



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUÁRIA
CURSO DE BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

DEIBSON TEIXEIRA DA COSTA

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

**LAGOA SECA
JUNHO/2023**

DEIBSON TEIXEIRA DA COSTA

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado a Coordenação do Curso de
Agroecologia da Universidade Estadual
da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharelado em
Agroecologia

Área de concentração: Ciências
Agrárias.

Orientador: Prof. Dr. Mario Sergio Araujo

**LAGOA SECA
JUNHO/2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C838s Costa, Deibson Teixeira da.
Seed priming com silício em feijão-caupi para indução de tolerância ao déficit hídrico em espectro de luz vermelha [manuscrito] / Deibson Teixeira da Costa. - 2023.
20 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2023.

"Orientação : Prof. Dr. Mario Sergio Araujo, Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA. "

1. Estresse hídrico. 2. Germinação. 3. Cultivo do feijão. I.
Título

21. ed. CDD 635.652

DEIBSON TEIXEIRA DA COSTA

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

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado a Coordenação do Curso Agroecologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Agroecologia.

Área de concentração: Ciências Agrárias

Aprovada em: 28 / 06 / 2023 .

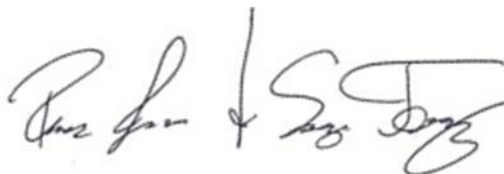
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Mario Sergio Araújo (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Suenildo Josémo Costa Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Renner Luciano De Souza Ferraz
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Ao meu pai e minha mãe pela dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – B.O.D. com sementes em seed prining.....	13
Figura 2 – Preparação das bandejas para germinação.....	13
Gráfico 1 – Conteúdo relativo de água.....	14
Gráfico 2 – Prolina e Açúcares solúveis totais.....	15
Gráfico 3 – Aminoácidos livres totais e Proteínas solúveis totais.....	15
Gráfico 4 – Massa fresca foliar e Massa seca foliar.....	16

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Constituição dos <i>priming</i>	12
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD	Biochemical Oxygen Demand
ECOLAB	Laboratório de Ecofisiologia de Plantas Cultivadas
GEN	Genótipos
Mpa	Mega Pascal
Si	Silício

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Ψ	Potencial Hídrico
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	METODOLOGIA	12
2.1	Caracterização da área experimental.....	12
2.2	Variáveis analisadas.....	13
2.3	Análise estatística.....	14
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	14
4	CONCLUSÃO	17
5	REFERÊNCIAS	17

SEED PRIMING COM SILÍCIO EM FEIJÃO-CAUPI PARA INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA AO DÉFICIT HÍDRICO EM ESPECTRO DE LUZ VERMELHA

Deibson Costa*

RESUMO

Espécie cultivada de destaque na região Nordeste do Brasil, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), é uma espécie de leguminosa dicotiledônea pertencente à família Fabaceae. Sua importância se dá por ser amplamente usado como fonte de subsistência e renda devido ao seu alto valor nutritivo e cultural para o consumo humano, tanto na forma de grãos secos ou verdes. O objetivo do presente estudo é promover indução de tolerância às oscilações hídricas em genótipos de feijão-caupi a partir de *seed priming* sob ação elicitora de silício juntamente com de luz e temperatura constante de 40 °C/40 °C dia/noite, 12/12 horas, programadas na câmara de germinação tipo B.O.D, e fotoperíodo de 12 horas. Assim foi avaliado, indicadores de status hídrico, de fitomassa e osmoprotetores durante o estágio de crescimento inicial de plântulas de feijão-caupi. Conclui-se que a técnica de *seed priming* tem potencial para incrementar como uma ferramenta há mais no melhoramento de plantas de feijão-caupi. O genótipo BRS Pajeú teve um destaque dentro desse experimento conseguindo se adaptar melhor diante das adversidades impostas.

