

PIGMENTOS DO FEIJÃO CAUPI SOB ESTRESSE SALINO E COINOCULAÇÃO COM *BRADYRHIZOBIUM SSP.* E *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

ALLESSON RAMOS DE SOUZA¹, ELKA COSTA SANTOS NASCIMENTO², LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS³, CARLOS VAILAN DE CASTRO BEZERRA⁴, ROBSON FERREIRA DE LIMA⁴

¹Graduando em Engenharia Agrícola UAEA, UFCG, Campina Grande-PB, allesson13@outlook.com;

²Dra. em Engenharia Agrícola, PPGEA, UFCG, Campina Grande-PB, elka_costa@hotmail.com;

³Mestranda em Engenharia Agrícola PPGEA, UFCG, Campina Grande-PB, englarissafss@gmail.com;

⁴Doutorando. em Engenharia Agrícola, PPGEA, UFCG, Campina Grande-PB, carlosvailan@hotmail.com; robson_felipe88@hotmail.com

RESUMO: A salinidade é um dos grandes problemas na agricultura irrigada e a utilização de bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos deletérios causados pela salinidade. As bactérias diazotróficas podem ser uma alternativa para mitigar os efeitos deletérios da salinidade na água de irrigação. Logo, objetivou-se avaliar os pigmentos fotossintéticos de plantas de feijão-caupi irrigados com águas salobras e coinoculado com *Bradyrhizobium ssp.* e *Azospirillum Brasilense*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG, em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 4×5, sendo quatro fontes de nitrogênio (N1 -sem nitrogênio e sem inoculante; N2- adubação com nitrogênio mineral e sem inoculante; N3 -inoculação de *Bradyrhizobium ssp* e N4 -coinoculação de *Bradyrhizobium ssp* e *Azospirillum Brasilense*) e cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,4; 1,9; 3,4; 4,9 e 6,4 dS m⁻¹), com cinco repetições. A coinoculação bacteriana não influenciou significativamente os teores de pigmentos. O aumento da condutividade elétrica na água de irrigação acima de 0,4 dS m⁻¹ afetou negativamente todas as variáveis de pigmentos fotossintéticos do feijão-caupi variedade “Corujinha”.

PALAVRAS-CHAVE: *Vigna unguiculata* L., salinidade, microrganismo.

COWPEA PIGMENTS UNDER SALINE STRESS AND COINOCULATION WITH *BRADYRHIZOBIUM SSP.* AND *AZOSPIRILLUM BRASILENSE*

ABSTRACT: Salinity is one of the major problems in irrigated agriculture and the use of diazotrophic bacteria can be an alternative to mitigate the deleterious effects caused by salinity. Diazotrophic bacteria may be an alternative to mitigate the deleterious effects of salinity in irrigation water. Therefore, the objective was to evaluate the photosynthetic pigments of cowpea plants irrigated with brackish water and co-inoculated with *Bradyrhizobium ssp.* and *Azospirillum Brasilense*. The experiment was carried out in a greenhouse belonging to the Agricultural Engineering Academic Unit of the UFCG, in Campina Grande - PB, using a randomized block design, in a 4×5 factorial arrangement, with four nitrogen sources (N1 -no nitrogen and without inoculant; N2- fertilization with mineral nitrogen and without inoculant; N3 -inoculation of *Bradyrhizobium ssp* and N4 -co-inoculation of *Bradyrhizobium ssp* and *Azospirillum Brasilense*) and five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.4; 1, 9; 3.4; 4.9 and 6.4 dS m⁻¹), with five repetitions. Bacterial co-inoculation did not significantly influence pigment levels. The increase in electrical conductivity in the irrigation water above 0.4 dS m⁻¹ negatively affected all the variables of photosynthetic pigments of the cowpea variety “Corujinha”.

INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma das leguminosas mais consumidas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, por se tratar de uma cultura versátil, utilizada tanto como fonte de proteína, energia, fibras e minerais para humanos como matéria-prima para adubação verde e material orgânico, outra característica importante é sua capacidade de adaptação as condições climáticas, principalmente das regiões áridas e semiáridas (Pereira et al., 2016; Kulkarni et al., 2018).

A salinização da água e/ou do solo prejudicam a produtividade das plantas, resultando na falta de capacidade de completar o seu ciclo de vida (Litalien e Zeeb 2020). A disponibilidade de nutriente e água reduzem, devido à baixa tolerância a altos níveis de salinidade (Litalien e Zeeb, 2020). As leguminosas possuem uma capacidade de fixar nitrogênio atmosférico através da fixação biológica do nitrogênio (FNB), processo este que ocorre em estruturas especializadas chamadas nódulos (Galindo et al., 202). Neste sentido, objetivou-se avaliar os pigmentos fotossintéticos de plantas de feijão-caupi irrigados com águas salobras e coinoculação com *Bradyrhizobium ssp.* e *Azospirillum brasilense*, afim de mitigar os efeitos deletérios da salinidade na água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de julho a setembro de 2020, em ambiente protegido (casa de vegetação), pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrônoma (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizada no município de Campina Grande, Paraíba - PB, Brasil. Sendo conduzido utilizando-se vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 20 L, preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita, seguido de 20 kg de solo classificado como franco arenoso, coletado a 0-30 cm de profundidade, do município de Lagoa Seca – PB.

