

## EFEITOS DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA NAS TROCAS GASOSAS FOLIARES DO MILHO SOB ESTRESSE SALINO

Lígio Condé<sup>1</sup>, Geocleber Gomes de Sousa<sup>2</sup>, Leonardo Vieira de Sousa<sup>3</sup>, Ermitério Ernesto Macaringue<sup>4</sup>, Itú N'fanda Na Nhasse<sup>5</sup>, Maria Vanessa Pires de Souza<sup>6</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar efeito dos adubos orgânicos nas trocas gasosas do milho sob estresse salino. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial de 3x2x2, com três adubos de fontes orgânicos (esterco bovino, biofertilizante ovino e biofertilizante hidrolisado de camarão, duas condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) com presença e ausência do *Trichoderma*, com três repetições. As variáveis analisadas foram taxa de transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e eficiência do uso da água (EUA). Os maiores valores para as variáveis taxa de transpiração (E) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) foram encontrados quando as plantas foram irrigadas com a água de menor salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), enquanto ocorreu efeito contrário para a variável eficiência do uso da água (EUA), com os maiores valores sendo obtidos na maior condutividade elétrica da água de irrigação (3,0 dS m<sup>-1</sup>). Os diferentes adubos orgânicos associados a aplicação do fungo *Trichoderma* pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos deletérios do estresse salino nas trocas gasosas da cultura do milho verde em regiões semiáridas do planeta.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L., biofertilizante, estresse salino

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Redenção-CE, CEP: 62790-000 Fone: (85) 997440429 e-mail: condeligio54@gmail.com.

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

<sup>3</sup> Pós-Doutorado, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Brasil. Bolsista do(a): Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, FUNCAP, Brasil.

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Brasil.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, UNILAB, Brasil.

<sup>6</sup> Doutorando em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, UFC.

## EFFECTS OF ORGANIC FERTILIZATION ON FOLIAR GAS EXCHANGE IN CORN UNDER SALINE STRESS

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of organic fertilizers on gas exchange in corn under saline stress. The experimental design was randomized blocks in a 3x2x2 factorial scheme, with three fertilizers from organic sources (cattle manure, sheep biofertilizer and hydrolyzed shrimp biofertilizer), two electrical conductivities of irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.3 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>) with the presence and absence of *Trichoderma*, with three replicates. The variables analyzed were transpiration rate (E), CO<sub>2</sub> assimilation rate (A) and water use efficiency (WUE). The highest values for the variables transpiration rate (E) and CO<sub>2</sub> assimilation rate (A) were found when the plants were irrigated with water of lower salinity (0.3 dS m<sup>-1</sup>), while the opposite effect occurred for the variable water use efficiency (WUE), with the highest values being obtained in the highest electrical conductivity of irrigation water (3.0 dS m<sup>-1</sup>). The different organic fertilizers associated with the application of the fungus *Trichoderma* can be a alternative to minimize the deleterious effects of saline stress on the gas exchange of green corn crops in semiarid regions of the planet.

**KEYWORDS:** *Zea mays* L., biofertilizer, saline stress

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L) que pertence à família Poaceae, tem sua origem em América do Norte, é uma das cereais mais cultivado no mundo, devido a sua alta importância tanto econômica como também nutricional para humanos e animais, também é um importante matéria prima para as indústrias (Silva et al., 2014; Gomes et al., 2019).

Diante disso, o Brasil ocupa o terceiro lugar na produção mundial desse importante cereal, com a produção de 82,3 milhões de toneladas na safra de 2015/2016 segundo (Gomes et al., 2019).

Devido ao seu alto preço no mercado, o cultivo de milho está ganhando espaço no meio rural, e é considerado uma cultura relativamente tolerante a salinidade, com salinidade do solo limiar de 1,7 dS m<sup>-1</sup>, com a perda estimado em 12,0% por aumento de salinidade superior desta limiar segundo (Oliveira et al., 2016).

