

Emergência e a forma inicial de plântulas de *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) sob estresse salino

Emergence and the initial form of seedlings of *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) under saline stress

Surgimiento y forma inicial de plántulas de *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) estrés salino

Recebido: 09/04/2021 | Revisado: 16/04/2021 | Aceito: 18/04/2021 | Publicado: 03/05/2021

Wilma Roberta dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6680-7884>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: wilmaroberta1@gmail.com

Marisa Adriana Gonçalves de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9500-0825>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: marisaadrianasouza@gmail.com

Luciana Sandra Bastos de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8870-0295>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: sanddrabastos@yahoo.com.br

George do Nascimento Araújo Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9284-4160>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: georgearaujo.agro@gmail.com

Carlos André Alves de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1946-0421>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: carlosandre08_msn.com

Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7094-3635>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: alexandremrfj@gmail.com

Thieres George Freire da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8355-4935>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: thiegeoprofissional@hotmail.com.br

Resumo

Estresses ambientais podem influenciar na germinação e crescimento inicial de espécies vegetais. A compreensão destas respostas pode contribuir para o entendimento do estabelecimento das espécies no ambiente ou mesmo, subsidiar a produção de mudas. Este estudo investigou a influência da salinidade na geminação e biometria nos estádios iniciais de *Cenostigma pyramidale*. O estudo foi realizado na Unidade Acadêmica de Serra, Serra Talhada – Pernambuco. As sementes de *Cenostigma pyramidale* foram submetidas ao tratamento pré-germinativo por meio da escarificação mecânica com lixa de madeira nº 150. Em seguida as sementes tratadas foram semeadas em bandejas de células constituídas de polipropileno contendo solo e uma fina camada superficial de vermiculita para a emergência das plântulas. Mediante a sementeira, a espécie foi submetida à três níveis de salinidade: N1 - 0,18 (CONTROLE); N2 - 1,52 e N3 - 2,22 dS m⁻¹. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. As reposições de água foram realizadas diariamente, assim como as contagens do número de plântulas emergidas. Com estes dados obtiveram-se: porcentagem de emergência de plântulas (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE). Adicionalmente, foram obtidas altura (ALT), diâmetro do coleto (DC), número de folhas completamente expandidas (NFCE) e a biomassa seca total das plantas (BST). Nossos resultados mostraram que o aumento nos níveis de salinidade promoveu reduções no IVE e na PE das sementes de *Cenostigma pyramidale*. No entanto, não foram observadas alterações nos aspectos biométricos e no acúmulo de biomassa inicial da espécie.

Palavras-chave: Biometria; Catingueira; Caatinga; Estresse salino.

Abstract

Environmental stresses can influence the germination and initial growth of plant species. The understanding of these responses can contribute to the understanding of the establishment of species in the environment or even, subsidize the production of seedlings. This study investigated the influence of salinity on twinning and biometrics in the early stages

of *Cenostigma pyramidale*. The study was carried out at the Academic Unit of Serra, Serra Talhada - Pernambuco. The seeds of *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis were submitted to pre-germinative treatments by means of mechanical scarification with wooden sandpaper No. 150. Then the treated seeds were sown in cell trays made of polypropylene containing soil and a thin superficial layer of vermiculite for the emergence of seedlings. Upon sowing, the species was submitted to three levels of salinity: N1 - 0.18 (CONTROL); N2 - 1.52 and N3 - 2.22 dS.m⁻¹. The adopted design was completely randomized with four replications. Water replenishment was performed daily, as well as counting the number of seedlings that emerged. With these data it was obtained: percentage of seedling emergence (PE) and the emergence speed index (IVE). Additionally, height (ALT), collar diameter (DIAM), number of fully expanded leaves (NFCE) and dry plant biomass (BST) were obtained. Our results showed that the increase in salinity levels promoted reductions in IVE and PE of *Cenostigma pyramidale* seeds. However, no changes were observed in the biometric aspects and the initial biomass accumulation of the species.

Keywords: Biometric; Catingueira; Caatinga; Saline stress.

