

**SEED PRIMING COM SILÍCIO EM FEIJÃO-CAUPI PARA INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO EM DIFERENTES QUALIDADES DE LUZ**

Deibson Teixeira da Costa<sup>1</sup>, Venâncio Eloy de Almeida Neto<sup>2</sup>, Yngrid Mikhaelly Lourenço de Araujo<sup>3</sup>, Yuri Lima Melo<sup>4</sup>, Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>5</sup>, Alberto Soares de Melo<sup>6</sup>

**RESUMO:** Os fatores abióticos de produção são os principais reguladores do crescimento e desenvolvimento das culturas, os quais podem comprometer o rendimento das plantas quando ocorrem em condições sub ou supra ótimas, notadamente no cultivo do feijão-caupi, justificando-se a indução de tolerância. Objetivou-se induzir a tolerância a estresses abióticos em genótipos de feijão-caupi sob *priming* de sementes com silício e luz vermelha (pré-tratamento). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com a combinação de dois fatores (2 genótipos x 6 *priming*), com três repetições. A parcela experimental foi constituída de uma caixa ‘Gerbox’ com 25 sementes. Foram avaliados: indicadores de status hídrico e osmoprotetores durante o estágio de crescimento inicial de plântulas de feijão-caupi. Concluiu-se que a técnica de *seed priming* com silício e luz vermelha garantiu o ajustamento osmótico das plântulas de feijão-caupi. A cultivar BRS Tapaihum se mostrou com maior capacidade de aclimação frente ao déficit hídrico induzido.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vigna unguiculata* (L.) Walp, seca, variação luminosa

**SEED PRIMING WITH SILICON IN COAPE BEANS FOR INDUCTION OF WATER DEFICIT TOLERANCE IN DIFFERENT QUALITIES OF LIGHT**

**ABSTRACT:** Abiotic factors of production are the main regulators of crop growth and development, which can compromise plant yields when they occur under or supra optimal conditions, especially in the cultivation of cowpea, justifying the induction of tolerance. The objective was to induce tolerance to abiotic stresses in cowpea genotypes under *seed priming*

<sup>1</sup> Graduando, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), (83) 996115413, Lagoa Seca, PB. deibson.costa@aluno.uepb.edu.br

<sup>2</sup> Mestrando, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB

<sup>3</sup> Graduanda, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB

<sup>4</sup> Pós-doutorando, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB

<sup>5</sup> Prof. Dr. Depto. De Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceara (UFC), Fortaleza, CE

<sup>6</sup> Prof. Dr. em Recursos Naturais, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, PB

with silicon and red light (pretreatment). The experimental design was completely randomized, with the combination of two factors (2 genotypes x 6 *priming*), with three replications. The experimental plot consisted of a 'Gerbox' box with 25 seeds. The following were evaluated: indicators of water status and osmoprotectors during the initial growth stage of cowpea seedlings. It is concluded that the *seed priming* technique with silicon and red light ensured the osmotic adjustment of cowpea seedlings. The BRS Tapaihum cultivar revealed greater acclimatization capacity when induced to water restriction.

**KEYWORDS:** *Vigna unguiculata* (L.) walp., drought, luminous variation

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., é uma espécie de leguminosa amplamente cultivada no Brasil, devido ao seu alto valor nutritivo e econômico. A deficiência hídrica, no solo e na atmosfera, juntamente com alta temperatura e incidência luminosa são consideradas as principais restrições à sobrevivência e as produtividades agrônomicas. Desta forma, uma vez que o clima semiárido é caracterizado por baixas precipitações pluviais, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar (PEDROSA et al., 2015), as plantas cultivadas nessas regiões estão sujeitas a pelo menos algum tipo de estresse abiótico ao longo do seu ciclo de desenvolvimento.

O déficit hídrico induz uma série de consequências físicas, bioquímicas e fisiológicas como alterações em processos metabólicos. Porém, as plantas superiores possuem um mecanismo endógeno de defesa aos estresses abióticos: o ajustamento osmótico pelo acúmulo de solutos orgânicos como prolina, açúcares solúveis totais, aminoácidos livres totais e proteínas solúveis totais (FERREIRA et al., 2021). Além dos mecanismos endógenos, aliar a aplicação de elicitores pode contribuir ainda mais na mitigação dos estresses abióticos. Doses de 100 e 200 mg L<sup>-1</sup> de silício minimizaram os efeitos deletérios do déficit hídrico em diferentes cultivares de feijão-caupi, por meio do aumento do potencial hídrico foliar, mediado pelo incremento da concentração de prolina e de osmólitos compatíveis (SILVA et al., 2019).