Conforme Pedrosa et al. (2023), a salinidade é um dos grandes problemas bem presente no Nordeste Brasileiro, onde as águas disponível para irrigação têm elevadas teores de sais, que é um dos fatores que limita a produtividade das culturas nessa região.

Existem muitos estudos que relatam os efeitos de sais sobre o crescimento e a produção desse grande cultura. Mas os impactos da salinidade nos vegetais, pode variar dependendo de tipo de espécies e os genótipos de mesma espécie. O aumento de concentração de sais interfere no desenvolvimento das plantas, por causa do crescente pressão osmótica da solução do solo e a redução da disponibilidade de água (Moreira et al., 2020). De acordo com Lara et al. (2022), durante o efeito da salinidade, existem determinados processos que são danificados como por exemplo proteínas, metabolismo de lipídios e fotossíntese. Uma das resposta iniciais que o estresse salino traz é a redução da propagação de superfície foliar ou seja o diminui o desenvolvimento da altura da planta.

Por isso o uso de água salina na irrigação é um desafio que está sendo superado através de aplicações de diferentes práticas de manejo culturais, como a adubação orgânica e a aplicação de microrganismos no solo (Sousa et al., 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as trocas gasosas do milho (*Zea mays* L.) adubado com diferentes adubos orgânicos e com aplicação do fungo *Trichoderma*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo no período de setembro a dezembro de 2024, em uma área da Fazenda Experimental Piróas pertencente a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), Redenção, Ceará, Brasil. Possuindo as seguintes coordenadas geográficas, latitude de 04°14'53" sul e longitude de 38°45'10" oeste e altitude média de 240 m acima do nível do mar. De acordo com a classificação Climática de Köppen, o clima da região é semiárido, muito quente com chuvas predominantes de janeiro a abril e temperatura média anual variando de 26 a 28 °C (Sousa et al., 2018).

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo segundo metodologia da EMBRAPA (Sousa et al., 2018). 30 dias antes da semeadura (DAS) foi realizada uma gradagem seguida de calagem para elevação do pH do solo.

Para a semeadura utilizou-se a cultivar de milho BRS Catingueiro, com espaçamento de 0,80 x 0,30m, sendo semeadas quatro sementes por cova, sendo realizado desbaste aos 15 DAS, deixando-se apenas duas plantas por cova. A irrigação foi realizada através de gotejamento, utilizando-se gotejadores de 8 L h<sup>-1</sup>.

Para os tratamentos com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação, utilizou-se a água de abastecimento da Fazenda Piróas, com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> e para a maior CEa (3,0 dS m<sup>-1</sup>) adicionou-se os sais (NaCl, CaCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) na proporção de 7:2:1, respectivamente (Medeiros, 1992). 20 DAS, iniciou-se aplicação do estresse salino que ocorreu até o final do experimento.

Foi adotado o delineamento experimental em esquema fatorial 3 x 2 x 2, sendo, três adubações com fontes orgânicas (esterco bovino, biofertilizante ovino e biofertilizante hidrolisado de camarão, duas CEa (0,3 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e com a presença e ausência do fungo *Trichoderma*, com três repetições. As adubações orgânicas e aplicações do *Trichoderma* foram feitas aos 12, 28, 39 e 56 DAS. Para o tratamento com a presença de *Trichoderma* utilizou-se 0,33 mL por parcela.