Palavras-Chave: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; seca; luz; osmoproteção

ABSTRACT

Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is a species of dicotyledonous legume belonging to the Fabaceae family. Its importance is due to being widely used as a source of subsistence and income due to its high nutritional and cultural value for human consumption, both in the form of dry or green grains. The objective of the present study is to promote tolerance induction to water oscillations in cowpea genotypes from seed priming under silicon elicitor action together with light and constant temperature of 40 °C/40 °C day/night, 12/ 12 hours, programmed in the B.O.D type germination chamber, and a 12-hour photoperiod. Thus, water status, phytomass and osmoprotectors indicators were evaluated during the initial growth stage of cowpea seedlings. It is concluded that the seed priming technique has the potential to increase as a tool for the improvement of cowpea plants. The BRS Pajeú genotype had a highlight within this experiment, being able to adapt better in the face of the adversities imposed.

Keywords: *Vigna unguiculata* (L.) Walp.; dry; light; osmoprotection

* Graduando no curso de Bacharelado em Agroecologia pela Universidade Estadual da Paraíba, Deibsondacosta@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, é uma espécie de leguminosa amplamente cultivada no Brasil, com destaque para a região Norte e Nordeste. Essa espécie tem grande importância devido ao seu alto valor nutritivo para consumo humano e econômico (BASTOS et al., 2012).

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 agronômicas (FLEXAS et al., 2002). 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, seja em condições naturais ou agrícolas, 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 redução da fitomassa vegetal, alterações no status hídrico e 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.

No entanto, é importante salientar que a ocorrência de estresses abióticos, tais como restrição hídrica, temperatura e qualidade da luz, bem como a interação entre os mesmos, evocam uma variedade de respostas nas plantas. Dentre as quais, se destacam modificações no crescimento e no metabolismo de ajustamento osmótico, por meio do acúmulo de osmólitos compatíveis, que constituem, por exemplo, um importante mecanismo de adaptação à seca (OLIVEIRA NETO et al., 2016). Já a qualidade da radiação luminosa incidente desempenha papel importante nos processos biológicos, dentre os quais a germinação das sementes e vigor de plantas (VIEIRA et al., 2018). Ajustes específicos induzidos pela luz, na composição e função do aparato fotossintético, podem aumentar a capacidade de utilização de energia e estimular processos biossintéticos do metabolismo das plantas (KUMARI; PRASAD, 2013), conferindo tolerância a estresse, por exemplo (KLEM et al., 2019).

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⁻¹ de silício minimizam os efeitos deletérios do déficit hídrico em diferentes cultivares de feijão-caupi, através 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 é uma abordagem de grande potencial, ainda pouco explorada, para induzir *priming* em sementes de feijão-caupi em condições de restrição hídrica.

Com base no exposto, existe uma necessidade crescente de identificar e de desenvolver cultivares tolerantes às oscilações de disponibilidade de água, temperatura e luminosidade as quais associadas ao uso de atenuadores de estresses abióticos possuam elevada produtividade e sejam adaptadas às diferentes condições agroclimáticas (MERWAD et al., 2018). Para tanto, a aplicação de *priming* em sementes pode garantir maior eficiência no uso da água e em rotas metabólicas responsáveis pela defesa vegetal diante às mudanças ambientais (AGOSTINI et al., 2013). Desse modo, o objetivo do presente ensaio é promover indução de tolerância

às oscilações hídricas em genótipos de feijão-caupi a partir de *seed priming* sob ação elicitora de silício em espectro de luz vermelha.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do experimento

A pesquisa foi conduzida em câmara de germinação tipo “Biochemical Oxygen Demand” (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 (Quadro 1) de três potenciais hídricos induzidos por Polietilenoglicol 6000 (PEG6000): moderado (-0,4 MPa), severo (-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⁻¹ de Si) e sem Si (0 mg L⁻¹) de acordo com Ferraz et al. (2014). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com a combinação dos fatores (2 genótipos x 6 *seed priming*), totalizando 12 unidades experimentais, com três repetições, resultando em 36 unidades experimentais.

