

## TROCAS GASOSAS DO FEIJÃO-CAUPI SOB ADUBAÇÃO FOSFATADA E ESTRESSE SALINO EM SOLO COM BIOMAPHOS®

José Marcelo da Silva Guilherme<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>, Marlos Alves Bezerra<sup>3</sup>, Thales Vinicius de Araújo Viana<sup>4</sup>, Lucas Sousa do Nascimento<sup>5</sup>, Fred Denilson Barbosa da Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas da cultura do feijão-caupi cultivado sob adubação de fosfatada e estresse salino em solo com BiomaPhos®. O experimento foi realizado na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições, sendo doses de fósforo (D1 – 0% de fósforo, D2 -50% de fósforo, D3 – 100% de fósforo), água de irrigação (0,8 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>) e presença e ausência da inoculação com Biomaphos. Foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, transpiração e a condutância estomática. A água salina (4,0 dS m<sup>-1</sup>), reduziu a taxa fotossintética (29,1%), transpiração e condutância estomática (74,2%), do feijão-caupi. A inoculação com Biomaphos associado a dose de 100% de P e irrigado com água de menor salinidade, promoveu maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>. O estresse salino reduziu negativamente a taxa fotossintética, transpiração e a condutância estomática.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Vigna unguiculata* L., Água salobra, Microrganismos.

## GAS EXCHANGE COWPEA UNDER PHOSPHATE FERTILIZATION AND SALINE STRESS IN SOIL WITH BIOPHOS®

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the gas exchange of cowpea crops grown under phosphate fertilization and saline stress in soil with BiomaPhos®. The experiment

<sup>1</sup> Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fone (85) 98417-2809, e-mail jose.marcelosilva98@gmail.com

<sup>2</sup> Prof<sup>o</sup> Doutor, Inst de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unilab, Redenção, CE.

<sup>3</sup> Pesquisador, Embrapa, Laboratório de Fisiologia Vegetal, Fortaleza, CE.

<sup>4</sup> Prof<sup>o</sup> Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC.

<sup>5</sup> Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC.

<sup>6</sup> Prof<sup>o</sup> Doutor, Inst de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unilab, Redenção, CE.

was carried out at the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony, Redenção, Ceará. The experimental design was completely randomized, in a 3x2x2 factorial scheme, with 4 replicates, being phosphorus doses (D1 - 0% phosphorus, D2 -50% phosphorus, D3 - 100% phosphorus), irrigation water (0.8 and 4.0 dS m<sup>-1</sup>) and presence and absence of inoculation with Biomaphos. The following variables were evaluated: CO<sub>2</sub> assimilation rate, transpiration and stomatal conductance. Saline water (4.0 dS m<sup>-1</sup>) reduced the photosynthetic rate (29.1%), transpiration and stomatal conductance (74.2%) of cowpea. Inoculation with Biomaphos associated with a dose of 100% P and irrigated with water of lower salinity provided a higher rate of CO<sub>2</sub> assimilation. Saline stress negatively reduced the photosynthetic rate, transpiration and stomatal conductance.

**KEYWORDS:** *Vigna unguiculata* L., Brackish water, Microorganisms

## INTRODUÇÃO

O feijão-caupi é uma leguminosa rústica com importância socioeconômica, destacando-se pela versatilidade de produção e uso, podendo alcançar até três safras por ano (CONAB 2023). Em regiões com baixa disponibilidade de água doce, a irrigação com águas salobras se torna uma das únicas alternativas, embora os sais possam comprometer o desenvolvimento e o desempenho fisiológico da planta devido ao desbalanço nutricional e acúmulo de íons tóxicos (Sousa et al., 2021; Goes et al., 2021).

Diante disso, o uso de agentes facilitadores e inoculantes com microrganismos tem se mostrado promissor. Kyei-Boahen et al. (2017) relataram que inoculantes de rizóbios junto ao fósforo mineral aumentaram a eficiência da simbiose.