Resumen

El estrés ambiental puede influir en la germinación y el crecimiento inicial de las especies vegetales. La comprensión de estas respuestas puede contribuir a la comprensión del establecimiento de especies en el medio o incluso, subsidiar la producción de plántulas. Este estudio investigó la influencia de la salinidad en el hermanamiento y la biometría en las primeras etapas de *Cenostigma pyramidale*. El estudio se realizó en la Unidad Académica de Serra, Serra Talhada - Pernambuco. Las semillas de *Cenostigma pyramidale* se sometió a tratamientos pregerminativos mediante escarificación mecánica con papel de lija de madera No. 150. Luego, las semillas tratadas se sembraron en bandejas de celdas hechas de polipropileno que contenía tierra y una fina capa superficial de vermiculita para la emergencia de las plántulas. Al sembrar, la especie se sometió a tres niveles de salinidad: N1 - 0.18 (CONTROL); N2 - 1,52 y N3 - 2,22 dS m⁻¹. El diseño adoptado fue completamente aleatorio con cuatro repeticiones. La reposición de agua se realizó diariamente, además de contar el número de plántulas que emergieron. Con estos datos se obtuvo: porcentaje de emergencia de plántulas (PE) y el índice de velocidad de emergencia (IVE). Además, se obtuvo la altura (ALT), el diámetro del tallo (DC), el número de hojas completamente expandidas (NFCE) y la biomasa vegetal seca (BST). Nuestros resultados mostraron que el aumento en los niveles de salinidad promovió reducciones en IVE y PE de semillas de *Cenostigma pyramidale*. Sin embargo, no se observaron cambios en los aspectos biométricos y la acumulación inicial de biomasa de la especie.

Palabras clave: Biometría; Catingueira; Caatinga; Estrés salino.

1. Introdução

Nos estágios iniciais de crescimento, período mais sensível entre à maioria das plantas, as plântulas apresentam grande suscetibilidade aos estresses ambientais (i.e. clima, temperatura, salinidade e ente outros) (Azerêdo et al., 2016). Sob estas condições adversas, alterações bioquímicas, fisiológicas, morfológicas e citológicas, podem ser observadas (Guedes et al., 2011; Santos et al., 2016; Dutra et al., 2017; Jardim et al., 2021). Segundo Santos et al. (2016) parâmetros como a porcentagem, a velocidade de germinação, o crescimento da raiz primária, o crescimento do hipocótilo de plântulas e o tempo médio de germinação são influenciados pelos efeitos da salinidade.

Alguns estudos têm simulado os efeitos da salinidade em espécies nativas, a exemplo de Dantas et al. (2014) ao analisar *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Aspidosperma pyrifolium* (Mart.) e *Myracronduon urundeuva* (Fr. All.) que tiveram seu desenvolvimento afetado quando submetidas ao estresse salino, apresentando redução na germinação, no coeficiente de uniformidade, alteração na mobilização das reservas e aumento de proteínas solúveis totais. Em *Erythrina velutina* (Willd.) é reportado redução na porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência, altura das plântulas, número de folhas conforme aumento dos níveis de salinidade na água de irrigação (Guimarães et al., 2013); *Chorisia glaziovii* O. Kuntze também teve a porcentagem de germinação reduzida quando exposta a salinidade (Guedes et al., 2011). No entanto, mesmo tendo a germinação afetada pela salinidade, as espécies citadas mostram-se tolerantes aos níveis de salinidade aos quais foram expostas, demonstrando a importância de estudos dessa natureza. Santos et al. (2016) submeteram *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis a diferentes concentrações de salinidade -0,4, -0,8, -1,2 MPa de NaCl e CaCl₂, a qual teve sua germinação afetada a partir de valores mais negativos de potencial, sendo que, houve maior tolerância ao cloreto de sódio.