Os tratamentos consistiram na combinação de dois fatores, sendo quatro fontes de nitrogênio (N1 - sem nitrogênio e sem inoculante; N2 - adubação com nitrogênio mineral e sem inoculante; N3 - inoculação de *Bradyrhizobium spp.*; e N4 - coinoculação de *Bradyrhizobium spp.* e *Azospirillum brasilense*) e cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - ECw (0,4, 1,9, 3,4, 4,9 e 6,4 dS m⁻¹) distribuídos em blocos casualizados e arranjo fatorial 4 × 5, com cinco repetições com uma planta por parcela, totalizando 100 unidades experimentais. Os níveis de condutividade elétrica foram baseados no valor limite de salinidade da cultura (Barbosa et al., 2021a). Sendo preparadas pela dissolução dos sais NaCl, CaCl₂·2H₂O e MgCl₂·6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,4 dS m⁻¹). Proporção esta comumente encontrada em fontes de água utilizadas para irrigação em pequenas propriedades da região Nordeste (Medeiros et al., 2003). As águas de irrigação foram preparadas considerando a relação entre CEa e a concentração de sais (Richards, 1954).

Na semeadura foram utilizadas 5 sementes crioulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata L. Walp.*) variedade corujinha, de uso comum na região Nordeste para a semeadura. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium spp.* (SEMIA 6462/6463) e *Azospirillum brasilense* (AbV5/AbV6), fornecidos pela empresa, utilizando uma proporção de 10 mL de inoculante por kg de sementes, metodologia esta fornecida pela empresa Total Biotecnologia – Curitiba, BR.

A adubação de fundação com NPK foi realizada conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), aplicando 100 mg N, 300 mg P₂O₅ e 150 mg K₂O kg⁻¹ usando Ureia (45% N), superfosfato simples (20% P₂O₅, 20% Ca e 12% S) e KCL (60% K₂O), respectivamente. A adubação nitrogenada foi aplicada apenas em N2 - adubação com nitrogênio mineral (ureia) e sem inoculante, enquanto os demais tratamentos receberam somente fósforo (300 mg P₂O₅) e potássio (150 mg K₂O kg⁻¹). Apenas metade da recomendação foi aplicada na adubação de fundação, e o restante foi aplicado em cobertura, aos 10 dias após a semeadura (DAS).

Os teores de clorofilas a e b, total e os carotenoides foram quantificados por meio da extração em amostras de folhas frescas que, após pesadas, foram picotadas em placas de petri em ambiente com mínima luminosidade e colocadas em recipientes contendo 6 mL de acetona 80%, as foram mantidas no escuro e em refrigerador durante 48 horas; em seguida foram coletados os sobrenadantes contendo os pigmentos extraídos e se procedeu-se as leituras de absorbâncias em espectrofotômetro a 470, 647 e 663 nanômetros, conforme (Arnon, 1949; Lichtenthaler, 1987).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de probabilidade 0,05. Logo após, foram submetidos à análise de variância através do software estatístico R-Studio (V.4.1.0) pelo teste F a 0,05 de probabilidade. Em casos de significância, foi realizado o teste de médias por teste de Tukey (p < 0,05) para os dados obtidos nos diferentes tratamentos de natureza qualitativa, enquanto os dados de natureza quantitativa foram submetidos ao estudo de regressão, com ajuste de curvas representativas para cada uma das características avaliadas.

RESULTADOS E DISCURSÕES

Verifica-se, a partir dos resumos da análise de variância (Tabela 1) que a salinidade da água de irrigação afetou significativamente todas as variáveis de pigmentos fotossintéticos analisadas de forma isolada. Não houve efeito significativo das fontes de nitrogênio para nenhuma para nenhuma variável analisada e nem para interação entre os fatores (NS x N).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para teor de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) clorofila total (Cl t) e carotenóides (Car) do feijão-caupi irrigado com águas salobras e coinoculado com *Bradyrhizobium ssp.* e *Azospirillum brasilense*, aos xxx dias após o semeio.