Portanto, a aplicação de silício aliada com variações luminosas e de temperatura é uma abordagem com potencial como *priming* de sementes de feijão-caupi para indução de tolerância ao déficit hídrico estacionário. Desse modo, objetivou-se induzir a tolerância a estresses abióticos em genótipo de feijão-caupi sob *priming* de sementes com silício e luz vermelha.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em câmara de germinação (B.O.D) no Laboratório de Ecofisiologia de Plantas Cultivadas (ECOLAB) da UEPB (Campus I), em Campina Grande, PB. Foram estudados dois fatores: genótipos (GEN) e *seed priming* (PRI). O fator ‘GEN’ foi formado por dois (2) cultivares de feijão-caupi (BRS Tapaihum e BRS Pajeú); enquanto que o ‘PRI’ foi constituído das combinações (Tabela 1) de três potenciais hídricos induzidos por Polietilenoglicol 6000 (PEG6000): moderado (-0,4 MPa), alto (-0,8 MPa) e sem déficit hídrico (0 MPa); uma condição de luminosidade (LVE: luz vermelha com comprimento de onda de 600 a 680 nm); temperatura constante de 40°C, com silício (200 mg L<sup>-1</sup> de Si) e sem Si (0 mg L<sup>-1</sup>) (FERRAZ et al., 2014). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com a combinação dos fatores (2 genótipos x 6 *seed priming*) com três repetições, resultando em 36 unidades experimentais.

**Tabela 1:** Constituição dos *seed primings*

P	Combinações
1	40 °C + Ψ <sub>h</sub> 0 MPa + LVE + 0 mg L <sup>-1</sup> de Si
2	40 °C + Ψ <sub>h</sub> 0 MPa + LVE + 200 mg L <sup>-1</sup> de Si
3	40 °C + Ψ <sub>h</sub> -4 MPa + LVE + 0 mg L <sup>-1</sup> de Si
4	40 °C + Ψ <sub>h</sub> -4 MPa + LVE + 200 mg L <sup>-1</sup> de Si
5	40 °C + Ψ <sub>h</sub> -8 MPa + LVE + 0 mg L <sup>-1</sup> de Si
6	40 °C + Ψ <sub>h</sub> -8 MPa + LVE + 200 mg L <sup>-1</sup> de Si

Os *priming* são resultantes das combinações de uma temperatura, três potenciais hídricos do meio de cultivo, uma condição de luminosidade e dois níveis de concentração de silício (P: nível do *priming*, Ψ<sub>h</sub>: potencial hídrico, MPa: megapascal, LVE: luz vermelha, Si: silício).

As parcelas sem restrição hídrica foram conduzidas sob hidratação do substrato com água destilada, e para a condição de luminosidade foram utilizadas fitas de LED de 24W. O tempo de aplicação do *seed priming* foi de 5 h, tempo necessário para embebição das sementes (Fase I da germinação), sem que houvesse conclusão do processo de germinação. Após as 5 h, as sementes foram colocadas para secar durante 48 h sob luz vermelha e 40°C. Após a secagem, as sementes foram postas para germinar em bandejas plásticas para mudas de 25 células com capacidade de 10 mL e preenchidas com vermiculita expandida. As bandejas foram, em seguida, colocadas em câmara germinadora (B.O.D), com temperatura de 25 ± 1°C e fotoperíodo de 12 h. Cada bandeja representava uma unidade experimental. O manejo da umidade do substrato foi realizado em turno de rega diário, utilizando-se do método de pesagens (SILVA et al., 2020), em que foi reposta a água evapotranspirada. Ao completar 10 DAE (dias após a emergência), as plântulas foram coletadas para as análises.