Aos 48 DAS foram analisadas as trocas gasosas foliares com auxílio de um analisador de gases infravermelho (IRGA). As medições foram realizadas entre 9h e 11h, sob condições naturais de temperatura do ar e concentração de CO<sub>2</sub>, em folhas totalmente expandidas. As variáveis analisadas foram taxa de transpiração (E – mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A – μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e eficiência do uso da água (EUA – μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>/mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Tukey (p ≤ 0,05), utilizando o software Assistat 7.7 Beta (Silva e Azevedo, 2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

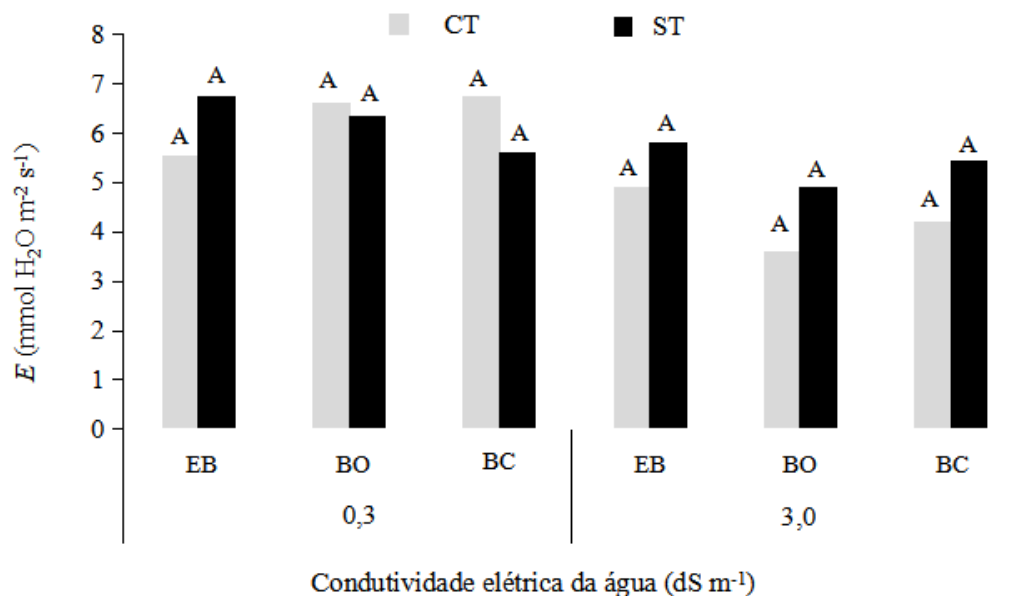
Conforme o resumo da análise de variância, ocorreu interação tripla para todas as variáveis estudadas, sendo taxa de transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e eficiência do uso da água (EUA) em (p ≤ 0,05).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância (ANOVA) para as variáveis taxa de transpiração (E), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) e eficiência do uso da água (EUA) em milho (*Zea mays* L.) irrigadas com diferentes condutividades elétricas da água de irrigação (CEa) e aplicação de diferentes adubos orgânicos.

FV	GL	Quadrado médio		
		E	A	EUA
AD	2	9,88*	93,20 <sup>ns</sup>	4,55**
CEa	1	0,01 <sup>ns</sup>	189,52 <sup>ns</sup>	7,65 <sup>ns</sup>
Tri	1	2,65*	218,94 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>
Int. AD x CEa	2	1,68 <sup>ns</sup>	7,45 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
Int. AD x Tri	2	1,44 <sup>ns</sup>	22,06 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>
Int. CEa x Tri	1	0,07 <sup>ns</sup>	41,90 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>
Int. AD x CEa x Tri	2	2,29*	248,18*	3,79*
CV - AD (%)	-	23,90	23,58	9,88
CV - CEa (%)	-	16,27	18,71	31,41
CV - Tri (%)	-	13,31	23,37	16,73

FV - Fonte de variação; CV - Coeficiente de variação; GL - Grau de liberdade; ns - Não significativo; \* - Significativo pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \*\* - Significativo pelo teste de Tukey em ( $p \leq 0,01$ )