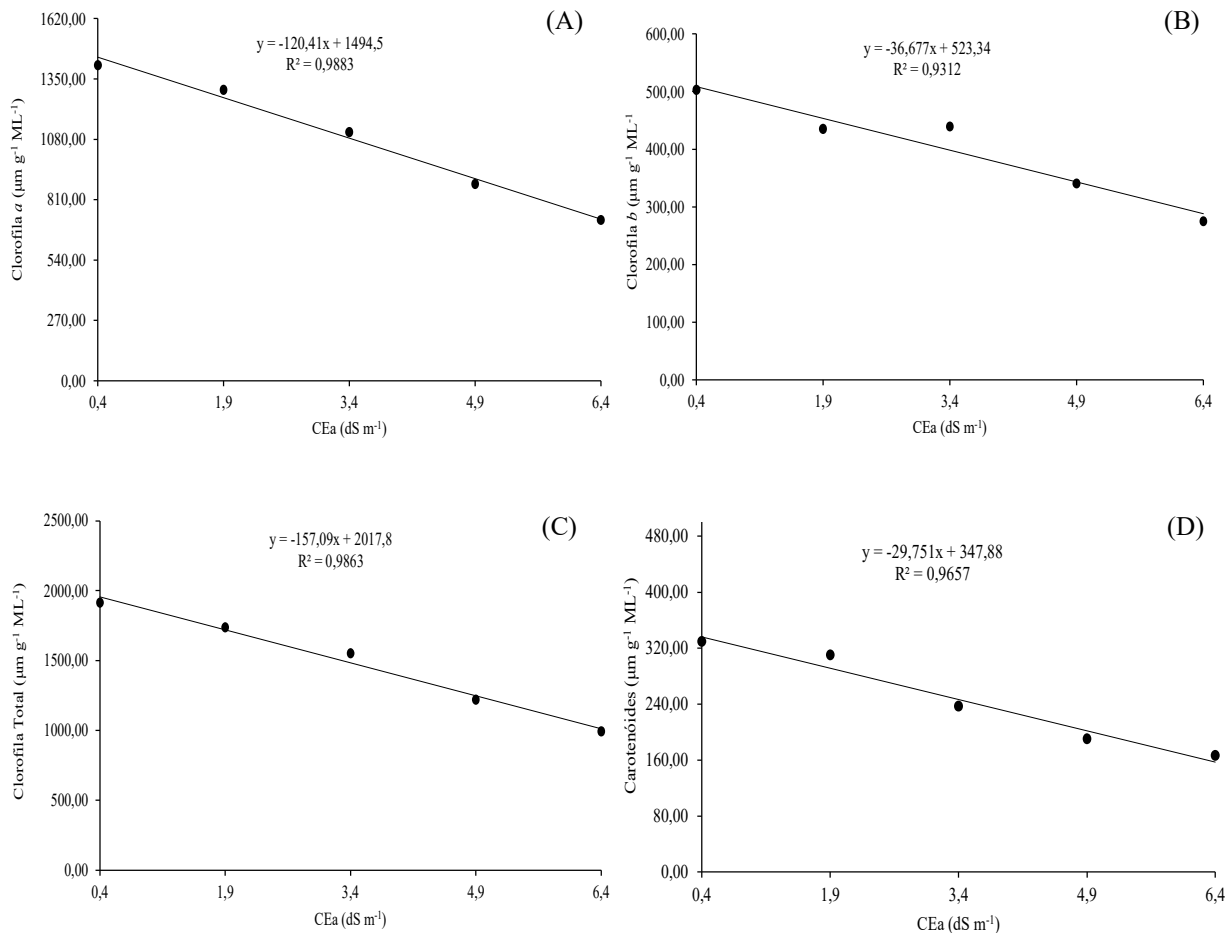
Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Cl a	Cl b	Cl t	Car
Níveis salinos (NS)	4	0,00001**	0,0002**	0,0013**	0,0002**
Fontes de Nitrogênio (N)	3	0,45344 ^{ns}	0,56693 ^{ns}	0,6553 ^{ns}	0,4534 ^{ns}
Interação (NS x N)	12	0,72366 ^{ns}	0,5570 ^{ns}	0,1307 ^{ns}	0,1112 ^{ns}
Bloco	4	0,45348 ^{ns}	0,84146 ^{ns}	0,5733 ^{ns}	0,3062 ^{ns}
Resíduo	76	0,0002	0,0001	0,0012	0,0002
CV (%)		28,08	30,95	26,9	31,13

ns, **, *, não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$, respectivamente, CV- coeficiente de variação.