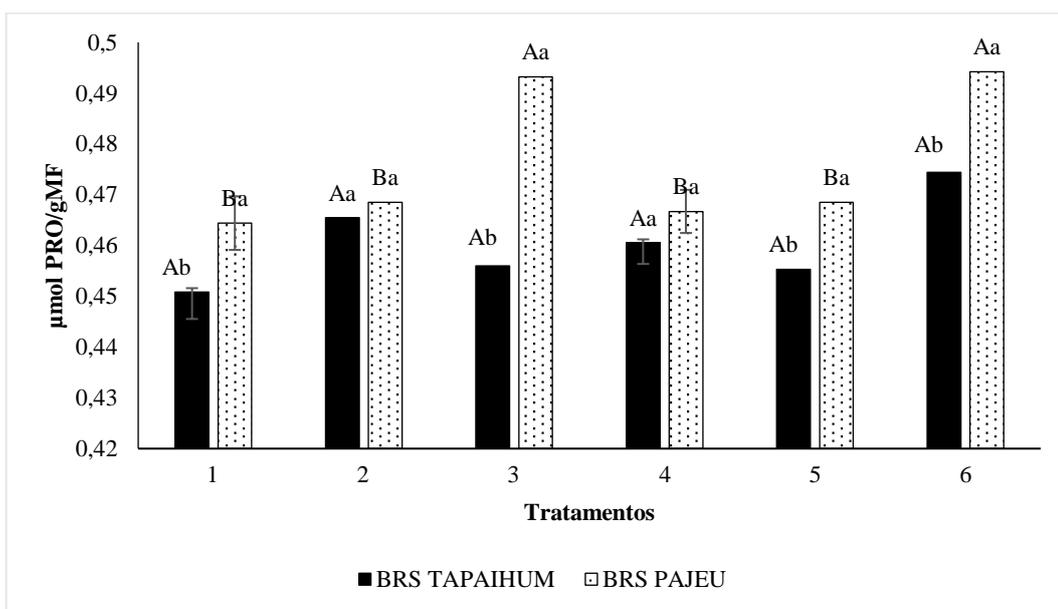
As variáveis analisadas foram concentração de prolina livre (PRO) (BATES et al., 1973); concentração de açúcares solúveis totais (DUBOIS et al., 1956); concentração de aminoácido

livres totais (AALT) (PEOPLES et al., 1989); e a concentração de proteínas solúveis totais (PST) (BRADFORD, 1976).

Os dados da pesquisa foram submetidos à análise de variância, teste F ( $P < 0,05$ ), seguida pelo teste T-Student ( $P \leq 0,05$ ) para as cultivares e pelo teste de (Scott-Knot,  $P < 0,05$ ) para os *priming*. Utilizou-se o software Sisvar 5.6 para análise dos dados (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

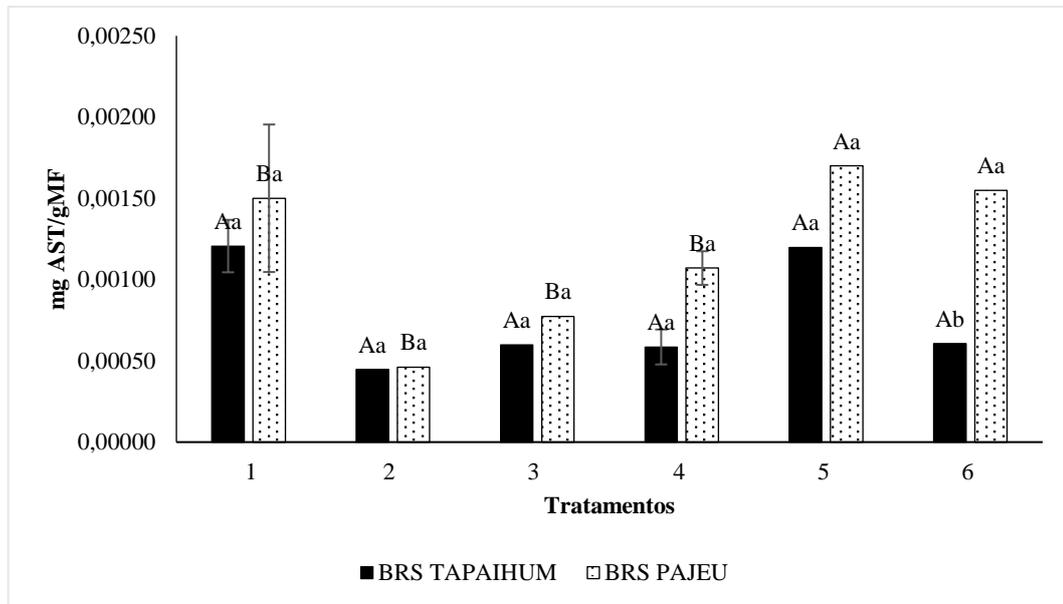
Ao avaliar a variável concentração de prolina, observou-se na cultivar BRS Pajeú maior concentração nos tratamentos 3 e 6. Nos *priming*, a cultivar BRS Tapaihum apresentou menor concentração de prolina em relação a cultivar BRS Pajeú (Figura 1). Ainda, notou-se que a concentração de prolina na cultivar BRS Tapaihum não teve respostas significativas entre os tratamentos.