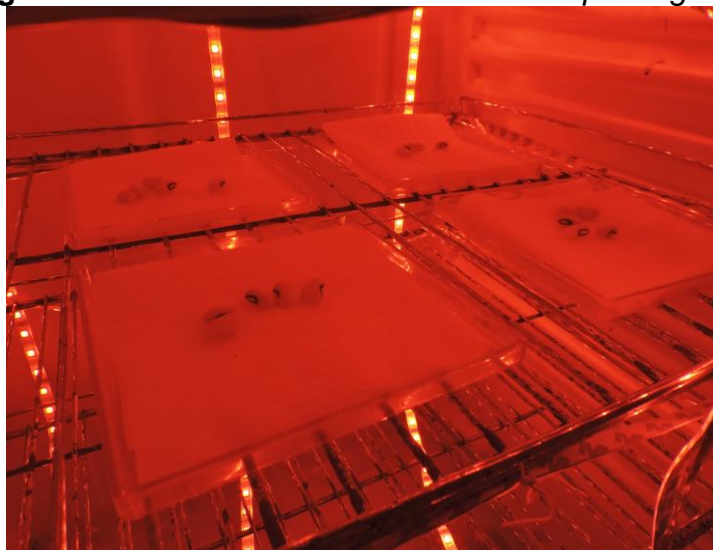
Quadro 1. Constituição dos *priming* resultantes da combinação de uma temperatura, três potenciais hídricos do meio de cultivo, uma condição de luminosidade e dois níveis de concentração de silício.

P	Combinações
1	40 °C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 0 mg L ⁻¹ de Si
2	40 °C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 200 mg L ⁻¹ de Si
3	40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 0 mg L ⁻¹ de Si
4	40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 200 mg L ⁻¹ de Si
5	40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 0 mg L ⁻¹ de Si
6	40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 200 mg L ⁻¹ de Si

P: nível do *priming*, Ψ_h : potencial hídrico, MPa: megapascal, LVE: luz vermelha, LVE:, Si: silício.

As parcelas sem restrição hídrica foram conduzidas sob hidratação do substrato com água deionizada (ARAÚJO et al., 2018), e para a condição de luminosidade foram utilizadas fitas de LED de 24W (Figura 1)

Figura 1 – B.O.D. com sementes em *seed priming*

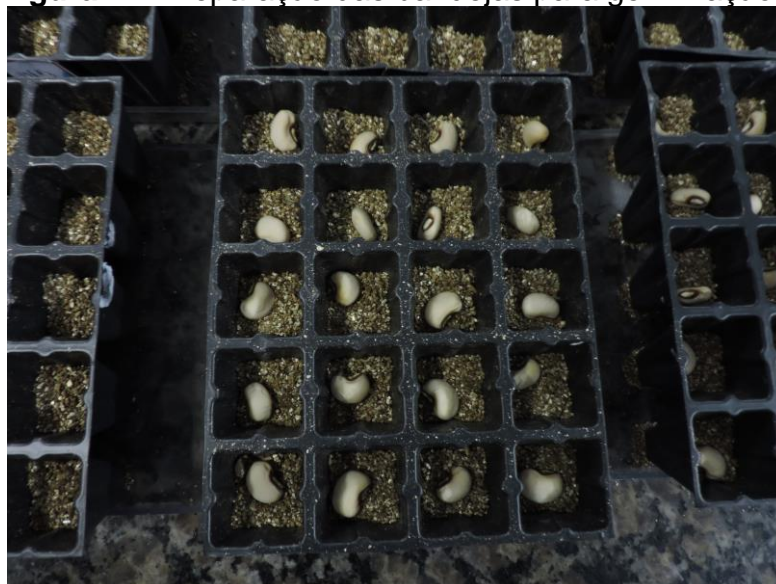


Fonte: Acervo próprio (2023)