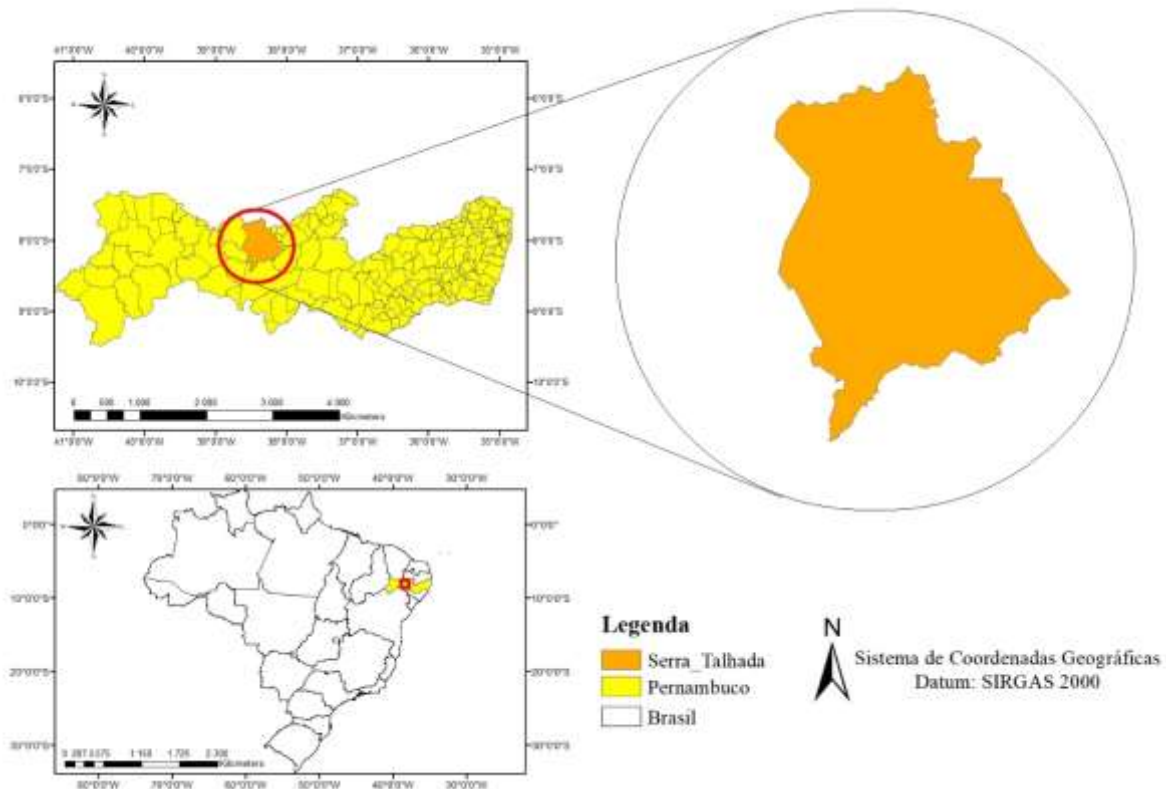
O entendimento das respostas de diferentes espécies em diferentes condições estressantes pode favorecer o estabelecimento das plantas no ambiente ou mesmo, subsidiar a produção de mudas sob essas condições. Sendo particularmente importantes no Semiárido brasileiro, onde em decorrência da limitação hídrica o uso de águas salinas para produção de plantas pode ser uma alternativa (Santos et al., 2016).

A *C. pyramidale*, também conhecida como “catingueira”, e anteriormente classificada como *Caesalpinia pyramidalis* Tul., é uma representante da família Fabaceae, amplamente distribuída no Semiárido do Brasil (BFG, 2015), devido a sua boa adaptação a solos pedregosos e de baixa fertilidade (Maia, 2012), a resistência ao déficit hídrico (Antunes et al., 2011) e a tolerância a salinidade (Santos et al., 2016). Sua utilização tem sido feita para fins diversos (i.e. forragem, usos medicinais e fabricação de carvão), sendo mencionada ainda, a sua capacidade de recuperar áreas degradadas (Santana et al., 2011; Lima et al., 2012). Diante do exposto, objetivou-se com este estudo compreender a influência da salinidade na germinação e biometria inicial de *C. pyramidale*.

2. Metodologia

Foram realizadas análises de emergência e biometria de plântulas de *C. pyramidale*. Para o entendimento das respostas da espécie à diferentes condições de salinidade. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada – Pernambuco, Brasil (Figura 1).

Figura1. Mapa da localização do experimento com *Cenostigma pyramidale*.



