress. Non-germinated seeds were washed and replaced to germinate in distilled water to assess recovery, and germinability (%) and t_{50} (days) were evaluated. Seeds subjected to water stress germinated up to the potential of -0.3MPa ($82.0 \pm 16.2\%$), without germination at -0.6 and -0.9 MPa. Under salt stress, the seeds germinated up to the potential of -0.6 MPa, with a reduction in germination as the NaCl concentration increased. When placed back in distilled water, the seeds that had been subjected to water stress germinated at -0.6 MPa and -0.9 MPa, but with a delay in germination (0.0 MPa: 5.96 ± 0.32 days; -0.3 MPa: 11.10 ± 0.76 days). Under salt stress, seeds submitted to -0.9 MPa germinated, demonstrating that NaCl did not cause damage (0% stress versus $39.0 \pm 14.7\%$ in recovery). Therefore, the seeds of the studied population of *M. zehntneri* are tolerant to water and salt stress.

INTRODUÇÃO

A água é fundamental para propiciar a germinabilidade de sementes e, em razão disso, a restrição hídrica pode afetar a

germinação (MEIADO et al., 2012). Além da disponibilidade hídrica, o solo salinizado é outro fator de estresse para as plantas, pois o excesso pode inibir a entrada de água na semente ou causar danos a sua estrutura, alterando a sua resposta

germinativa (ALMEIDA et al., 2020). A maior parte dos efeitos causados pelo estresse hídrico e salino é a inibição e desuniformidade na germinação e do desenvolvimento, conseqüentemente ocorre um declínio na capacidade reprodutiva e no estabelecimento de plântulas (SOARES et al., 2013; MATIAS et al., 2015).

A Caatinga é um bioma semiárido que ocorre no Nordeste brasileiro, nesses ambientes a evaporação sobrepõe a precipitação e, conseqüentemente, o solo costuma ser seco e salinizado (NASCIMENTO et al., 2016). As espécies da família Cactaceae costumam ocorrer nessas áreas, sendo afetada por diversos fatores abióticos durante a germinação, como a temperatura, luz, disponibilidade hídrica, salinidade, entre outros (MEIADO, 2012a). A influência desses fatores é crucial na germinação das sementes e no recrutamento das plântulas de táxons dessa família (MEIADO, 2012a; 2012b). Além disso, nos últimos anos a venda de cactos e suculentas para ornamentação vem crescendo, porém são necessários estudos biológicos relacionados a conservação dessas espécies para que não ocasione em perda da sua biodiversidade (CAVALCANTE; VASCONCELOS, 2016).

Melocactus zehntneri (Britton & Rose) Luetzelb. é um cacto endêmico do Nordeste brasileiro, conhecido popularmente como coroa-de-frade apresentando ocorrência nos ecossistemas Caatinga e Cerrado (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Esta espécie apresenta formato globoso, espinhos, flores que costumam possuir coloração rosa e frutos que costumam ser lilás internamente (ZAPPI; TAYLOR, 2020). Por ser uma espécie restrita apenas ao Nordeste brasileiro, de acordo com a UNEP – WCMC (2009) encontrava-se ameaçada de extinção, devido a pressão antrópica. Em uma nova lista pela IUCN (2016) demonstrou que a mesma se encontrava fora de perigo.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a germinação das sementes de *M. zehntneri* quando submetidas aos estresses hídrico e salino, a fim de avaliar a sua resposta germinativa e possíveis danos causados as mesmas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Fisiologia de Sementes (LAFISE), no Departamento de Biociência da Universidade Federal de Sergipe, em Itabaiana-SE. As sementes de *M. zehntneri* foram coletadas em Poço Redondo, a maior parte do município é composta pelo ecossistema Caatinga, apresenta clima semiárido com média pluviométrica de 650 mm/ano (MACHADO, 2011) e o solo da maior parte da cidade é do tipo luvisolo, seguido por neossolo e planossolos (GOIS, 2016). As sementes foram armazenadas por cerca de 12 meses a aproximadamente 7°C até a data do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, a germinação das sementes sob estresse hídrico foi simulada com soluções de polietileno glicol 6000 (PEG6000) nos potenciais: 0,0 (água destilada); -0,1; -0,3; -0,6 e -0,9 MPa, de acordo com Villela et al. (1991). Enquanto, para simular o estresse salino foi utilizada a solução de NaCl, nos mesmos potenciais osmóticos mencionados previamente. Os potenciais osmóticos das soluções salinas foram calculados de acordo Braccini et al. (1996) e mensurados com um

osmômetro (Mark 3 – Osmometer, Fiske Associates, Norwood, USA) no início do experimento (MEIADO, 2012b).