**Figura 1.** Prolina das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming*. Letras maiúsculas diferenciam os tratamentos pelo teste de agrupamento de médias (Scott-Knot  $P < 0,05$ ) e letras minúsculas diferenciam as cultivares (*t-student*  $P < 0,05$ ). Campina Grande, PB, 2021.

O aumento na concentração de prolina livre em vegetais superiores faz parte do mecanismo de defesa contra estresses ambientais. Valores altos desse aminoácido estão relacionados à tolerância da planta aos estresses abióticos (VERBRUGGEN & HERMANS, 2008). A diferença encontrada entre cultivares pode sinalizar maior tolerância entre as cultivares. Trabalhos com feijão-guandu (MONTEIRO et al., 2014) e milho (MAIA et al., 2007) comprovam a ação acumulativa da prolina em plantas superiores sob condições de estresse abiótico.

A cultivar BRS Pajeú apresentou aumento na concentração de açúcares solúveis totais nos tratamentos 5 e 6 e com déficit hídrico alto (-0,8 MPa) em relação aos demais tratamentos (Figura 2), sinalizando uma resposta da planta a essas condições. Notou-se que a resposta da cultivar BRS Tapaihum à concentração de açúcares solúveis totais foi igual em todos os tratamentos. Tal comportamento pode ser indicativo de aclimação desta cultivar.

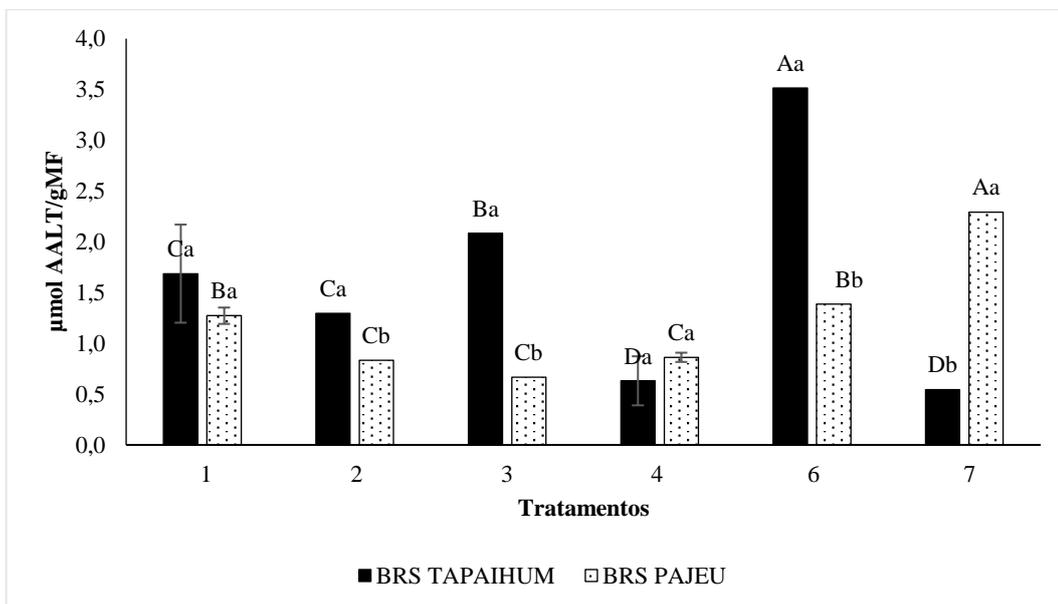


**Figura 2.** Açúcares solúveis totais das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming*. Letras maiúsculas diferenciam os tratamentos pelo teste de agrupamento de médias (Scott-Knot  $P < 0,05$ ) e letras minúsculas diferenciam as cultivares (*t-student*  $P < 0,05$ ). Campina Grande, PB, 2021.

Sobre a variável de concentração de aminoácidos livres totais, notou-se que a cultivar BRS Tapaihum ofereceu diferentes respostas entre os tratamentos, com destaque para os tratamentos 3 e 6, com restrição hídrica moderada e alta, e sem silício, respectivamente, (-0,4 MPa e -0,8 MPa). No *priming* 3 o incremento foi de 123% em relação ao controle (*Priming* 1). Já no *priming* 6 o ganho foi de 208% (Figura 3). Esse comportamento pode ser uma resposta favorável à ação elicitora do silício. Já a cultivar BRS Pajeú apresentou incremento na concentração de aminoácidos livres totais apenas no tratamento 7 e no controle.