Fonte: Autores.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh (Semiárido), onde são observadas temperaturas médias do ar altas, em torno de 26°C; umidade relativa média do ar baixa, próximo à 63% ano⁻¹; e má distribuição espaço-

temporal da precipitação pluvial, com volumes em torno de 642 mm ano⁻¹ (Alvares et al., 2013; Pereira et al., 2015; Silva et al. 2015). Ao longo do período experimental de 17/02/20 a 09/03/20, as condições meteorológicas foram acompanhadas por meio de uma estação meteorológica automática pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que mostrou valores médios de temperatura levemente inferiores à normal climatológica do local (em torno de 25,9°C) e umidade relativa do ar levemente superior (~ 69,5%) (Tabela 1).

Tabela 1. Condições meteorológicas observadas em uma estação meteorológica automática durante o período experimental, Serra Talhada-PE.

Dia	T_{med} (°C)	UR_{med} (%)	Vv (m s⁻¹)	Rg (MJ m⁻² d⁻¹)
17/02	26,91	59,08	1,82	19,35
18/02	26,03	68,42	2,01	16,78
19/02	26,84	58,21	1,89	22,08
20/02	24,78	65,38	1,52	16,73
21/02	24,81	74,75	1,60	18,14
22/02	25,68	72,75	1,35	17,72
23/02	26,63	68,96	1,28	21,04
24/02	26,03	71,17	1,49	16,53
25/02	27,85	60,67	1,90	22,27
26/02	26,91	63,00	2,03	21,55
27/02	27,53	61,83	1,75	21,06
28/02	27,40	62,54	2,38	20,07
29/02	26,62	67,54	1,88	22,95
01/03	25,52	69,29	1,72	24,81
02/03	25,51	71,42	1,62	21,52
03/03	25,43	74,50	1,48	16,12
04/03	23,83	83,71	1,35	9,32
05/03	25,19	77,38	1,43	19,98
06/03	26,45	70,96	1,27	22,37
07/03	24,21	81,67	1,67	17,27
08/03	25,22	76,92	1,13	21,21
09/03	25,67	69,71	1,47	24,05
μ	25,96	69,54	1,64	19,68
Máx.	27,85	83,71	2,38	24,81
Mín.	23,83	58,21	1,13	9,32

T_{med}: temperatura média do ar; UR_{med}: umidade relativa média do ar; Vv: velocidade do vento; e Rg: radiação solar global. μ: média; Máx.: máxima; e Mín.: mínima. Elaboração: Autores.

Fonte: INMET (<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>).

As sementes de *C. pyramidale* foram adquiridas junto ao NEMA/UNIVASF. Inicialmente, as sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo para quebra da dormência, por meio da escarificação mecânica com lixa de madeira nº 150 (Alves et al., 2007). Em seguida, as sementes tratadas foram semeadas em bandejas de germinação constituídas de

polipropileno. Cada célula continha solo e uma fina camada superficial de vermiculita para a emergência das plântulas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições (50 indivíduos em cada).

Após semeadura, a espécie foi submetida à três níveis de salinidade: N1 - 0,18 (controle); N2 - 1,52 e N3 - 2,22 dS m⁻¹. A água usada no controle pode ser caracterizada como C1, sem restrição de uso, já os N2 e N3 são classificados como C3, apresentando com alto risco de salinização (Richards, 1954). As concentrações de sais foram obtidas mediante a adição de NaCl. A irrigação foi realizada diariamente, com exceção dos finais de semana, com a adição 450 mL dos respectivos tratamentos. Para a avaliação da eficiência dos tratamentos, foram analisados parâmetros relativos à emergência das plântulas, sendo: a porcentagem de emergência (PE) e o índice de velocidade de emergência (IVE). A PE foi obtida pela relação entre o número de plântulas emergidas e o total de indivíduos semeados. Para este caso, a contagem do número de plântulas foi iniciada no dia seguinte à semeadura, dia 18/02/20 e estendeu-se até os 21 dias após a emergência. Já o índice de velocidade de emergência foi calculado utilizando-se a equação proposta por Maguire (1962). Para maiores detalhes destes índices consultar Ávila et al. (2005), Guedes et al. (2009) e Morais et al. (2018).