Para cada um dos tratamentos foram realizadas 4 repetições com 25 sementes em placas de Petri com papel filtro (germitest) umedecido com as soluções teste, sendo posteriormente vedados com plástico parafilm. Nenhuma solução foi adicionada durante o período de avaliação. As sementes ficaram em temperatura de 25°C em um fotoperíodo de 12 horas e o experimento foi avaliado diariamente, durante 30 dias, e o critério utilizado para considerar uma semente germinada foi a protrusão da radícula (MEIADO et al., 2010). As sementes que não germinaram foram lavadas e recolocadas para germinar em placas de Petri com papel filtro (germitest) utilizando apenas água destilada, para que fosse observada sua recuperação.

Ao final da experimentação, foram calculados a germinabilidade (%) e o tempo para obter 50% de germinação (T_{50}/dias) ($T_{50} = t_i + [(N / 2 - n_i) (t_j - t_i) / (n_j - n_i)]$), no qual N é o número final de sementes germinadas e n_j é o número cumulativo de sementes germinadas por contagens adjacentes nos tempos t_j e t_i , respectivamente, quando $n_i < N / 2 < n_j$ (FAROOQ et al., 2005).

A germinabilidade foi transformada em arco seno $\sqrt{\%}$, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (RANAL; SANTANA, 2006). Na recuperação foram consideradas apenas as sementes que não germinaram e foram recolocadas em condições ideais de germinação. A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram avaliadas através dos testes Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente (ZAR, 1999) e todas as análises estatísticas foram realizadas no programa STATISTICA 13.0, com índice de significância igual a 0,05 (STATSOFT, 2016).

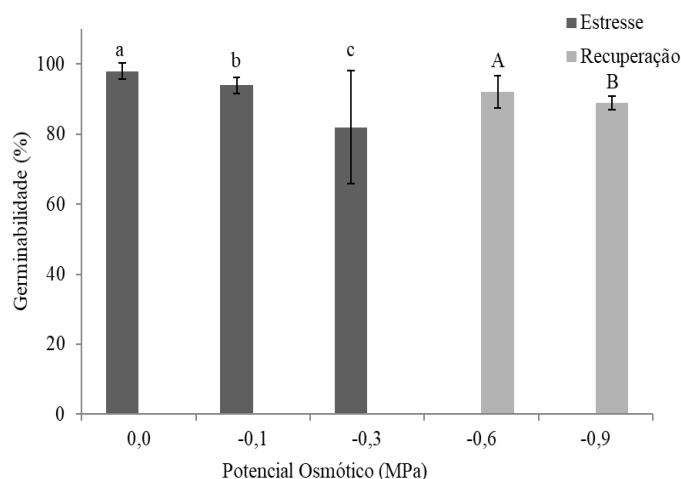
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *M. zehntneri* obtiveram uma redução significativa na germinabilidade com o aumento da concentração de PEG6000 ($F = 186,5$; $gl = 4$; $p < 0,001$) germinando até o potencial de -0,3 MPa, o que demonstra que a espécie é tolerante ao estresse hídrico (Figura 1). Este fato também foi observado com outras espécies que ocorrem em regiões semiáridas (*Dimorphandra gardneriana* Tul. (Fabaceae), *Cereus jamacaru* subsp. *jamacaru* (Cactaceae), *Pilosocereus arrabidae* (Lem.) Byles & Rowley (Cactaceae) (MEIADO et al., 2010; MARTINS et al., 2012, URSULINO et al., 2016) e obtiveram germinabilidade lenta. A baixa disponibilidade de água é um importante parâmetro para compreender o período de germinação e por conseqüência o estabelecimento das plântulas nesses ecossistemas. As sementes que conseguem germinar quando submetidas a estresse hídrico apresentam benefícios ecológicos em relação as outras (AVRELLA et al., 2017).