O tempo de aplicação do *seed priming* foi de 5h, tempo necessário para embebição das sementes (fase I) sem que haja conclusão do processo de germinação (GUIMARÃES et al., 2008). Após às 5h, as sementes foram colocadas para secar durante 48h 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 cada, preenchidas com vermiculita expandida (Figura 2), em câmara germinadora (B.O.D), regulada para temperatura de 25 ± 1 °C e fotoperíodo de 12 horas (ARAÚJO et al., 2018).

Figura 2 – Preparação das bandejas para germinação



Fonte: Acervo próprio (2023).

O manejo da umidade do substrato foi realizado em turno de rega diariamente, utilizando-se do método de pesagens (SILVA et al., 2019), em que foi reposta a água evapotranspirada.

2.2 Variáveis analisadas:

Foram analisados o conteúdo relativo de água (CRA) utilizando a metodologia de Irigoyen et al. (1992); a fitomassa fresca e seca, segundo Ferraz et al., 2017; a concentração de AST, pelo método descrito por Dubois et al. (1956); a concentração de aminoácidos livres totais (AALT), segundo o método descrito por Peoples et al. (1989); o teor de prolina livre, segundo Bates et al. (1973); e a concentração de proteínas solúveis totais (PST) segundo a metodologia de Bradford (1976).

2.3 Análise estatística

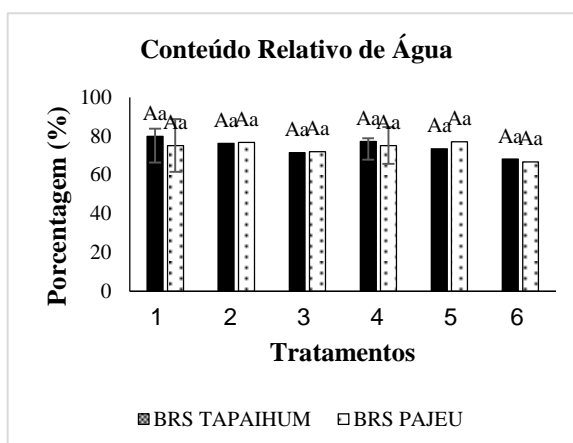
Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO & WILK, 1965) e atendidos os pressupostos de normalidade, foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$), seguidos pelo teste T-Student ($P \leq 0,05$) para as cultivares, e pelo teste de (Scott-Knot $P < 0,05$) para os tratamentos. Utilizou-se o software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o conteúdo relativo de água (CRA) não foi observado diferença estatística entre os tratamentos, embora observando-se os valores médios, percebe-se menor CRA nas plantas submetidas ao tratamento 6 (Gráfico 1 A), onde os valores correspondem a 68% para a BRS Tapaihum e 66% para a BRS Pajeú.

Menores valores de CRA sob condições de estresse hídrico, foram observados por Nascimento et al. (2012) em plantas de feijão-caupi, onde foi verificada redução de até 62% em comparação com plantas irrigadas. Nessas condições, Taiz et al. (2017) destacam que a expansão celular e síntese da parede celular podem ser comprometidas, o que pode refletir em menor crescimento vegetal.