As análises biométricas foram realizadas até o final da estabilização da emergência de das plântulas, onde avaliaram-se: altura (ALT), diâmetro do coleto (DC) e número de folhas completamente expandidas (NFCE). As medidas de ALT compreenderam a distância entre a extremidade da planta e sua inserção no solo, que foram feitas com uso de uma régua graduada. Já o DIAM foi determinado com o auxílio de um paquímetro, sendo efetuadas medições no caule à 1,0 cm de altura do solo (Figura 2). O NFCE foi obtido por meio do somatório das folhas completamente expandidas e com pelo menos 50% da sua área visível com coloração verde. Adicionalmente, aos 21 dias após a semeadura (DAS) obteve-se a biomassa seca total (BST) das plântulas.

Figura 2. Crescimento e medições biométricas realizadas em *Cenostigma pyramidale*, sob diferentes níveis de salinidade, Serra Talhada-PE.



Fotos: Souza.

Os resultados dos dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade, homoscedasticidade e à análise de variância (ANOVA). Quando verificado diferença significativa, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A análise estatística foi realizada com o auxílio do software ASSISTAT versão 7.7 beta (Silva, 2015).

3. Resultados e Discussão

Os parâmetros germinativos PE e IVE, e a ALT de *C. pyramidale* apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$)

quando submetidos aos diferentes níveis de salinidade. Por outro lado, não foram observados efeitos no acúmulo de biomassa (BST) e nos parâmetros biométricos (NF e DC) (Tabela 2). As sementes de *C. pyramidale* apresentam alto índice de germinação quando submetidas a baixas concentrações de salinidade. O aumento de sais no substrato pode reduzir o potencial hídrico e dificultar a absorção de água pelas sementes, influenciando a germinação e o desenvolvimento das plântulas (Andréo-Souza et al., 2010).

Tabela 2. Parâmetros da análise de variância (ANOVA) relativa à altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE) e biomassa seca total (BST) em relação aos níveis de salinidade.

Fonte de Variação	Variáveis	SS	MS	F	p valor
Salinidade (SAL)	ALT	4,54112	2,27056	28,5027**	0,10582
	NFCE	0,43202	0,21601	1,2010 ns	0,00724
	DC	0,21039	0,10519	1,0095 ns	0,00000
	IVE	13,42933	6,71466	79,2019**	0,02941
	PE	3772,66667	1886,33333	58,5414**	0,18027
	BST	0,0009	0,0005	0,4628 ns	0,75765

SS - soma de quadrados; MS - quadrado médio; F - estatística do teste F; e p: é nível de significância. ** é a significância ao nível de 1% de probabilidade, * representa a significância ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0.05$) e ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A altura das plântulas foi afetada negativamente pelas diferentes condutividades elétricas, sendo o tratamento N3 o que propiciou os menores valores para essa variável, quando comparado com os tratamentos N1 e N2, que não diferiram entre si (Tabela 3). Enquanto neste tratamento observaram-se plântulas com alturas de 5,5 cm, no N3 observaram-se valores de até 1 cm. Segundo Larcher (2000) o estresse salino afeta de maneira negativa o crescimento e desenvolvimento das plantas. Isso porque, o excesso de sais modifica a osmorregulação dos sais nas plantas e pode interferir na troca de água com o ambiente (Taiz e Zeiger, 2013). O número de folhas e o diâmetro do coleto não foram afetados pelas diferentes condutividades elétricas, tanto as plântulas do controle (0,18 dS m⁻¹) como as que foram expostas a concentrações salinas, visto que, apresentaram número de folhas e diâmetro semelhantes (Tabela 3). Andréo-Souza et al. (2010) também observaram o mesmo em plantas de pinhão-manso submetidas a diferentes condutividades elétricas.

Tabela 3. Valores médios de altura da plântula (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC), índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência (PE) e biomassa seca total (BST) de plântulas de *Cenostigma pyramidale*.

Salinidade (SAL)	ALT (cm)	NF	DC (mm)	IVE	PE (%)	BST (gpl ⁻¹)
N1	4,08250 a	1,83000 a	0,01040 a	3,4050 a	57,00000 a	0,03973 a
N2	3,73000 a	1,83000 a	0,00930 a	2,85250 a	43,50000 b	0,03670 a
N3	2,63750 b	1,45000 a	0,29073 a	0,93625 b	14,50000 c	0,03293 a

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Fonte: Autores.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi afetado ($p < 0,01$) pelos níveis de salinidade, constatando-se uma redução na velocidade de emergência das plântulas (Tabela 3). Neste trabalho, o IVE apresentou reduções da ordem de 16% e

