



## **TROCAS GASOSAS DA BETERRABA SOB USO DE ÁGUA SALOBRA, ADUBAÇÃO FOSFATADA E TRICHODERMA.**

Andreza Silva Barbosa<sup>1</sup>, Alexsandro Oliveira da Silva<sup>2</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>3</sup>, Maria Jardeane Lopes Pereira<sup>4</sup>, Arthur Prudêncio de Araújo Pereira<sup>5</sup>, Geovana Ferreira Goes<sup>1</sup>

**RESUMO:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar as trocas gasosas da beterraba sob uso de água salobra, adubação fosfatada em solo com *Trichoderma*. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2x2, referente a 3 doses de adubação fosfatada (D1 = 25, D2=50 e D3=100% da dose recomendada), com e sem o uso de *Trichoderma harzianum* e duas águas de irrigação (A1=0,5 dS m<sup>-1</sup> e A2=6,2 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Foram realizadas as seguintes avaliações de trocas gasosas: taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), transpiração (E) e a condutância estomática (gs). A adubação com 25% da dose recomendada de fósforo associada a água de menor salinidade em solo sem *Trichoderma* proporciona maior taxa fotossintética e transpiração. O estresse salino afetou a fotossíntese e a transpiração, porém com menor intensidade na dose de 25% da recomendação de fósforo em solo com *Trichoderma*. A salinidade da água de irrigação afeta a condutância estomática.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse salino, *Beta vulgaris* L., e microrganismo.

## **GAS EXCHANGE IN BEET UNDER BRACKISH WATER, PHOSPHATE FERTILIZATION AND TRICHODERMA**

<sup>1</sup> Mestranda em Eng. Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, CEP 60440-900, Fortaleza, CE. Fone (85) 92775883. E-mail: andrezabarbosaunilab@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE

<sup>4</sup> Graduanda em Agronomia, Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, CE

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

**ABSTRACT:** The aim of this work was to evaluate the gaseous exchanges of beetroot under the use of brackish water, phosphorus fertilization in soil with *Trichoderma*. The experiment was carried out in the experimental area belonging to the University of International Integration of Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE. The experimental design used was completely randomized (DIC), in a 3x2x2 factorial scheme, referring to 3 doses of phosphorus fertilization (D1 =25, D2=50 and D3=100% of the recommended dose), with and without the use of *Trichoderma harzianum* and two irrigation waters (A1=0.5 dS m<sup>-1</sup> and A2=6.2 dS m<sup>-1</sup>), with four replications. The following gas exchange evaluations were performed: net CO<sub>2</sub> assimilation rate (A), transpiration (E) and stomatal conductance (gs). Fertilization with 25% of the recommended dose of phosphorus associated with water with lower salinity in soil without *Trichoderma* provides a higher photosynthetic rate and transpiration. Salt stress affected photosynthesis and transpiration, but with less intensity at the dose of 25% of the phosphorus recommendation in soil with *Trichoderma*. Irrigation water salinity affects stomatal conductance.

**KEYWORDS:** Salt stress, phosphorus, microorganism.

## INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta vulgaris*, L.) é uma hortaliça originária da África e regiões Europeias. Por ser explorada comercialmente, o estudo com beterrabas é de grande importância, principalmente no que diz respeito às suas necessidades hídricas (LACERDA & TURCO, 2015).

O estresse salino reduz o desenvolvimento e rendimentos de hortaliças, inicialmente por efeito osmótico, causando déficit hídrico e, posteriormente, por efeitos iônicos, dificultando a absorção de nutrientes essenciais (SÁ et al., 2020). O fósforo atua em diversos processos fisiológicos, tais como a respiração e fotossíntese, pois atua na transferência de energia da célula na forma ATP (TAIZ et al., 2017). É um nutriente que se mostra no solo em formas pouco disponíveis, dependendo de fatores físicos, químicos e bióticos.