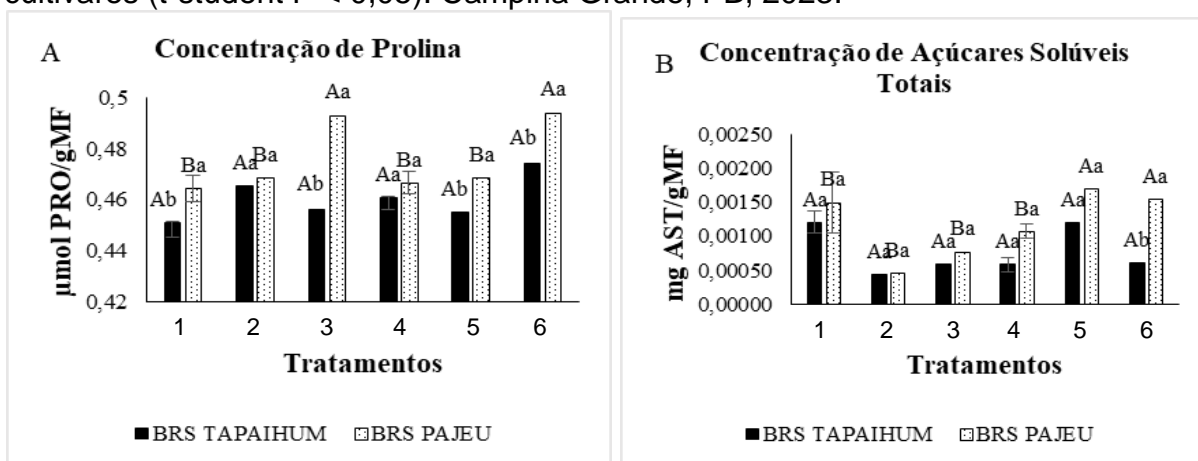
Gráfico 1. Conteúdo relativo de água, das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos seed priming com as combinações 1 (40°C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 2 (40 °C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 3 (40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 4 (40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 5 (40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 6 (40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) após 4 dias das aplicações dos tratamentos. 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, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Quando avaliado os níveis de ajustadores osmóticos, observou-se maiores valores de Prolina na cultivar BRS Pajeú nos tratamentos 3 e 6. Nesses dois tratamentos, a cultivar BRS Tapaihum apresentou menores valores de PRO em comparação com a BRS Pajeú (Gráfico 2 A).

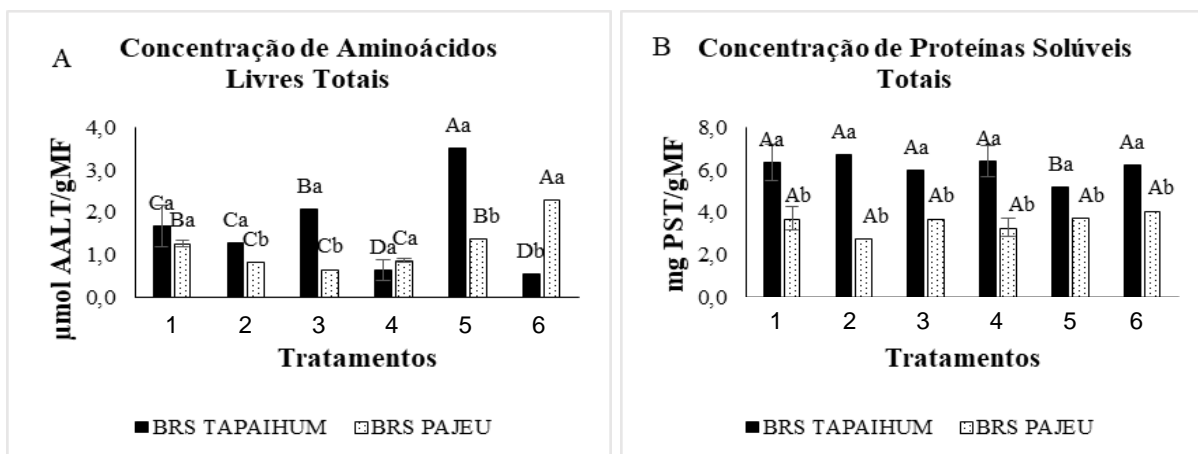
Gráfico 2. Prolina (A), Açúcares solúveis totais (B) das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming* com as combinações 1 (40°C + Ψ h 0 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 2 (40 °C + Ψ h 0 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 3 (40 °C + Ψ h -4 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 4 (40 °C + Ψ h -4 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 5 (40 °C + Ψ h -8 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 6 (40 °C + Ψ h -8 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) após 4 dias das aplicações dos tratamentos. 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, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