De forma semelhante, Oliveira et al., (2024), observaram que a associação de *Bacillus* sp. à adubação fosfatada (50% e 100%), mitigou os efeitos do estresse salino, promovendo maior eficiência na concentração interna de CO<sub>2</sub>. Portanto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas da cultura do feijão-caupi cultivado sob adubação fosfatada e estresse salino em solo com BiomaPhos<sup>®</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

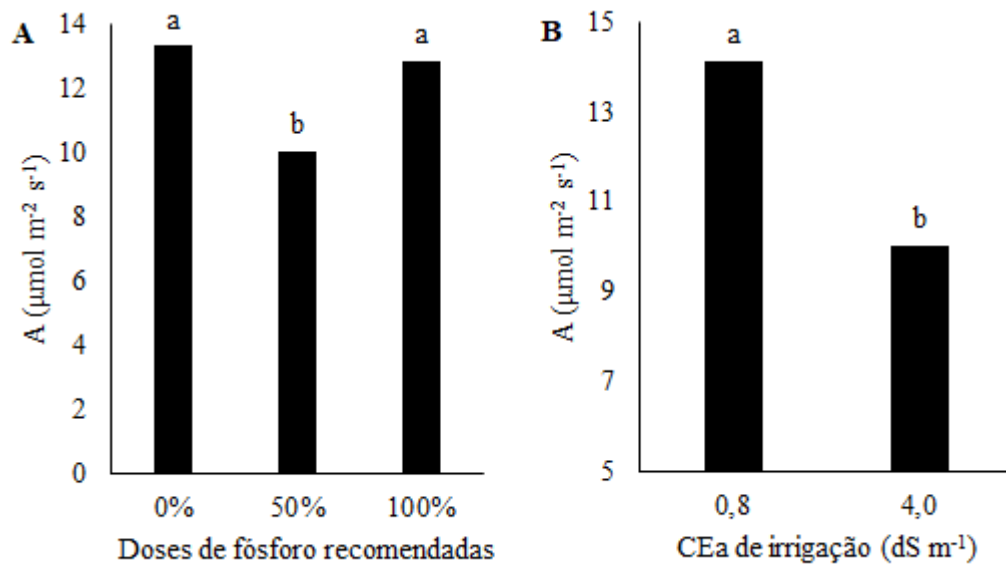
O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições, sendo doses de fósforo (D1 – 0%, D2 -50%, D3 – 100%), água de irrigação (0,8 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>) e presença e ausência da inoculação com Biomaphos. Após o enchimento dos vasos com substrato, a semeadura do feijão-caupi foi realizada em vasos de polietileno com capacidade de 10 L, a uma profundidade de 2 cm, colocando-se 5 sementes por vaso.

A água salobra (4,0 dS m<sup>-1</sup>) foi preparada com os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção 7:2:1, conforme Rhoades et al. (2000). A irrigação com água salina foi iniciada aos 12 DAS, com frequência diária, calculada de acordo com o princípio do lisímetro de drenagem (Bernardo et al., 2019). A adubação seguiu a recomendação de Melo et al. (2018), a qual compreende 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 65 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

A inoculação foi feita nas sementes com o produto comercial BiomaPhos, contendo as estirpes *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B.megaterium* (CNPMS B119). Aos 45 (DAS) as plantas foram analisadas a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A), transpiração (E) e condutância estomática (gs). As leituras foram realizadas utilizando analisador IRGA (LI-6400xt, LI-COR Biosciences). Os dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativo, ao teste de Tukey (p ≤ 0,05), utilizando o software R 4.1.1.