Os fungos do gênero *Trichoderma* tem sua importância econômica na agricultura atrelados a capacidade de aumentarem a produtividade das culturas, atuando como agentes fitossanitários, promotores de crescimento e da resistência aos estresses abióticos (CHAGAS et al., 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as trocas gasosas da beterraba sob uso de água salobra, adubação fosfatada em solo com *Trichoderma*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de agosto a novembro de 2022, na área experimental pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção-CE. Utilizou-se sementes de beterraba cultivar Katrina, as quais foram semeadas em bandejas de cultivo e aos 12 dias as mudas foram transplantadas para vasos plásticos de 8 L.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3x2x2, referente a 3 doses de adubação fosfatada (D1 = 25, D2=50 e D3=100% da dose recomendada), com e sem o uso de *Trichoderma harzianum* e duas águas de irrigação (A1=0,5 dS m<sup>-1</sup> e A2=6,2 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições.

A irrigação foi realizada manualmente, com lâmina de lixiviação de 15% de acordo com Ayers & Westcot (1999) e a água preparada diluindo-se os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1 entre Na, Ca e Mg, conforme metodologia contida em (RHOADES, 2000). A adubação mineral seguiu a proposta para a cultura da beterraba, seguindo a recomendação de (RESENDE & CORDEIRO, 2007). A aplicação do *Trichoderma harzianum* foi feita baseando-se na dosagem recomendada pelo fabricante de 2 kg ha<sup>-1</sup>, e conforme a condição do experimento em questão, aplicou-se 9 mg por vaso.

Aos 37 DAT, foram realizadas as seguintes avaliações de trocas gasosas: taxa de assimilação líquida de CO<sub>2</sub> (A), transpiração (E) e condutância estomática (gs), utilizando-se um analisador de gás infravermelho (IRGA, LI-6400XT, LI-COR, Inc., Lincoln, Nebraska, EUA).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA). Quando verificado a normalidade dos dados se aplicou o teste F ( $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$  de probabilidade). Quando houve diferença significativa, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,01$  e  $p \leq 0,05$ ), utilizando o software estatístico Assistat, versão 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

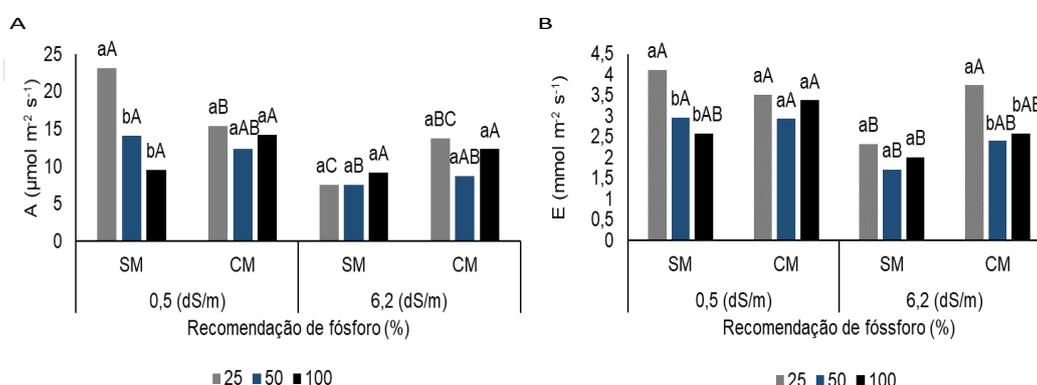
De acordo com a análise de variância (Tabela 1), houve interação entre os fatores estudados para as variáveis fotossíntese (A), e transpiração (E). Já para condutância estomática (gs), de forma isolada para o fator adubação fosfatada, e condutividade elétrica da água.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para altura de plantas (A), número de folhas (E), e área foliar (gs).

Quadrados médios				
FV	GL	A	E	gs
Doses - D	2	7,3539**	11,9426**	9,0021**
Água - A	1	25,4585**	22,4801**	17,2475**
Inoculante - I	1	0,9285 <sup>ns</sup>	8,1310**	1,8596 <sup>ns</sup>
D x A	2	4,8148*	0,1094 <sup>ns</sup>	0,3288 <sup>ns</sup>
D x I	2	2,2854 <sup>ns</sup>	0,4389 <sup>ns</sup>	1,3958 <sup>ns</sup>
A x I	1	6,6086*	6,4680*	1,6944 <sup>ns</sup>
D x A x I	2	5,5218**	3,8545*	2,1010 <sup>ns</sup>
Tratamentos	11			
Resíduo	36			
Total	47			
CV (%)		27,65	20,12	39,08
MG (%)		12,35056	2,85472	0,15889

FV – Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV- Coeficiente de variação; MG – Média geral; \*\* ( $p < 0.01$ ); \* ( $.01 = p < .05$ ); ns- não significativo ( $p \geq 0.05$ ).