As sementes que não germinaram foram recolocadas em água destilada em condições ideais para germinação para avaliar a recuperação. Assim, considerando apenas as plântulas após recuperação, as sementes submetidas a -0,6 e -0,9 MPa germinaram, demonstrando que o PEG6000 não causa danificações as sementes, apenas retarda a entrada de água (-0,6

MPa: $92 \pm 4,6\%$; $-0,9$ MPa: $89 \pm 2\%$. Figura 1). Segundo Santos et al. (2016) e Gonçalves et al. (2020), a água é o elemento que mais influencia o processo de germinação de sementes, pois ela é responsável pela reidratação dos tecidos e retomada das atividades metabólicas do embrião. O PEG6000, no entanto, em altas concentrações retarda essa entrada de água impedindo que a semente complete o evento germinativo.

Figura 1. A Germinação (média \pm desvio padrão) de sementes de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) submetidas a potenciais de estresse hídrico (PEG6000) e recuperação em água destilada. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.



Em relação à salinidade, as sementes de *M. zehntneri* apresentaram uma redução significativa na germinabilidade com o aumento da concentração de NaCl (0,0 MPa: $90,0 \pm 5,2\%$; $-0,6$ MPa: $57,0 \pm 11,0\%$; $F = 121,386$, $gl = 4$, $p < 0,0001$), germinando até o potencial de $-0,6$ MPa, o que demonstra que a espécie pode tolerar o estresse salino. Isso ocorre provavelmente devido ao acúmulo de íons nos vacúolos das células, não comprometendo o crescimento (FARIAS et al., 2009).

Tabela 1. T_{50} de sementes de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) submetidas a diferentes tratamentos de estresse hídrico (PEG6000) e estresse salino (NaCl), e logo após a recuperação das sementes em água destilada. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

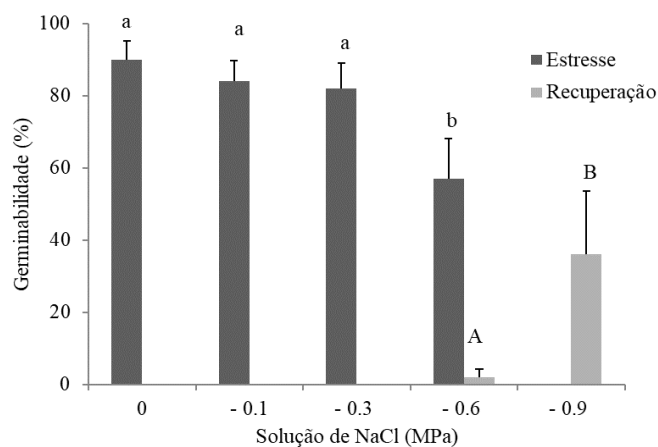
Tratamentos (MPa)	Estresse hídrico				
	0,0	-0,1	-0,3	-0,6	-0,9
Estresse	$5,96 \pm 0,32$ a	$7,87 \pm 1,15$ b	$11,10 \pm 0,76$ c	-	-
Recuperação	-	-	-	$1,75 \pm 0,20$ A	$2,62 \pm 0,05$ B
Estresse salino					
Estresse	$7,94 \pm 3,85$ a	$6,46 \pm 1,03$ a	$6,78 \pm 0,93$ a	$11,20 \pm 0,85$ b	-
Recuperação	-	-	-	$1,25 \pm 2,17$ A	$0,50 \pm 0,59$ B

Essa tolerância da espécie ao estresse hídrico também está relacionada à irregularidade das chuvas na Caatinga, porém com tempo e quantidade suficiente para completar a germinação, mesmo com baixa quantidade de água (MEIADO et al., 2012).

O aumento da concentração salina também afetou o T_{50} (0,0 MPa: $7,9 \pm 3,8$ dias; $-0,6$ MPa: $11,2 \pm 0,8$ dias; $F =$

Na recuperação, as sementes que não germinaram foram recolocadas em água destilada em condições ideais para germinação, as sementes submetidas a $-0,9$ MPa germinaram, porém em pouca quantidade (estresse 0% versus $39,0 \pm 14,7\%$ na recuperação; $F = 25,45$, $gl = 4$, $p = 0,000002$; Figura 2). O NaCl não destrói as sementes, ele apenas dificulta a entrada de água, por isso ao adicionar água destilada algumas sementes conseguem voltar a germinar, devido a estabilização dos efeitos osmóticos e iônicos (HARTER et al., 2014).

Figura 2. Germinabilidade (média \pm desvio padrão) de sementes de *Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb. (Cactaceae) submetidas a tratamentos de estresse salino (NaCl) e recuperação em água destilada. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.



