

ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO FOSFATADA NA CULTURA DO FEIJÃO INOCULADA COM *Bacillus* sp.

José Marcelo da Silva Guilherme¹, Ruan Santana Cavalcante², Maiany Alves Patriota³, Lucas Sousa Nascimento⁴, Thales Vinícios de Araujo Viana⁵, Geocleber Gomes de Sousa⁶

RESUMO: O uso de *Bacillus* sp. atenua o estresse salino na cultura do feijão. Assim, objetivou-se avaliar o uso da adubação fosfata na cultura do feijão inoculada com *Bacillus* sp, sob estresse salino. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições, sendo o primeiro fator utilizadas três doses de adubação fosfatada (0%, 50% e 100% da dose recomendada, corresponde a 0,3 e 6 g por vaso de P₂O₅), segundo fator: condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8 e 4,0 dS m⁻¹) e o terceiro fator: presença e ausência de inoculação via sementes com BiomaPhos (*Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119)). O uso do inoculante favoreceu maior número de folhas. O estresse salino (4,0 dS m⁻¹) afetou negativamente o diâmetro do caule.

PALVRAS-CHAVE: salinidade; microrganismos, nutrição de plantas

ABSTRACT: The use of *Bacillus* sp. mitigates saline stress in bean crops. Thus, the objective of this study was to evaluate the use of phosphate fertilizer in bean crops inoculated with *Bacillus* sp. under saline stress. The experiment was conducted at the experimental site of the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), Redenção, Ceará. The experimental design was completely randomized, in a 3x2x2 factorial scheme, with 4 replications, the first factor being three doses of phosphate fertilizer (0%, 50% and 100% of the recommended dose, corresponding to 0.3 and 6 g per pot of P₂O₅), the second factor:

¹ Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE, CEP: 60.455-760 Fortaleza Ceará. Fone: (85)3366-9756. Email: jose.marcelosilva98@gmail.com

² Doutorando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

³ Doutoranda, Depto de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE. Mestrando, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

⁵ Prof^a Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE.

⁶ Prof^a Doutor, Inst de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Redenção, CE.

electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.8 and 4.0 dS m⁻¹) and the third factor: presence and absence of inoculation via seeds with BiomaPhos (*Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) and *B. megaterium* (CNPMS B119)). The use of the inoculant favored a greater number of leaves. Saline stress (4.0 dS m⁻¹) negatively affected stem diameter.

KEYWORDS: salinity; microorganisms, plant nutrition.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica, sendo um alimento essencial e fonte direta de emprego para as populações de baixa renda nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Rocha et al., 2017).

No entanto, no seu cultivo no semiárido brasileiro, enfrenta desafios devido ao excesso de sais no solo e na água utilizada para a irrigação. A salinidade afeta o crescimento e o desenvolvimento das plantas através da redução do potencial osmótico, resultando em distúrbios na absorção de água e de problemas fisiológicos (TAIZ et al., 2017).

Neste sentido, a adubação fosfatada associada ao uso de microrganismos eficiente surge como estratégias para mitigar os efeitos deletérios dos sais por meio do ajustamento osmótico, fornecendo elementos essenciais como N, P e K (Sousa et al., 2021). Além disso, a inoculação de sementes com microrganismos pode intensificar os mecanismos que melhoram o metabolismo vegetal em ambientes salinos, por meio do aumento da atividade de enzimas antioxidantes (TANVEER et al. 2019). Assim, objetivou-se avaliar o uso da adubação fosfata na cultura do feijão inoculada com *Bacillus* sp, sob estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de outubro e dezembro de 2022, na área experimental da Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2x2, com 4 repetições, sendo o primeiro fator utilizadas três doses de adubação fosfatada (0%, 50% e 100% da dose recomendada, corresponde a 0, 3 e 6 g por vaso de P₂O₅), segundo fator: condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8 e 4,0 dS m⁻¹) e

o terceiro fator: presença e ausência de inoculação via sementes com BiomaPhos (*Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119)).