72% quando as sementes foram expostas às concentrações de N2 - 1,52 e N3 - 2,22 dS m⁻¹, respectivamente, quando comparadas ao tratamento controle, respectivamente. Os estresses ambientais podem desencadear alterações endógenas afetando processos bioquímicos (produção em espécies reativas de oxigênio), morfológicos e fisiológicos dos vegetais, como por exemplo, a germinação. No caso da salinidade, alterações funcionais das membranas e nas atividades enzimáticas das bombas de prótons podem ser observadas, e incluem mudanças na permeabilidade e transporte de solutos nas células (Aragão et al., 2009), bem como nos processos metabólicos como a divisão celular e seu alongamento (Chaves et al., 2009). De modo semelhante, a porcentagem de emergência (PE) foi sensivelmente afetada, com uma redução de 75% no maior nível de salinidade (N3 - 2,22 dS m⁻¹) em relação ao controle.

Trabalhos demonstram que o aumento na concentração salina na água e solo, também tem promovido redução da germinação de outras espécies florestais da Caatinga como é o caso de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong e *Peltophorum dubium* (Sprengel) Talbert (Dutra et al., 2017), *C. pyramidalis* (basiônimo: *C. pyramidalis*) (Sousa et al., 2020), *Cedrela odorata* L. (Ferreira et al., 2013) e *Mimosa caesalpinieifolia* Benth. (Ribeiro et al., 2008).

4. Considerações Finais

O aumento nos níveis de salinidade promoveu reduções no índice de velocidade e porcentagem de emergência das sementes de *C. pyramidalis*. No entanto, não foram observadas alterações nos aspectos biométricos e do acúmulo de biomassa inicial da espécie nos diferentes níveis de salinidade. Os resultados obtidos são essenciais para o entendimento das respostas da espécie à ambientes com problemas de salinidade, podendo ser utilizados para o melhor manejo dessa espécie. Estudos são encorajados a avaliar os efeitos de outros fatores abióticos, como elevadas temperaturas e o déficit hídrico em *C. pyramidalis* e em outras espécies do bioma Caatinga.

Agradecimentos

Os autores agradecem à UFRPE pela disponibilização da infraestrutura e concessão da bolsa de Iniciação Científica da primeira autora.

Referências

- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., Gonçalves, J. L. M., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22,711–728.
- Alves, E. U., Cardoso, E. A., Alcântara-Bruno, R. L., Alves, A. U., Alves, A. U., Galindo, E. A., & Braga-Junior, J. M (2007). Overcoming dormancy of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. *Revista Arvore*, 31(3), 405–415.
- Andréo-Souza, Y., Pereira, L. A., Silva, F. F. S., Riebeiro-Reis, R. C., Evangelista, M. R. V., Castro, R. D., & Dantas, B. F (2010). Effect of salinity on physic nut (*Jatropha Curcas* L.) seed germination and seedling initial growth. *Revista Brasileira de Sementes*, 32(2), 83–92.
- Antunes, C. G. C., Pelacani, C. R., Ribeiro, R. C., Souza, J. V., Souza, C. L. M., & Castro, R. D. (2011). Germinação de sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) submetidas a deficiência hídrica. *Revista árvore*, 35(5), 1007-1015.
- Aragão, C. A., Santos, J. S., Queiroz, S. O. P., & Dantas, B. F (2009). Cultivares de melão sob condições de estresse salino. *Revista Caatinga*, 22(2), 161-169.
- Ávila, M. R., Braccini, A. L., Scapim, C. A., Martorelli, D. T., & Albrecht, L. P (2005). Teste de laboratório em sementes de canola e correlação com a emergência das plântulas em campo. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(1), 62-70.
- Azerêdo, G. A., Paula, R. C., & Valeri, S. V. (2016). Germinação de sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth. sob estresse hídrico. *Ciência Florestal*, 26(1), 193-202.
- BFG. (2015). Growing knowledge: An overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguesia*, 66(4), 1085–1113.
- Chaves, M. M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103(4), 551–560.
- Dantas, B. F., Ribeiro, R. C., Matias, J. R., & Araújo, G. G. L. (2014). Germinative metabolism os Caatinga forest species in biosaline agriculture. *Journal of Seed Science*, 36(2), 194-203.