Para a variável fotossíntese (Figura 1A) a recomendação de P em 25%, na ausência do *Trichoderma* e água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, diferiu estaticamente sendo superior aos níveis de 50% e 100%. Já no tratamento de 25% de P, associado à água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, houve uma diferença estatística na presença do microrganismo, enquanto sob estresse salino, o emprego do *Trichoderma* apresentou um resultado superior.



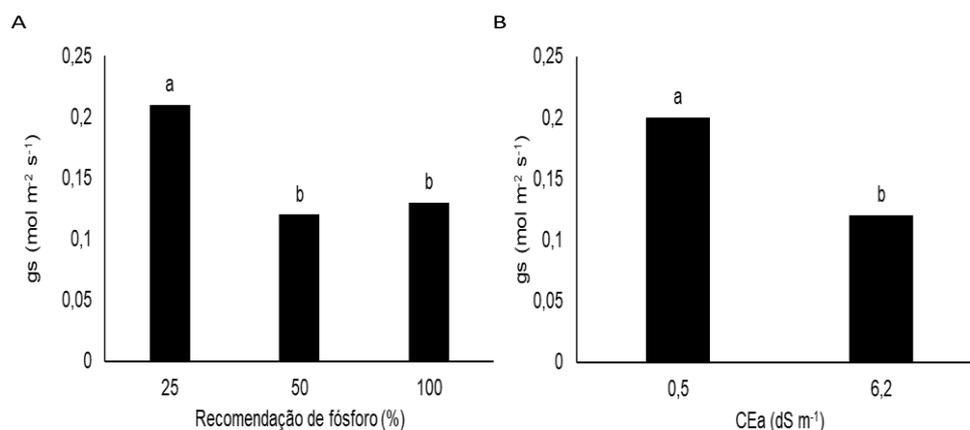
**Figura 1.** Fotossíntese (A) e transpiração (B) de beterraba em função dos níveis de adubação fosfatada, uso de água salobra e *Trichoderma*. As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas e maiúsculas em um mesmo tratamento não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a ( $p \leq 0,01$ ) (Figura 1A) e a ( $p \leq 0,05$ ) (Figura 1B).

Silva et al. (2019a), observaram que o uso de microrganismo interage com a salinidade, aliviando os efeitos adversos do estresse. Resultados concordantes foram obtidos por Chagas et al. (2015), estudando a influência do *Trichoderma* e adubação fosfatada na cultura do arroz.

De acordo com os dados de transpiração (Figura 1B), quando se compara os níveis de adubação na ausência do *Trichoderma* e água de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , a recomendação de adubação em 25%, difere dos níveis de 50% e 100%, obtendo-se o maior valor. Comparando a adubação, na presença do *Trichoderma* e água de  $6,2 \text{ dS m}^{-1}$ , houve uma diferença estatística entre o nível de 25% de P para com os de 50% e 100%, alcançando os maiores valores. Para o tratamento de 25% da recomendação de P, associado à água de  $6,2 \text{ dS m}^{-1}$ , houve uma diferença estatística quando comparados a presença e ausência do microrganismo, onde, o tratamento com *Trichoderma* apresentou um resultado superior.

Quando se eleva a concentração de sais no solo, ocorre a diminuição do potencial osmótico pois a taxa de transpiração é maior do que a absorção, e as plantas como forma estratégica, diminuem a perda de água para o meio, a fim de reduzir a transpiração em ambientes salinos, bem como a absorção de sais (SILVA et al., 2019b). Ahmad et al. (2015), concluíram que o *Trichoderma* impõe efeito sobre a salinidade, diminuindo seus impactos deletérios em mudas de mostarda.

Para condutância estomática, os níveis de adubação apresentados (Figura 2A) revelam que o tratamento de 25% da recomendação de P diferiu estatisticamente de 50% e 100%, obtendo maiores valores.



**Figura 2.** Condutância estomática (A e B), da beterraba em função dos níveis de adubação fosfatada e condutividade elétrica da água. As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferiram significativamente entre si pelo teste de Tukey a ( $p \leq 0,01$ ).

