

**FISIOLOGIA DO MILHO CRIOULO (Poaceae) SOB EFEITO DO FUNGO MICORRÍZICO ARBUSCULAR *Gigaspora albida* (Gigasporaceae) E NÍVEIS VARIADOS DE SALINIDADE**

**MARIA VALDIGLEZIA DE MESQUITA ARRUDA<sup>1</sup>, NILDO DA SILVA DIAS<sup>2</sup>, CYNTHIA CAVALCANTI DE ALBUQUERQUE<sup>3</sup>, FRANCISCO VANIES DA SILVA SÁ<sup>4</sup>, ANDRÉ CASTRO RIBEIRO<sup>5</sup>, MARCONDES FERREIRA COSTA FILHO<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Bióloga, Pesquisadora PDJ – FAPERN/CNPq, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró – RN,

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Ciências Agronômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, Mossoró – RN, [nildo@ufersa.edu.br](mailto:nildo@ufersa.edu.br).

<sup>3</sup> Bióloga, Prof. adjunto IV da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, UERN, Mossoró – RN.

<sup>4</sup> Eng. Agrônomo, Doutorado em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, Depto. de Ciências Agronômicas e Florestais, UFRSA, Mossoró-RN.

<sup>6</sup> Graduando em Agronomia, Depto. de Ciências Agronômicas e Florestais, UFRSA, Mossoró-RN.

Apresentado no

LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** A salmoura da osmose reversa é uma alternativa hídrica no meio rural, porém, sua alta salinidade promove impactos negativos nas plantas e no solo. Fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) podem atenuar o estresse salino em plantas e melhorar o crescimento. Esse estudo avaliou o efeito atenuador do FMA *Gigaspora albida*, nas trocas gasosas de milho crioulo sob diluições de rejeito salino. O estudo foi conduzido em casa de vegetação, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, e seis repetições. Os tratamentos foram a combinação de três condições micorrízica: (M1- plantas testemunha sem inóculo fúngico, M2- plantas com inóculo fúngico de *G. albida* e M3- plantas com inóculo fúngico de *G. albida*, mais a microbiota do solo), e quatro diluições do rejeito salino (CEa): 0,5; 1,8; 3,1 e 4,4 dS m<sup>-1</sup>. A irrigação com água de rejeito salino reduziu as trocas gasosa do milho crioulo (Cultivar Ibra). A associação O FMA *Gigaspora albida*, aumentou a transpiração no nível 1,9 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** condutância estomática, estresse abiótico, reuso de água.

**PHYSIOLOGY OF CREOLE CORN (Poaceae) UNDER THE EFFECT OF THE ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS *Gigaspora albida* (Gigasporaceae) AND VARYING LEVELS OF SALINITY**

**ABSTRACT:** Reverse osmosis brine is a water alternative in rural areas; however, its high salinity has negative impacts on plants and soil. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMFs) can mitigate salt stress in plants and improve growth. This study evaluated the attenuating effect of AMF *Gigaspora albida* on gas exchange in creole corn under dilutions of saline waste. The study was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design, in a 3 x 4 factorial scheme, and six replications. The treatments were a combination of three mycorrhizal conditions: (M1- control plants without fungal inoculum, M2- plants with *G. albida* fungal inoculum and M3- plants with *G. albida* fungal inoculum, plus soil microbiota), and four saline waste dilutions (CEa): 0.5; 1.8; 3.1 and 4.4 dS m<sup>-1</sup>. Irrigation with saline waste water reduced gas exchange in Creole corn (Cultivar Ibra). The association with FMA *Gigaspora albida* increased sweating at a level of 1.9 dS m<sup>-1</sup>.

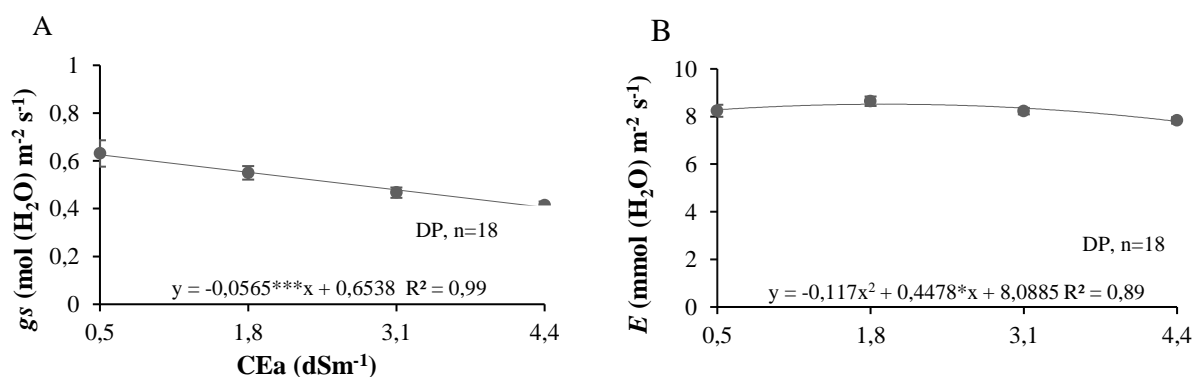
**KEYWORDS:** stomatal conductance, abiotic stress, water reuse.