O experimento foi conduzido em vasos de polietileno com capacidade volumétrica de 10 L e o substrato utilizado foi composto por uma mistura de areia, arisco e esterco bovino na proporção de 3:4:1, respectivamente, apresentando pH de 6,0; N = 0,29 g kg⁻¹; P=18 g kg⁻¹ e K= 0,24 cmolc dm⁻³.

Tabela 1. Atributos químicos do solo utilizado antes da aplicação dos tratamentos.

| Caraterísticas químicas | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|---------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----|----|--------------------|
| M.O. | N | P | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Na ⁺ | pH | V | CEes |
| g kg ⁻¹ | | mg kg ⁻¹ | -----cmolc kg ⁻¹ ----- | | | | | % | dS m ⁻¹ |
| 4,03 | 0,24 | 2 | 0,06 | 0,30 | 2,5 | 0,57 | 5,6 | 91 | 0,37 |

M.O.= Matéria orgânica. V= saturação por bases. CEes=condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.

A semeadura das sementes de feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L)), foi realizada a uma profundidade de 2 cm, colocando-se 5 sementes por vaso. O desbaste foi realizado 10 dias após a semeadura (DAS), deixando-se apenas a planta mais vigorosa.

A irrigação com água salobra foi iniciada aos 10 DAS, com frequência diária, com fração de lixiviação correspondente a 15% de acordo com a metodologia do lisímetro de drenagem (BERNARDO et al., 2019).

A água salina de condutividade elétrica 4,0 dS m⁻¹ foi preparada a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, seguindo a metodologia de Rhoades et al. (2000), onde se obtém a CEa desejada na proporção 7:2:1, respectivamente, após a relação entre CEa e sua concentração (mmolc L⁻¹ = EC x 10). A adubação mineral foi realizada seguindo as recomendações Melo et al. (2017) para a cultura do feijão-caupi, correspondendo a 30 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. Para fins de adubação em vaso foi considerado um stand de 10.000 plantas ha⁻¹, onde os tratamentos com 100% de adubação fosfatada receberam no total 3,0 g de N (ureia), 6,0 g de K₂O (cloreto de potássio) e 0,0g ; 3,0 g e 6,0 g de P₂O₅ (superfosfato simples) para os tratamentos com 0, 50 e 100% da dose de adubação fosfatada, respectivamente.

Para a inoculação das sementes foi utilizado o produto comercial BiomaPhos[®], que contém as estirpes *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *B. megaterium* (CNPMS B119), bactérias solubilizadoras de fosfato. A aplicação do inoculante nas sementes seguiu todas as recomendações técnicas do fabricante (100 mL do produto para cada 60.000 sementes).

Aos 45 DAS, foram mensurados os dados de crescimento em número de folhas (NF, através da contagem de folhas total expandida), diâmetro do caule (DC, mm) e a massa seca da parte aérea (MSPA, g planta).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos pelo teste F de forma isolada e/ou para interação entre os fatores, foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software Assistat 7.7 Beta (SILVA; AZEVEDO, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeitos isolados para fator água de irrigação para as variáveis: número de folhas (NF) e diâmetro do colo (DC), para o tratamento Biomaphos resultou efeito na massa seca da parte aérea (MSA) de plantas de feijão-caupi.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para variáveis de crescimento (número de folhas

| Fontes de variação | GL | Quadrado médio | | |
|--------------------|----|---------------------|---------------------|----------------------|
| | | NF | DC | MSA |
| Doses (D) | 2 | 1,94 ^{ns} | 0,350 ^{ns} | 4,84 ^{ns} |
| Água (A) | 1 | 25,52 ^{**} | 13,13 ^{**} | 13,78 ^{ns} |
| Biomaphos(B) | 1 | 0,021 ^{ns} | 0,827 ^{ns} | 6,72 ^{**} |
| Int. D x A | 2 | 0,021 ^{ns} | 0,432 ^{ns} | 0,0063 ^{ns} |
| Int. D x B | 2 | 0,146 ^{ns} | 0,346 ^{ns} | 0,509 ^{ns} |
| Int. A x B | 1 | 0,021 ^{ns} | 1,725 ^{ns} | 0,156 ^{ns} |
| Int. D x A x B | 2 | 0,146 ^{ns} | 1,69 ^{ns} | 0,148 ^{ns} |
| Tratamento | 11 | 2,73 ^{**} | 1,94 ^{**} | 2,88 ^{**} |
| Resíduo | 36 | 0,798 | 0,653 | 0,81 |
| Total | 47 | | | |
| CV (%) | | 17,65 | 12,5 | 17,72 |

FV – fonte de variação; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; ns – não significativo; ** e * – significativo a 0,01 e 0,05 pelo teste de Tukey, respectivamente.