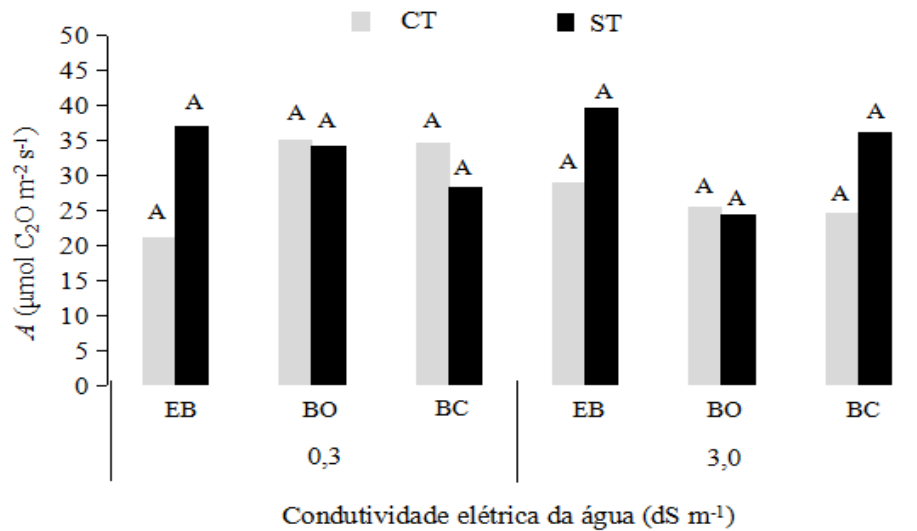
De maneira geral, na Figura 1, observou-se que CEa 0,3 dS m<sup>-1</sup> proporcionou os maiores valores de taxa de transpiração (E) para os diferentes adubos orgânicos. Esse resultado também foi encontrado por Costa et al. (2023) ao avaliarem a taxa de transpiração na cultura da beterraba (*Beta vulgaris* L.).



**Figura 1.** Taxa de transpiração (E) de plantas de milho sob diferente aplicação de adubo orgânico, em dois níveis de condutividade elétrica da água, com e sem *Trichoderma*.

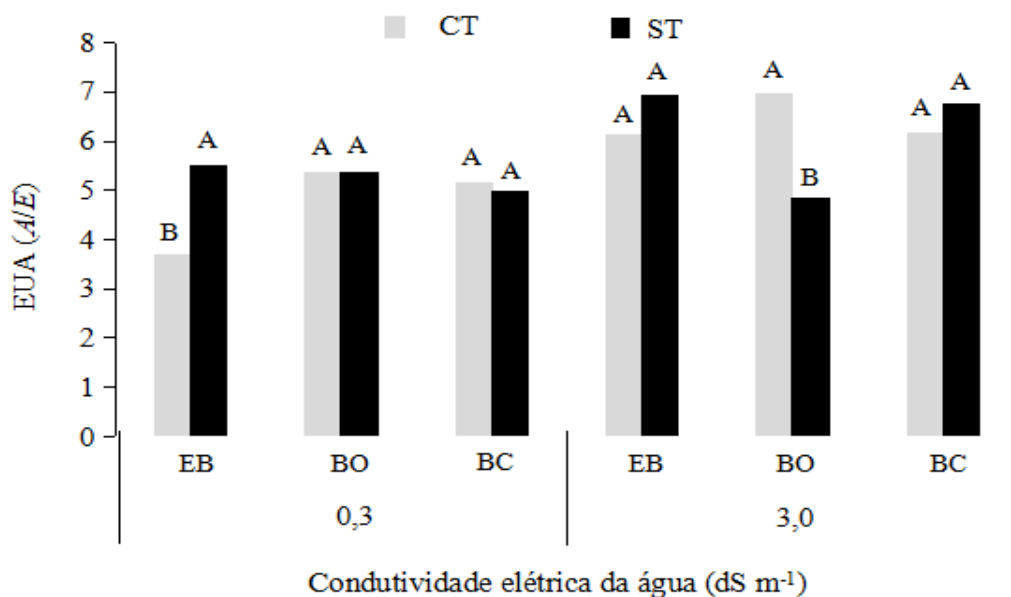
Na Figura 2, os maiores valores de taxa de assimilação (A) foram obtidos em CEa de 3,0 dS m<sup>-1</sup> sem a aplicação de *Trichoderma* sob diferentes adubos, com excessão do tratamento

com biofertilizante ovino. Santos et al. (2023) obtiveram resultados distintos quando avaliaram a taxa de assimilação (A) na cultura de soja (*Glycine max* L.) sob 50% de adubação fosfatada.