Com relação ao conteúdo de AST (Gráfico 2 B), não foi observado diferença entre os tratamentos para a cultivar BRS Tapaihum, enquanto que a BRS Pajeú expressou aumento dessa variável nos tratamentos 5 e 6, com déficit hídrico severo (-0,8 Mpa). Destaca-se que no tratamento 46, o conteúdo de AST na cultivar BRS Pajeú foi 60,64% maior que a observada na BRS Tapaihum.

Gráfico 3. Aminoácidos livres totais (A) e Proteínas solúveis totais (B) das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos *seed priming* com as combinações 1 (40°C + Ψ h 0 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 2 (40 °C + Ψ h 0 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 3 (40 °C + Ψ h -4 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 4 (40 °C + Ψ h -4 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 5 (40 °C + Ψ h -8 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 6 (40 °C + Ψ h -8 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) após 4 dias das aplicações dos tratamentos. 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, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023

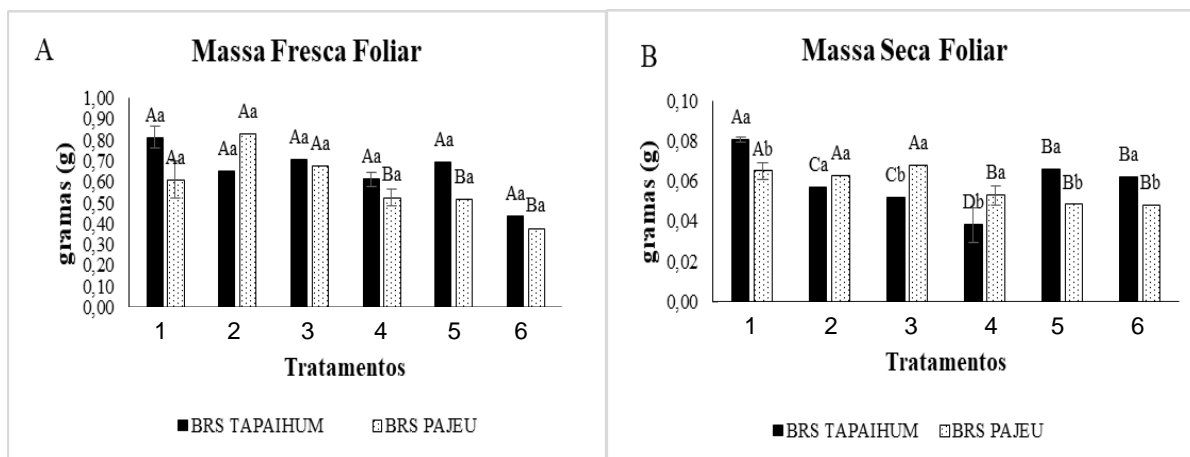
A cultivar BRS Tapaihum expressou maiores valores de AALT nas combinações 4 e 6 (Gráfico 3 A). Enquanto que para a cultivar BRS Pajeú, esse comportamento foi observado nas combinações 5 e 6. Além disso, para essa variável, notou-se que as combinações 2, 3, 5 e 6 incrementaram mais as plantas do genótipo BRS Tapaihum em relação as do genótipo BRS Pajeú.

Já para a concentração de PST, embora não tenha sido observada diferença entre os tratamentos dentro de cada cultivar, observou-se que a cultivar BRS Tapaihum apresentou valores superiores aos observados na BRS Pajeú em todas as combinações. Para tanto, na combinação 1, o BRS Tapaihum aumentou em 69%, na combinação 2, 141%, na 3, 60%, na 4, 51,13%, na 5, 71% e na 6, 65% (Gráfico 3 B).