O aumento dos potenciais hídricos afetou o T_{50} , promovendo, além de uma redução na germinabilidade, uma germinação mais lenta (0,0 MPa: $5,96 \pm 0,32$; $-0,3$ MPa: $11,10 \pm 0,76$. $F = 239,9$; $gl = 4$; $p < 0,001$) (Tabela 1). Isso acontece, pois a embebição das sementes ocorre em processo trifásico e o déficit hídrico possibilita uma menor difusão de água no tegumento, o que consequentemente provoca o retardamento na protrusão da radícula (TORRES et al., 2020).

$18,9790$, $gl = 4$, $p = 0,0001$), promovendo, além de uma redução na germinabilidade, uma germinação mais lenta (Tabela 1). O sal promove mudanças nas funções das membranas celulares e da parede celular o que influencia na germinabilidade das sementes (SANTOS et al., 2011).

O aumento de sais, principalmente do NaCl, pode inibir a germinação dependendo do grau de tolerância resultante da

espécie (CARVALHO et al., 2020). No presente estudo, as sementes não conseguem germinar ao chegar no potencial -0,9 MPa. Provavelmente devido a pouco absorção de água pela semente, a qual acarreta diversas consequências nas suas atividades metabólicas (MATOS; OLIVEIRA, 2021)

As plântulas originadas do estresse hídrico e salino foram consideradas normais. A região onde essa espécie está inserida, ou seja, áreas de Caatinga ressaltam a importância do manejo e conservação da mesma, visto que o município de Poço Redondo sofre constantemente com desmatamento, pastoreio intensivo, agricultura e salinização das áreas irrigadas o que pode ocasionar na desertificação dos solos da região (GOIS, 2016).

CONCLUSÕES

As sementes de *M. zehntneri* são capazes de tolerar o déficit hídrico, pois, conseguem germinar quando submetidas a concentração -0,9 MPa e conseguem se recuperar quando colocadas em situações ideais de germinação, mostrando que indisponibilidade de água não causa danos às sementes. O mesmo aconteceu em altas concentrações de NaCl, o que não atrapalha o desempenho das sementes, até mesmo quando recolocadas em água destilada para recuperação.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. D. S.; GUARIZ, H. R.; PINTO, M. A. B.; ALMEIDA, M. F. D. Germination of creole maize and fava bean seeds under salt stress. *Revista Caatinga*, v.33, p.853-859, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n329rc>
- AVRELLA, E. D.; BARATTO, B.; LUCHESE, J. R.; NAVROSKI, M. C.; FIOR, C. S. Estresse hídrico e salinidade na germinação de sementes de *Mimosa scabrella* Benth. *Revista Espacios*, v.38, n.47, p.24-34, 2017.
- BRACCINI, A. L.; RUIZ, H. A.; BRACCINI, M. C. L.; REIS, M. S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietileno glicol. *Revista Brasileira de Sementes*, v.18, n.2, p.10-16, 1996.
- CARVALHO, J. S. B.; COSTA, E. N.; PAMPLONA, A. L.Q.; CHAGAS, C. T. G.; SARAIVA, M. P.; RODRIGUES, A. E.; PAMPLONA, V. M. S.; QUADROS, B. R. Estresse salino por NaCl em sementes de Paineira e Pau de Balsa. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 42134-42146, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-667>
- CAVALCANTE, A. M. B.; VASCONCELOS, G. C. Leite. Comércio legal de cactos ornamentais: oportunidade para uso sustentável no semiárido do Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v.47, n.1, p.9-20, 2016.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse Salino no Crescimento Inicial e Nutrição Mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (jacq.) kunth ex steud) em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.33, n.5, p.1499-1505, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500040>
- FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; AHMAD, N.; HAFEEZ, K. Thermal Hardening: A new seed vigor enhancement tool in rice. *Journal of Integrative Plant Biology*, v.47, n.2, p. 187-193, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00031.x>.
- GOIS, D. V. Dinâmica fitogeográfica e suscetibilidade à desertificação no município de Poço Redondo-SE. Dissertação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016, 162p.
- GONÇALVES, M. D. P. M.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. P.; SILVA, L. B.; SILVA, K. M., JÚNIOR, F. S. S.; GRUGIKI, M.A.; SILVA, M. I. O. INFLUÊNCIA de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.1, p.1216-1226, 2020.
- HARTER, L. S.; HARTE, F. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO G. E.; VILLELA F. A. Salinidade e desempenho fisiológico de sementes e plântulas de mogango. *Horticultura Brasileira*, v.32, n.1, p.80-85, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362014000100013>
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION. 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 09 de julho de 2020.
- MACHADO, W. D. J. Composição florística e estrutura da vegetação em área de caatinga e brejo de altitude na Serra da Guia, Poço Redondo, Sergipe, Brasil. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011, 98p.
- MARTINS, L. S. T.; PEREIRA, T. S.; CARVALHO, A. S. R.; BARROS, C. F.; ANDRADE, A. C. S. Seed germination of *Pilosocereus arrabidaei* (Cactaceae) from a semi-arid region of south-east Brazil. *Plant Species Biology*, v.27, n.3, p.191-200, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2011.00360.x>.
- MATIAS, J. R.; SILVA, T. C. F.; de OLIVEIRA, G. M.; ARAGÃO, C. A.; DANTAS, B. F. Germinação de sementes de pepino cv. Caipira em condições de estresse hídrico e salino. *Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, v.10, n.113, p.33-39, 2015.
- MATOS, D. C. P.; 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.1, p. 277-291. <https://doi.org/10.37885/210404395>
- MEIADO, M. V.; SILVA, F. F. S.; BARBOSA, D. C. A.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Diaspores of the Caatinga: A Review. In: SIQUEIRA FILHO, J. A. (eds.). *Flora of the Caatingas of the São Francisco River – Natural History and Conservation*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2012. p.306-365.