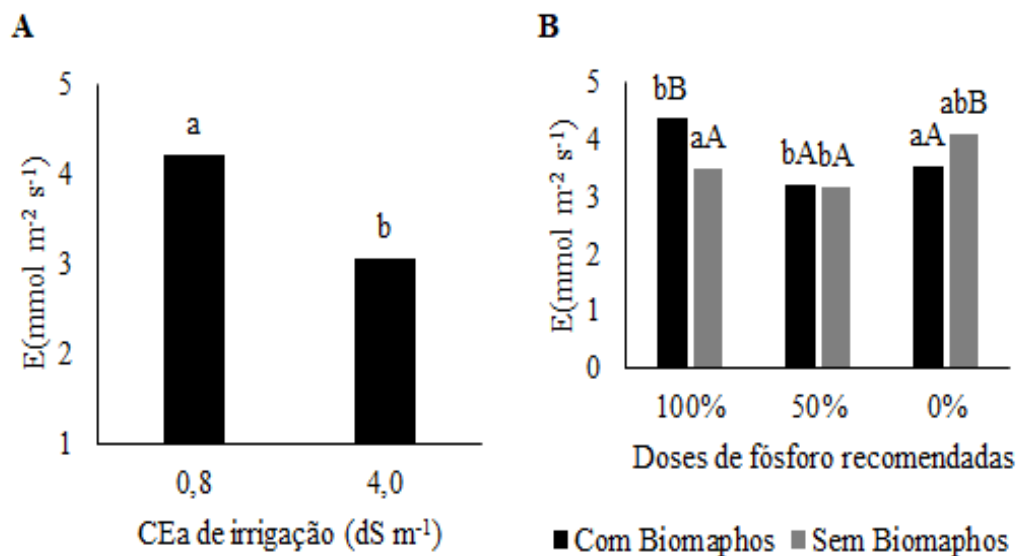
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dose de fósforo (50%) reduziu a assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 1A), possivelmente devido a um desbalanço nutricional e/ou fisiológico. O fósforo é essencial para a fotossíntese, mas sua disponibilidade inadequada pode afetar a produção de ATP e o ciclo de Calvin (Taiz et al., 2024). Além disso, a interação com outros nutrientes pode influenciar a eficiência fotossintética. A taxa fotossintética do feijoeiro foi reduzida com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, com decréscimo de 29,1% quando se compara a CEa de 0,8 e 4,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1B). O estresse salino reduz a disponibilidade de água para as plantas, promovendo o fechamento estomático e restringindo a captação de luz, o transporte de elétrons e a absorção de CO<sub>2</sub> no mesófilo foliar (Stadnik et al., 2023).



**Figura 1.** Taxa de fotossíntese de plantas de feijão cultivadas sob diferentes doses de fósforo (A) e irrigadas com duas condutividades elétricas da água de irrigação (B). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

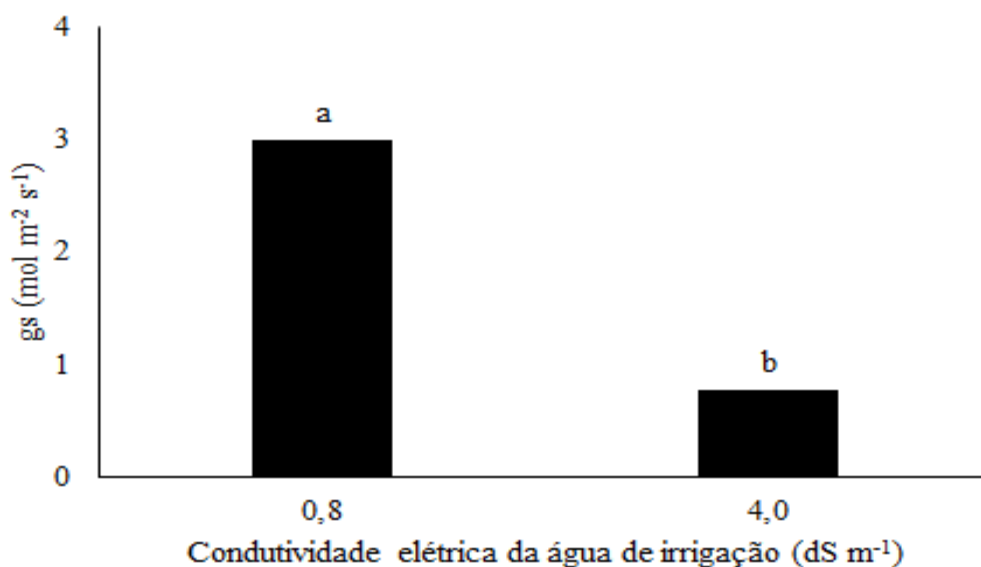
O aumento da CE da água de irrigação reduziu significativamente a taxa de transpiração das plantas (Figura 2A). Esta resposta deve-se a redução do potencial osmótico da solução do solo, que dificulta a absorção de água pelas raízes, impactando negativamente o processo de transpiração das plantas. A interação entre a salinidade da água de irrigação, a adubação fosfatada e o uso de inoculantes biológicos estão apresentados na Figura 2B.