Aumentos nos níveis de ajustadores osmóticos nos potenciais de -0,4 e -0,8 indicam uma resposta das cultivares as condições de déficit hídrico severo e moderado. Desta forma, a cultura consegue manter a absorção de água, garantindo a manutenção dos processos fisiológicos e o crescimento (ANSARI et al., 2018).

Sob potencial osmótico severo, o aumento nos valores de PRO, AST e AALT no tratamento com silício (46) indica um efeito benéfico desse atenuador na indução das respostas ao deficit hídrico.

Gráfico 4. Massa fresca foliar (A) e Massa seca foliar (B) das cultivares de feijão-caupi BRS Tapaihum e BRS Pajeú submetidas aos tratamentos seed priming com as combinações 1 (40°C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 2 (40 °C + Ψ_h 0 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 3 (40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 4 (40 °C + Ψ_h -4 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) 5 (40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 0 mg L⁻¹ de Si) 6 (40 °C + Ψ_h -8 MPa + LVE + 200 mg L⁻¹ de Si) após 4 dias das aplicações dos tratamentos. 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, 2023.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

As análises de crescimento mostraram que para o genótipo BRS-Pajeú a fitomassa fresca foliar foi maior nas combinações 1, 2 e 3 (Gráfico 4 A). Todavia, não houve diferença significativa entre os tratamentos no genótipo BRS-Tapaihum.

Para a variável fitomassa seca foliar, o genótipo BRS-Tapaihum apresentou resposta contrária à fitomassa fresca, com destaque para o tratamento 1 (Gráfico 4 B), condição controle, que garantiu maior fitomassa seca foliar em gramas em relação aos demais tratamentos. Quando se comparou a condição 1, às demais, houve um acréscimo de 28,90% em comparação com a combinação 2, 35,48% com a 3, 52,72% com a 4%, 18,36% com a 5% e 23,07% com a 6. Para o genótipo BRS-Pajeú a fitomassa seca foliar foi superior nas combinações 1, 2 e 3, assim como foi para variável fitomassa fresca foliar.

Vale salientar que nesses tratamentos foram observados os maiores valores médios de CRA. Além disso, destaca-se que mesmo sob déficit hídrico moderado (37), a cultura conseguiu manter o crescimento.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a técnica de *seed priming* com silício e luz vermelha garantiu o ajustamento osmótico das plântulas de feijão-caupi, embora não tenha promovido à manutenção do crescimento.

O genótipo BRS Pajeú teve um destaque dentro desse experimento conseguindo se adaptar melhor diante das adversidades impostas.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, E. A. T.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Induction of water deficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v.35, n.2, p. 209-219, 2013.

ANSARI, W. A., Atri, N., Singh, B., Kumar, P., & Pandey, S. (2018). Morpho-physiological and biochemical responses of muskmelon genotypes to different degree of water deficit. *Photosynthetica*, 56(4), 1019-1030.

ARAÚJO, D. E.; MELO A. S.; ROCHA, M. S.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M. M.; Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress and salicylic acid. **Revista Caatinga**, v.31, n. 1, p. 80-89, 2018.

BASTOS, E. A.; RAMOS, H, M, M.; de ANDRADE JÚNIOR, A, S.; do NASCIMENTO, F, N.; CARDOSO, M, J. Parâmetros fisiológicos e produtividade de grãos verdes do feijão-caupi sob déficit hídrico. **Water Resources and Irrigation Management**, v. 1, n. 1, p. 31-37, 2012.

BATES, L. S., WALDREN, R. P., TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, 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, 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, p. 350-356, 1956.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; MAGALHÃES, I. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. do S.; COSTA, P. S. Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício. **Científica**, v. 45, n. 1, p. 85-94, 2017.

FERRAZ, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; MELO, A. S.; 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 program for statistical analysis and teaching. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 10, p. 39-42, 2011.