A irrigação com água salobra de 4 dS m⁻¹ na cultura do feijão-caupi durante o seu desenvolvimento ocasionou a redução do seu número de folhas (Figura 1A) e do diâmetro do colo (Figura 1B), inibindo seu pleno potencial de crescimento. Isso ocorre porque, em plantas moderadamente tolerantes ao estresse salino, como a espécie *V. unguiculata*, quando expostas a níveis excessivos de salinidade, ocorre a diminuição da divisão e alongamento celular, prejudicando o crescimento das plantas (TRUSCA et al., 2023). De acordo com Taiz et al. (2017), a salinidade pode diminuir a espessura da camada epidérmica superior, das camadas do

córtex, hipoderme e área da médula vegetal, o que contribui para explicar a diminuição do diâmetro do caule em plantas sob estresse salino.

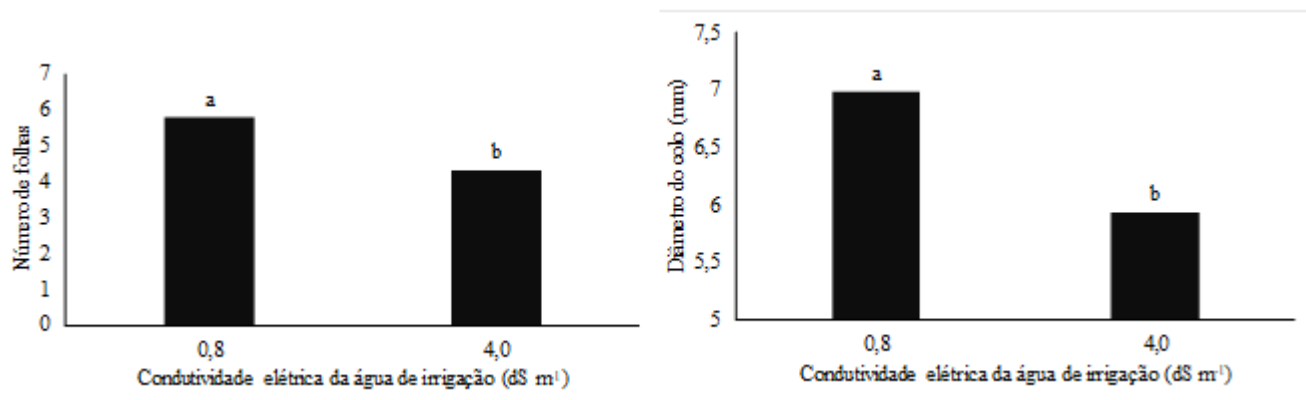


Figura 1. Número de folhas (A) e diâmetro do colo (B) de plantas de feijão irrigadas com duas condutividades elétricas da água de irrigação.

O uso de inoculantes pode ser uma estratégia eficiente para aumentar a produtividade em cultivos de feijão, especialmente em solos com baixa disponibilidade de fósforo (Figura 2A), resultando em aumento significativo de 25% na massa seca da parte aérea das plantas de feijão. Este aumento pode ser atribuído ao efeito benéfico das bactérias presentes no Biomaphos, que contribuem na solubilização do P e síntese de substâncias que promovem crescimento vegetal (Korir et al., 2017; Zucareli et al., 2018).