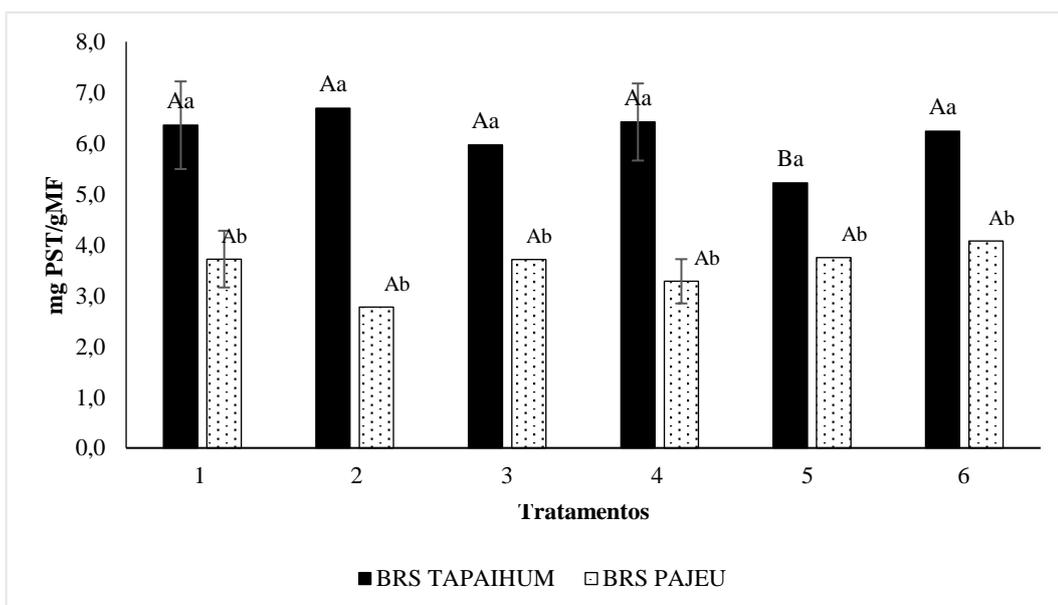
Quantificar a concentração de açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais é uma das principais formas de entender como funciona o ajustamento osmótico. Esse mecanismo garante a manutenção do status hídrico e turgescência celular em plantas superiores (PEREIRA et al., 2012). Por meio do acúmulo de solutos orgânicos compatíveis no vacúolo ou citosol celular (carboidratos, aminoácidos, prolina, dentre outros), que aumenta a pressão osmótica no interior da célula, a planta consegue manter um balanço hídrico positivo, o qual permite melhoria no crescimento e no desenvolvimento do vegetal (MARIJUAN, 2013 & TAIZ et al., 2017). Portanto, o aumento na concentração nessas variáveis pode sinalizar uma resposta da

planta aos estresses abióticos. Ainda, a variação intraespecífica tem papel importante na resposta da cultivar a essas variáveis e a uma maior tolerância.



**Figura 3.** Aminoácidos livres totais das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming*. Letras maiúsculas diferenciam os tratamentos pelo teste de agrupamento de médias (Scott-Knot  $P < 0,05$ ) e letras minúsculas diferenciam as cultivares (*t-student*  $P < 0,05$ ). Campina Grande, PB, 2021.

Quanto à concentração de proteínas, a cultivar BRS Tapaihum apresentou maiores valores em comparação à BRS Pajeú, em todos os tratamentos (Figura 4). Esse comportamento é uma evidência da variabilidade genética intraespecífica, a qual permite melhor aproveitamento e síntese proteica na BRS Tapaihum em relação à BRS Pajeú.



**Figura 4.** Proteínas solúveis totais das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming*. Letras maiúsculas diferenciam os tratamentos pelo teste de agrupamento de médias (Scott-Knot  $P < 0,05$ ) e letras minúsculas diferenciam as cultivares (*t-student*  $P < 0,05$ ). Campina Grande, PB, 2021.