- MEIADO, M. V. Germinação de sementes de cactos do Brasil: fotoblastismo e temperaturas cardeais. Informativo ABRATES, v.22, n. 3, p.20-23, 2012a.
- MEIADO, M. V. Germinação de cactos do Nordeste do Brasil. 2012. 142 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012b.
- MEIADO, M. V.; ALBUQUERQUE, L. S. C.; ROCHA, E. A.; ROJAS- ARÉCHIGA, M.; LEAL, I. R. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. *Plant Species Biology*, v.25, n.2, p.120-128, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1442-1984.2010.00274.x>.
- MOTERLE, L. M., LOPES, P. D. C., BRACCINI, A. D. L., SCAPIM, C. A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes*, v.28, n.3, p. 169-176, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000300024>
- NASCIMENTO, J. P. B. Hidratação descontínua de sementes como nova alternativa para a produção de mudas destinadas à recuperação de ambientes degradados na caatinga. 2016. 76 f Dissertação (Pós-Graduação em Ecologia e Conservação) Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2016.
- RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica*, v.29, n.1, p.1-11, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042006000100002>
- SANTOS, A. R. F.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Water pre-hydration as priming for *Moringa oleifera* lam. seeds under salt stress. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. v.14, n.1, p.201- 207, 2011.
- SANTOS, C. A.; DA SILVA, N. V.; SIQUEIRA WALTER, L.; DA SILVA, E. C. A.; CUSTÓDIO NOGUEIRA, R. J. M. Germinação de sementes de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. *Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira*, v.36, p.87,2016. <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1017>
- SOARES, L. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; PEREIRA, F. H. F. Fisiologia e acúmulo de fitomassa pela mamoneira submetida a estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.8, n.1, p.247-256, 2013.
- STATSOFT. STATISTICA 13. StatSoft South America, 2016. Disponível em: <http://www.statsoft.com.br>. Acesso em: 09 de Julho de 2020.
- TORRES, M. F. O.; DANTAS, S. J.; SOUZA, J. L.; NUNES, V. N.; CALAZANS C. C.; FERREIRAS, O. J. M.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. curva de embebição e viabilidade de sementes de *Sapindus saponária* L. *Global Science and Technology*, v.13, n.1, p.211-218, 2020.
- United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, 2009. CITES-listed species database. Disponível em <https://www.unep-wcmc.org/>. Acesso em 12 de julho de 2020.
- URSULINO, M. M.; COSTA, M. D. P. S. D.; MEDEIROS, J. G. F.; ALVES, E. U.; ARAUJO, P. C.; BRUNO, R. D. L. A.; ARAUJO, L. R. D. Seed viability of *Dimorphandra gardneriana* subject to water stress in different temperatures. *Ciência Rural*, v.46, n.12, p.2090-2095, 2016. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120792>
- 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*, v.26, n.11/12, p.1957-1968, 1991.
- ZAPPI, D; TAYLOR, N. *Cactaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1595> . Acesso em: 12 de Julho de 2020.
- ZAR, J.H. *Biostatistical analysis*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999. 663p.