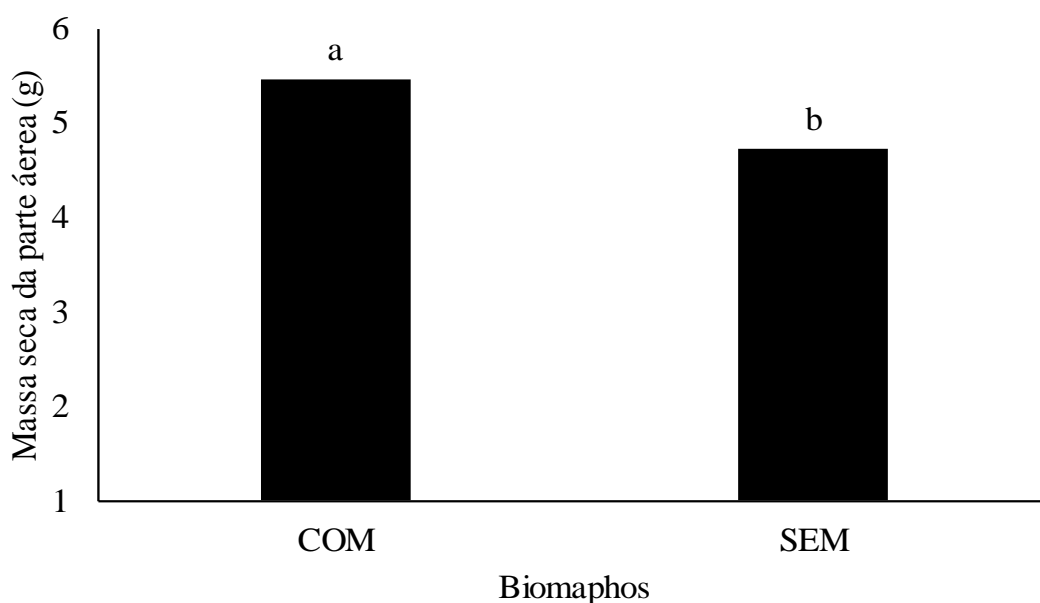


Figura 2. Massa seca da parte aérea com e sem inoculação com Biomaphos no feijão (A).

CONCLUSÕES

O uso do BiomaPhos[®] favoreceu maior massa seca da parte aérea e água de irrigação de 0,8 dS m⁻¹, maior número de folhas de feijão-caupi.

O estresse salino (4,0 dS m⁻¹) afetou negativamente o diâmetro do caule.

REFERÊNCIAS

- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2019. 545p.
- KORIR H.; MUNGAI NW.; THUITA M.; HAMBA Y.; MASSO C. Co-inoculation effect of Rhizobia and Plant Growth promoting Rhizobacteria on Common Bean Growth in a low Phosphorus Soil. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 141, 2017.
- MELO, F. B.; CARDOSO, M. J. **Feijão. Cultivo de feijão caupi: solo e adubação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2017. 9p.
- RHOADES, J. P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para a produção agrícola**. Estudos FAO 48, 2000. 117p.
- ROCHA, D. F. et al. Desempenho do feijão-caupi a densidades de plantas na região Norte da Bahia. **Agropecuária Técnica**, 40: 48-54, 2019.
- SOUSA, J. T. M. et al. Physiological responses of peanut crops to irrigation with brackish waters and application of organo-mineral fertilizers. **Revista Caatinga**, 34: 682-691, 2021.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Africa Journal of Agriculture Research**, [S. l], v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.
- TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, IM; MURPHY, A. 2024. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, BR: Artmed. 864p.
- TANVEER, M., SHAHZAD, B., SHARMA, A. KHAN, E.A. “24-Epibrassinolide application in plants: An implication for improving drought stress tolerance in plants”. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 135, p. 295-303, 2019.

TRUȘCĂ, M.; GÂDEA, Ș.; VIDICAN, R.; STOIAN, V.; VÂTCĂ, A.; BALINT, C.; VÂTCĂ, S. Exploring the Research Challenges and Perspectives in Ecophysiology of Plants Affected by Salinity Stress. **Agriculture**, v. 13, n. 3, p. 734, 2023.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; SILVA, J. B.; CHAVES, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n. 2, p. 189-195, 2018.