Esse resultado pode estar relacionado com uma possível adaptação da planta em condições de vaso, onde a mesma pode ter absorvido o P da forma lábil via apoplasto através de um transporte unidirecional, ou seja, facilitando de forma mais rápida a entrada do K na

célula guarda. Contrariando esse resultado, Sá et al. (2018) concluíram que as doses elevadas de fósforo resultaram em melhoria nas respostas fisiológicas do feijão caupí.

Os maiores valores de condutância estomática em função das condutividades elétricas das águas de irrigação, foram obtidos com a utilização da água de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente do tratamento com água de 6,2 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2B).

Esse resultado demonstra que o estresse salino proporcionou menor condutância estomática, indicando a ocorrência de maior acúmulo de sais no solo e maior limitação estomática ao processo de assimilação de carbono (TAIZ et al., 2017). Similarmente, Oliveira et al. (2022), concluíram que o estresse salino afeta negativamente a condutância estomática da cultura beterraba.

## CONCLUSÕES

A adubação com 25% da dose recomendada de fósforo associada a água de menor salinidade em solo sem *Trichoderma* proporciona maior taxa fotossintética e transpiração. O estresse salino afetou a fotossíntese e a transpiração, porém com menor intensidade na dose de 25% da recomendação de fósforo em solo com *Trichoderma*. A salinidade da água de irrigação afeta a condutância estomática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, P.; HASHEM, A.; ABD-ALLAH, E. F.; ALQARAWI, A. A.; JOHN, R.; EGAMBERDIEVA, D.; GUCEL, S. Papel de *Trichoderma harzianum* na mitigação do estresse por NaCl em mostarda-da-índia (*Brassica juncea* L) por meio do sistema de defesa antioxidante. **Fronteiras na ciência vegetal**, v. 6, p. 868, 2015.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

CHAGAS, L. F. B., MARTINS, A. L. L., DE CARVALHO FILHO, M. R., DE OLIVEIRA MILLER, L., DE OLIVEIRA, J. C., JUNIOR, A. F. C. *Bacillus subtilis* e *Trichoderma* sp. no incremento da biomassa em plantas de soja, feijão caupí, milho e arroz. **Agri-environmental sciences**, v. 3, n. 2, p. 10-18, 2017.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; CARVALHO, M. R. DE; MILLER, L. DE O; COLONIA, B.S.O. (2015). Evaluation of the phosphate solubilization potential of *Trichoderma strains* (Trichoplus JCO) and effects on rice biomass. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, 15(3):794-804.

LACERDA, Z. C. DE; TURCO, J. E. P. Métodos de estimação de referência evapotranspiração (ET<sub>o</sub>) para Uberlândia – MG. **Engenharia Agrícola**, v.35, p.27-38, 2015.

OLIVEIRA, F. R. D.; SOUSA, G. G. D.; SOUSA, J. T. M. D.; LEITE, K. N.; GUILHERME, J. M. D. S.; NOGUEIRA, R. D. S. Respostas fisiológicas da cultura da beterraba sob ambiente agrícola e estresse salino. **Revista Ambiente & Água**, v. 17, 2022.

RESENDE, G. M. DE; CORDEIRO, G. G. **Uso de água salina e condicionador do solo na produtividade de beterraba e cenoura no semi-árido do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4p.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.

SÁ, F. D. S., GHEYI, H. R., DE LIMA, G. S., FERREIRA NETO, M., DE PAIVA, E. P., SILVA, L. D. A., MOREIRA, R. C. L. Cultivation of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen proportions. **Semina: Ciências Agrárias** (Londrina), v. 41, n. 2, p. 395-406, 2020.

SILVA SÁ, F. V. DA; NETO, M.F; DE LIMA, Y. B; DE PAIVA, E.P.; PRATA, R. C, LACERDA, C. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento, trocas gasosas e eficiência fotoquímica do feijão caupi sob estresse salino e adubação fosfatada. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 4, pág. 668-679, 2018.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. DE P.; VELOSO, L. L. DE S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, p. 1-10, 2019b.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in theanalysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, L. V. D.; OLIVEIRA, S.B.R.D.; AZEVEDO, L. A. D.; RODRIGUES, A. C.; BONIFÁCIO, A. Coinoculação com bradyrhizobium e *Trichoderma* altera os efeitos do estresse salino em feijão-caupi. **Revista caatinga**, vol. 32, pág. 336-344, 2019a.

A. S. Barbosa et al.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 819p.