**Figura 2.** Transpiração de plantas de feijão irrigadas com duas condutividades elétricas (A) e cultivadas sob a presença e ausência de Biomaphos e diferentes doses de fósforo (B). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Enquanto a alta salinidade tende a reduzir a transpiração, a aplicação de fósforo e inoculantes pode contrabalançar esse efeito, promovendo melhor desempenho fisiológico das plantas (Ren et al., 2025). Portanto, práticas de manejo que incluem a adubação adequada com fósforo e o uso de inoculantes biológicos podem ser estratégias eficazes para mitigar os efeitos negativos da salinidade na transpiração e no crescimento de plantas de feijão.

O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação de 0,8 para 4,0 dS m<sup>-1</sup> promoveu decréscimo de 74,2% na condutância estomática das plantas de feijoeiro (Figura 3).



**Figura 3.** Condutância estomática de plantas de feijão-caupi irrigadas com duas condutividades elétricas da água. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Sob estresse hídrico ou salino, e como estratégia de sobrevivência, as plantas reduzem a absorção de água e a expansão foliar, resultando em menor condutância estomática e transpiração para minimizar a perda hídrica (Taiz et al., 2024).

## CONCLUSÕES

A inoculação com Biomaphos associado a dose de 100% de P e irrigado com água de menor salinidade, proporcionam maior taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>.

O estresse salino reduziu negativamente a taxa fotossintética, transpiração e a condutância estomática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9.ed. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545p.
- GOES, G. F.; SOUSA, G. G.; LESSA, C. I. N.; SILVA, F. D. B.; LACERDA, C. F.; NOGUEIRA, R. S. Uso de cobertura morta e água salina na produtividade da cultura do milho. **Irriga**, Botucatu, v.1, n.4, p.730738, 2021.
- KYEI-BOAHEN, S., SAVALA, C. E. N., CHIKOYE, D., AND ABAIDOO, R. Growth and yield responses of cowpea to inoculation and phosphorus fertilization in different environments. **Frontiers in Plant Science**. 8:646. 2017.
- MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; BASTOS, E. A.; RIBEIRO, V. Q. **Recomendação de adubação e calagem para o feijão-caupi na região meio-norte do brasil**. Teresina, 2018. 8p. (Comunicado Técnico, 249).
- OLIVEIRA, G. S.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G.G.; SANTOS, S. O.; COSTA, F. H. R.; SILVA, A. G.; PEREIRA, A. P. A.; LOPES, F. B.; GOES, G. F.; LEITE, K. N. Phosphate fertilization, biofertilizer and *Bacillus* sp. in peanut cultivation under salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.28; n.4, e279003, 2024.
- REN, P., et al. *Bacillus subtilis* can promote cotton phenotype, yield, nutrient uptake and water use efficiency under drought stress by optimizing rhizosphere microbial community in arid area. **Industrial Crops and Products**, 227, 120784. 2025
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- SOUSA, J. T. M.; SOUSA, G.G.; SILVA, E. B.; SILVA JUNIOR, F. B.; VIANA, T. V. A. Physiological responses of peanut crops to irrigation with brackish waters and application of organo-mineral fertilizers. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 3, p. 682-691, 2021.
- SOUZA, M. V. P. de.; SOUSA, G. G. de.; SALES, J. R. da. S.; FREIRE, M. H. da. C.; SILVA, G. L. da.; VIANA, T. V. de. A. Saline water and biofertilizer from bovine and goat manure in the Lima bean crop. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 14, n.3, p. 1-8, 2019.
- STADNIK, B.; TOBIASZ-SALACH, R.; MAZUREK, M. Effect of silicon on oat salinity tolerance: analysis of the epigenetic and physiological response of plants. **Agriculture**, vol. 13, no. 81, pp. 1-16, 2023.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, IM; MURPHY, A. 2024. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, BR: Artmed. 864p.