Observar que as plantas irrigadas com CEa de $6,4 \text{ dS m}^{-1}$ apresentaram uma redução de 50,94% ($692,54 \mu\text{m g}^{-1} \text{ML}^{-1}$), 54,70% ($227,80 \mu\text{m g}^{-1} \text{ML}^{-1}$) e 51,93% ($920,33 \mu\text{m g}^{-1} \text{ML}^{-1}$), para os teores de Cl a (Figura 1.A), Cl b (Figura 1.B), Cl t (Figura 1.C), respectivamente, quando comparados com o menor nível salino ($0,4 \text{ dS.m}^{-1}$). Ao avaliar o efeito na salinidade sobre os pigmentos da clorofila no feijão-caupi cv. IPA-206 irrigados com uma CEa ($0 ; 2,5 ; 5 ; 7,5 ; 10 ; 12,5 \text{ dS.m}^{-1}$) Oliveira et al. (2018), equipeµ verificou que a clorofila a, clorofila b e clorofila total foram afetadas mediante os incrementos da salinidade na água de irrigação quando comparado a testemunha com o maior nível salino ($12,5 \text{ dS m}^{-1}$), observando um decréscimo de 31%, 20% e 25% nas variáveis, respectivamente.

Esta redução possivelmente está associada a um estresse oxidativo na planta, devido a inibição da síntese de clorofila, ligada a ativação de sua degradação pela enzima clorofilase, destacando-se como um mecanismo de proteção, causado através da redução da absorção de luz pela diminuição de concentração da clorofila (TAIBI et al., 2016).

Figura 1. Teor de clorofila a – Cl a (A), clorofila b – Cl b (B) e clorofila total – Cl t (C) e carotenóides – Car (D) do feijão-caupi em função da condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos xxx dias após o semeio.



O aumento dos níveis salinos na água de irrigação, promoveram uma redução linear nos carotenóides (Car) (Figura 1.D), apresentando um decréscimo de 46,70% quando comparado a testemunha (0,4 dS m⁻¹) com o maior nível salino (6,4 dS m⁻¹) ocasionou em uma redução de 50,48% (163,2147 $\mu\text{m g}^{-1} \text{ML}^{-1}$), para a variável analisada. Para Taibe et al. (2016), a redução dos carotenóides mediante ao aumento da condutividade elétrica na água de irrigação pode influenciar na capacidade de desintoxicação das plantas, aumento assim as ROS.

CONCLUSÃO

A coinoculação bacteriana não influenciou significamente os teores de pigmentos. O aumento da condutividade elétrica na água de irrigação acima de 0,4 dS m⁻¹ afetou negativamente todas as variáveis de pigmentos fotossintéticos do feijão-caupi variedade “Corujinha”.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

- Arnon, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, v.24, p.1-15, 1949.
- Barbosa, I. J.; Sousa, H. C.; Schneider, F.; Sousa, G. G. de; Lessa, C. I.; Sanó, L. Cobertura morta com bagaço de cana e palha de bambu atenua o estresse salino no cultivo do feijão-caupi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.25, p.485-491, 2021.
- Dias, A. S.; Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, v.32, p.429-439, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n216rc>.
- Galindo, F. S.; Teixeira, M.; Silva, E. C. da; Buzetti, S.; Fernandes, G. C.; Rodrigues, W. L. Technical and economic viability of cowpea co-inoculated with *Azospirillum brasilense* and *Bradyrhizobium*

- spp. and nitrogen doses. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.24, p.304-311, 2020.
- Kulkarni, K. P.; Tayade, R.; Asekova, S.; Song, J. T.; Shannon, J. G.; Lee, J. D. Harnessing the Potential of Forage Legumes, Alfalfa, Soybean, and Cowpea for Sustainable Agriculture and Global Food Security. *Front. Plant Sci*, v.9, p.1-17, 2018.
- Latif, H. H.; Mohamed, H. I. Exogenous applications of moringa leaf extract effect on retrotransposon, ultrastructural and biochemical contents of common bean plants under environmental stresses. *South African journal of botany*, v. 106, p. 221-231, 2016.
- Lichtenthaler, H. K. Chlorophyll fluorescence signatures of leaves during the autumnal chlorophyll breakdown. *Journal of Plant Physiology*, v. 131, n. 1-2, p. 101-110, 1987.
- Litalien, A.; Zeeb, B. Curing the earth: A review of anthropogenic soil salinization and plant-based strategies for sustainable mitigation. *Science of the Total Environment*, v.698, p.1 -15, 2020.
- Medeiros, J. F. de; Lisboa, R. de A.; Oliveira, M. de; Silva Júnior, M. J. da; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.469-472, 2003.
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. p.189-253. 1991.
- Oliveira, W. J.; de Souza, E. R.; Santos, H. R. B.; França, Ê. F. de; Duarte, H. H. F.; Melo, D. V. M de. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.12, n.3, p.e2592, 2018.
- Pereira, T. S.; Lima, M. D. R.; Paula, L. S.; Lobato, A. K. S. Tolerance to water deficit in cowpea populations resulting from breeding program: detection by gas exchange and chlorophyll fluorescence. *Indian Journal of Plant Physiology*, v. 21, n.2, p.171-178, 2016.
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: U.S. Department of Agriculture. 1954. 160p. USDA Handbook 60.