FLEXAS, J.et al. Effects of drought on photosynthesis in grapevines under field conditions. **Functional Plant Biology**, Dordrecht: Kluwer, 2002. p. 461-471.

GUIMARÃES, M. de A.; DIAS, D. C. F. dos S.; LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2008.

IRIGOYEN, J. J.; EMERICH, D. W; SÁNCHEZ-DÍAZ, M. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfafa (*Medicago sativa*) plants. **Physiologia Plantarum**, v. 84, n. 1, p. 55-60, 1992.

KLEM, K.; GARGALLO-GARRIGA, A.; RATTANAPICHAJ, W.; ORAVEC, M.; HOLUB, P.; VESELÁ, B., & URBAN, O. Distinct morphological, physiological and biochemical responses to light quality in barley leaves and roots. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, p. 1026, 2019.

KUMARI, R.; PRASAD, M. N. V. Medicinal plant active compounds produced by UV-B exposure. In: LICHTFOUSE, E. **Sustainable Agriculture Reviews**. Springer: Netherlands, 2013, p. 225-254.

MERWAD, A. R. M.; DESOKY, E. S. M.; RADY, M. M. Response of water deficit-stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. **Scientia Horticulturae**, v. 228, p. 132-144, 2018.

OLIVEIRA NETO, C. F. DE; OLIVEIRA, T. B. DE; SILVA, K. R. S.; NOGUEIRA, G. A. DOS S.; MALTAROLO, B. M.; COSTA, T. C.; CARDOSO, K. P. S; SOUZA, L. C. DE; SILVA, R. T. L. DA; SIQUEIRA, J. A. M. Nitrogen compounds and enzyme activity in young muruçi (*Byrsonima crassifolia* L.) plant subjected to water stress. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n.1, p. 111-117, 2016.

PEDROSA, K. M., DE LIMA, E. Q., LUCENA, C. M., CARVALHO, T. K. N., DA SILVA RIBEIRO, J. E., 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, p. 463-477, 2015.

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

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika Trust**, v. 52, p. 591-609, 1965.

SILVA, D. C. D.; MELO, A. S. D.; MELO, Y. L.; ANDRADE, W. L. D.; LIMA, L. M. D.; SANTOS, A. R. Silicon foliar application attenuates the effects of water suppression on cowpea cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-10, 2019.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. **Artmed Editora**, v. 6, p. 295-310, 2017.

VIEIRA, B. C.; RODRIGUES, B. M. A.; GARCIA, Q. S. Light exposure time and light quality on seed germination of *Vellozia* species (Velloziaceae) from Brazilian campo rupestre. **Flora**, v. 238, p. 94-101, 2018.

AGRADECIMENTOS

À **Universidade Estadual da Paraíba** pelo empenho em qualificar as novas gerações e de inclusão das classes sociais de modo em geral.

Ao Professor **Mario Sérgio Araújo** pelo empenho em me orientar para essa fase final de minha carreira acadêmica a construção deste trabalho.

Aos meus Pais **Duilís Alves da Costa** e **Valdina Alves Teixeira da Costa**, por todo apoio e dedicação nessa luta e nas palavras de consolo e de conforto.

À **Bruna dos Santos Souza**, pela dedicação e persistência em me apoiar a consolidar o fim deste curso.

Ao professor **René Luciano De Souza Ferraz**, por todas as oportunidades ofertadas pelo mesmo durante toda essa trajetória.

Ao professor **Alberto Soares de Melo**, pela oportunidade de poder vivenciar a vida de um pesquisador junto aos enormes trabalhos feitos e seus frutos.

A todos os alunos bolsistas de pibic e mestrados atuais e que já passaram pelo **ECOLAB** por todo empenho e apoio na construção desse trabalho e na vida fora da academia.

Ao **Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias, FAPESQPB, CNPq**, e ao **ECOLAB** pela a construção e incentivo a pesquisa.