**Figura 2.** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (A) de plantas de milho sob diferente aplicação de adubo orgânico, em dois níveis condutividade elétrica da água, com e sem Trichoderma.

Para a variável eficiência do uso da água (EUA), as plantas irrigadas com a maior CEa ( $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) apresentaram os maiores valores quando submetidas aos diferentes tipos de adubos orgânicos (Figura 3). Entretanto, resultados diferentes foram relatados por Sousa et al. (2015) ao avaliarem as trocas gasosas na cultura do mamoeiro, onde eles constataram que à medida que houve aumento na concentração de sais na água de irrigação ocorreu efeito decrescente na eficiência do uso da água.



**Figura 3.** Eficiência do uso da água (EUA) em plantas de milho sob diferente aplicação de adubo orgânico, em dois níveis condutividade elétrica da água, com e sem Trichoderma.

## CONCLUSÕES

Os diferentes adubos orgânicos associados a aplicação do fungo *Trichoderma* pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos deletérios do estresse salino nas trocas gasosas da cultura do milho verde (*Zea mays* L.) em regiões semiáridas do planeta.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - (311828/2022-1) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical – INCTAgriS (CNPq/FUNCAP/CAPES), pelo financiamento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, Francisco Hermes Rodrigues et al. SALINO, ADUBAÇÃO E ESTRESSE. TROCAS GASOSAS NA CULTURA DA BETERRABA SUBMETIDA A FORMAS DE. **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2023.

LARA, Camila Clozato; FREITAS, Ludmilla Silva; TEIXEIRA, Aline Finger. ESTRESSE SALINO NO CULTIVO DO MILHO: ALTERAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO E POSSÍVEIS DESDOBRAMENTOS EM PADRÕES EPIGENÉTICOS. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias** (ISSN: 2525-4790), v. 7, n. 1, 2022.

MEDEIROS, José Francimar de et al. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE**. 1992.

MOREIRA, Vanessa Ohana Gomes; DE ASSIS JÚNIOR, Raimundo Nonato; ARAGÃO, Túlio Cordeiro. CRESCIMENTO E FOTOSSÍNTESE DO MILHO CULTIVADO SOB ESTRESSE SALINO COM ESTERCO E POLÍMERO SUPERABSORVENTE. **IRRIGA**, v. 25, n. 3, p. 603-616, 2020.

PEDROSA, Mirele Germano et al. **ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL NA CULTURA DA ABOBRINHA**. Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2023.

OLIVEIRA, Francisco de Assis et al. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 2, p. 307-315, 2016.

SILVA, Rosilene Agra da et al. "**CRESCIMENTO INICIAL DE VARIEDADES DE MILHO HÍBRIDO SOB ADUBAÇÃO COM ESTERCO OVINO**". Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2014.

SANTOS, de Oliveira Samuel et al. ESTRESSE SALINO, USO DE BIOMAPHOS E ADUBAÇÃO FOSFATADA NAS TROCAS GASOSAS DA CULTURA DA SOJA. **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2023.

SOUZA, Gomes Fátima et al. Características de crescimento e desenvolvimento do milho crioulo com diferentes adubações orgânicas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, p. 1-8, 2019.

SOUSA, Geocleber Gomes et al. Estresse salino e cobertura vegetal morta na cultura do milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3078-3089, 2018.

SOUSA, M. S. S. et al. TROCAS GASOSAS DO MAMOEIRO CULTIVADO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINIZADAS E ADUBAÇÃO ORGÂNICA. **INOVAGRI International Meeting**, 2015.