Maiores concentrações de proteínas no interior da planta, no momento em que foram analisadas, estão relacionadas com maior mobilização de aminoácidos para síntese proteica, como consequência o incremento na concentração de proteínas está diretamente ligado com a maior concentração de aminoácidos, como visto na variável anterior. A síntese proteica participa diretamente no crescimento e desenvolvimento do vegetal, por meio da formação de tecidos vivos e atuação em processos metabólicos essenciais (SANTOS et al., 2014). Importante destacar que a diferença entre as cultivares para essa variável pode estar relacionada ao potencial genético de cada cultivar pesquisada.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a técnica de *seed priming* com silício e luz vermelha garantiu o ajustamento osmótico das plântulas de feijão-caupi. A cultivar BRS Tapaihum se mostrou com maior capacidade de aclimação frente ao déficit hídrico induzido.

## REFERÊNCIAS

- BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, n. 1, p. 205-207, 1973.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 1, p. 248-254, 1976.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 350-356, 1956.
- FERRAZ, R. L. de S; BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, A. S. de; MAGALHÃES, I. D.; FERNANDES, P. D.; ROCHA, M. S. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica de cultivares de algodoeiro herbáceo sob aplicação de silício foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 735-748, 2014.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, D. P.; SOUSA, D. P.; NUNES, H. G. G. C.; PINTO, J. V. N.; FARIAS, V. D. S.; COSTA, D. L. P.; MOURA, V. B.; TEIXEIRA, E.; SOUSA, A. M. L.; PINHEIRO, H. A.; SOUSA, P. J. O. P. Cowpea ecophysiological responses to accumulated water deficiency during the reproductive phase in northeastern Pará, Brazil. **Horticulturae**, v. 7, n. 5, p. 116, 2021.

MAIA, P. S. P.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CASTRO, D. S.; FREITAS, J. M. N.; LOBATO, A. K. S.; COSTA, R. C. L. Conteúdo relativo de água, teor de prolina e carboidratos solúveis totais em folhas de duas cultivares de milho submetidas ao estresse hídrico. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 918-920, 2007.

MARIJUAN, M. P.; BOSCH, S. M. Ecophysiology of invasive plants: osmotic adjustment and antioxidants. **Trends in Plant Science**, v. 18, n. 12, p. 660-666, 2013.

MONTEIRO, J. G.; CRUZ, F. J. R.; NARDIN, M. B.; SANTOS, D. M. M. Crescimento e conteúdo de prolina em plântulas de guandu submetidas a estresse osmótico e à putrescina exógena. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 1, p. 18-25, 2014.

PEDROSA, K. M.; LIMA, E. Q. de; LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. N.; SILVA RIBEIRO, J. E. da; MARÍN, E. A.; LUCENA, R. F. P. Local botanical knowledge about *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) TD Penn. in rural communities in the Semi-Arid Region of Brazil. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 14, n. 1, p. 463-477, 2015.

PEOPLES, M. B.; FAIZAH, A. W.; REAKASEM, B.; HERRIDGE, D. F. Methods for 698 evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field. Canberra: **Australian 699 International Center of Agricultural Research**, v. 1, n. 11, p. 76, 1989.

PEREIRA, J. W. L.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 766-773, 2012.

SANTOS, J. F.; SACRAMENTO, B. L.; MOTA, K. N. A. B.; SOUZA, J. T.; AZEVEDO NETO, A. D. Crescimento de girassol em função da inoculação de sementes com bactérias endofíticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 142-150, 2014.

SILVA, A. E. da; FERRAZ, R. L. de S.; SILVA, J. P. da; COSTA, P. da S.; VIÉGAS, P. R. A.; BRITO NETO, J. F. de; MELO, A. S. de; MEIRA, K. de S.; SOARES, C. S.; MAGALHÃES, I. D.; MEDEIROS, A. de S. Microclimate changes, photomorphogenesis and water consumption of *Moringa oleifera* cuttings under different light spectrums and exogenous

phytohormone concentrations. **Australian Journal of Crop Science**, v. 14, n. 5, p. 751-760, 2020.

SILVA, D. C. da; MELO, A. S. de; MELO, Y. L.; ANDRADE, W. L. de; LIMA, L. M. de; SANTOS, A. R. dos. Silicon leaf application attenuates the effects of water suppression on cowpea cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, n. 1, p. e023019, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**, 6ed., Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

VERBRUGGEN, N.; HERMANS, C. Proline accumulation in plants: a review. **Amino acids**, v. 35, n. 4, p. 753-759, 2008.