- Dutra, T. R., Massad, D. M., Moreira, P. R., & Ribeiro, R. S. M. (2017) Efeito da salinidade na germinação e crescimento inicial de plântulas de três espécies arbóreas florestais. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 37(91), 323.
- Ferreira, E. G. B. S., Matos, V. P., Sena, L. H. M., Oliveira, R. G., & Sales, A. G. F. A. (2013). Processo germinativo e vigor de sementes de *Cedrela odorata* L. sob estresse salino. *Ciencia Florestal*, 23(1), 99–105.
- Guedes, R. S., Alves, E. U., Galindo, E. A., & Bazorro, L. M. (2011). Estresse salino e temperaturas na germinação e vigor de sementes de *Chorisia glaziovii* O. kuntze. *Revista Brasileira de Sementes*, 33(2), 279–288.
- Guedes, R. S., Alves, E. U., Gonçalves, E. P., Santos, S. P. N., & Lima, C. R. (2009). Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes *Erythrina velutina* Willd. (FABACEAE - PAPILIONOIDEAE). *Ciência e Agrotecnologia*, 33(5), 1360–1365.
- Guimarães, I. P., Oliveira, F. N., Vieira, F. E. R., & Torres, S. B. (2013). Efeito da salinidade da água de irrigação na emergência e crescimento inicial de plântulas de mulungu. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8(1), 137–142.
- Jardim, A. M. R. F., Santos, H. R. B., Alves, H. K. M. N., Ferreira-Silva, S. L., Souza, L. S. B., Araújo Júnior, G. N., Souza, M. S., Araújo, G. G. L., Souza, C. A. A., & Silva, T. G. F. (2021). Genotypic differences relative photochemical activity, inorganic and organic solutes and yield performance in clones of the forage cactus under semi-arid environment. *Plant Physiology and Biochemistry*, 162, 421-430.
- Larcher, W. (2000). *Ecofisiologia vegetal*. Rima.
- Lima, C. R., Bruno, R. L. A., Silva, K. R. G., Pacheco, M. V., Alves, E. U., & Andrade, A. A. Physiological maturity of fruits and seeds of *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz. (2012). *Revista Brasileira de Sementes*, 24(2), 231-240.
- Maguire, J. D. (1962). Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, 2(1), 76- 177.
- Maia, G. N. (2012). *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. (2a ed.), Printcolor Gráfica e Editora.
- Morais, M. A. S., Jardim, A. M. R. F., Oliveira, E. N., Oliveira, F. R., Matos, N. A., & Simões, A. N. (2018). O NaCl inibe a germinação e a atividade da amilase em duas espécies de feijão. *Revista Nordestina de Ciências Biológicas*, 1(1), 50-56.
- Pereira, P. C., Silva, T. G. F., Zolnier, S., Morais, J. E. F., & Santos, D. C. (2015). Morfogênese da Palma forrageira irrigada por gotejamento. *Revista Caatinga*, 28(03), 184-195.
- Ribeiro, M. C. C., Barros, N. M. S., Barros-Junior, A. S., & Silveira, L. M. (2008). Tolerância do sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) à salinidade durante a germinação e o desenvolvimento de plântulas. *Caatinga*, Mossoró, 21(5), 123-126.
- Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: US Department of Agriculture, USDA Agricultural Handbook.
- Santana, J. A. S., Vieira, F. A., Pacheco, M. V., & Oliveira, P. R. S. (2011). Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Poincianella pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. *Revista Brasileira de Biologia e Ciências da Terra*, 11(1), 116-122.
- Santos, C. A., Silva, N. V., Walter, L. S., Silva, E. C. A., & Nogueira, R. J. M. C. (2016). Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 36(87), 219-224.
- Silva, T. G. F., Araújo Primo, J. T., Moura, M. S. B., Silva, S. M. S., Morais, J. E. F., Pereira, P. C., & Souza, C. A. A. (2015). Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 50(7), 515-525.
- Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFMG.
- Sousa, G. G., Gomes, K. R., Souza, M. V. P., Mendonça, A. M., Leite, K. N., & Blum, S. C. (2020). Crescimento inicial de catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul) irrigada com águas salinas em diferentes substratos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 14(4), 4190 – 4199.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. Artmed.