**INTRODUÇÃO:** A escassez de água representa uma das maiores preocupações enfrentadas pelo mundo. A alta demanda desse recurso, para suprir as necessidades populacionais crescentes, torna-o cada vez mais escasso (EMBRAPA, 2019). Nas regiões áridas e semiáridas, o uso de tecnologias

de convivência baseadas no manejo sustentável da água, como o reuso de água salobra é uma prática bastante comum (DIAS et al., 2016). Na agricultura atende à necessidade hídrica das culturas, ao passo que reduz o consumo de água de boa qualidade. Contudo, o uso de águas salinas para a irrigação, quando não aplicadas técnicas adequadas, constitui um sério problema para a agricultura. A presença de sais desencadeia várias alterações no metabolismo celular, dentre as quais o fechamento estomático. Esse comportamento limita as trocas gasosas e reduz os processos fotossintéticos (FERNANDES et al., 2022). Tomando em nota estratégias que possibilitem o uso do rejeito salino como água de irrigação, assim como o uso de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) que são considerados uma abordagem eficiente para o alívio do estresse salino em plantas (EVELLIN et al., 2019). Com base no exposto, avaliou-se o efeito do fungo micorrízico arbuscular (FMA) *Gigaspora albida*, nas trocas gasosas de milho crioulo (variedade Ibra), sob diferentes níveis de condutividade elétrica do rejeito salino da osmose reversa.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O estudo foi realizado na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em ambiente de casa de vegetação. O ensaio foi conduzido em delineamento casualizado, em esquema fatorial 3 x 4, com seis repetições, contabilizando 72 parcelas. Os tratamentos foram constituídos de três tratamentos micorrízicos: plantas sem micorrizas em solo autoclavado (M1); plantas com micorrizas em solo autoclavado (M2) e plantas com micorrizas em solo não autoclavado (M3) e quatro níveis de diluições do rejeito salino (CEa): 0,5, 1,8, 3,1 e 4,4 dS m<sup>-1</sup>. As diluições foram a mistura com água de abastecimento. A cultura utilizada foi o milho crioulo (Cultivar Ibra). Para o ensaio experimental, o substrato (areia lavada e composto orgânico, 2: 1: 1 respectivamente), foi esterilizado em autoclave a 121° C, 1 ATM por 2h, com exceção dos tratamentos de M3. Nos tratamentos micorrízico foi inoculado 100g de solo contendo inoculo de FMA, antes da semente. Foram semeados três semente de milho, por vaso, permanecendo duas plantas após desbaste. A irrigação com água salina iniciou 15 dias após o desbaste. Aos 30 dias, pós estabelecimento dos tratamentos salinos, realizou-se as avaliações das trocas gasosas. As leituras foram realizadas no período da manhã entre as 7h00 e 9h00, na terceira folha do meristema apical, utilizando um analisador de gás infravermelho portátil (IRGA), Sistema de Fotossíntese Portátil LCPro (ADC BioScientific Limited, Hertfordshire, Reino Unido) com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 fotomônios m<sup>+</sup>®<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, e fluxo de ar de 200 mL min<sup>-1</sup>. Foram quantificadas a transpiração (E) (mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), condutância estomática (gs) (mol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de assimilação líquida (A) e temperatura foliar (TI) (°C). Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F. Quando significativo, aplicou-se teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para condição micorrízica e regressão para diluições do rejeito salino. Utilizou-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2014).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A salinidade afetou as trocas gasosas do milho crioulo. A condutância estomática (gs) do milho irrigado em função dos níveis de condutividade elétrica do rejeito salino (CEa), apresentou comportamento linear decrescente. A maior redução foi de 34,38% na gs, nos níveis 4,4 dS m<sup>-1</sup> em relação ao nível 0,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1A).



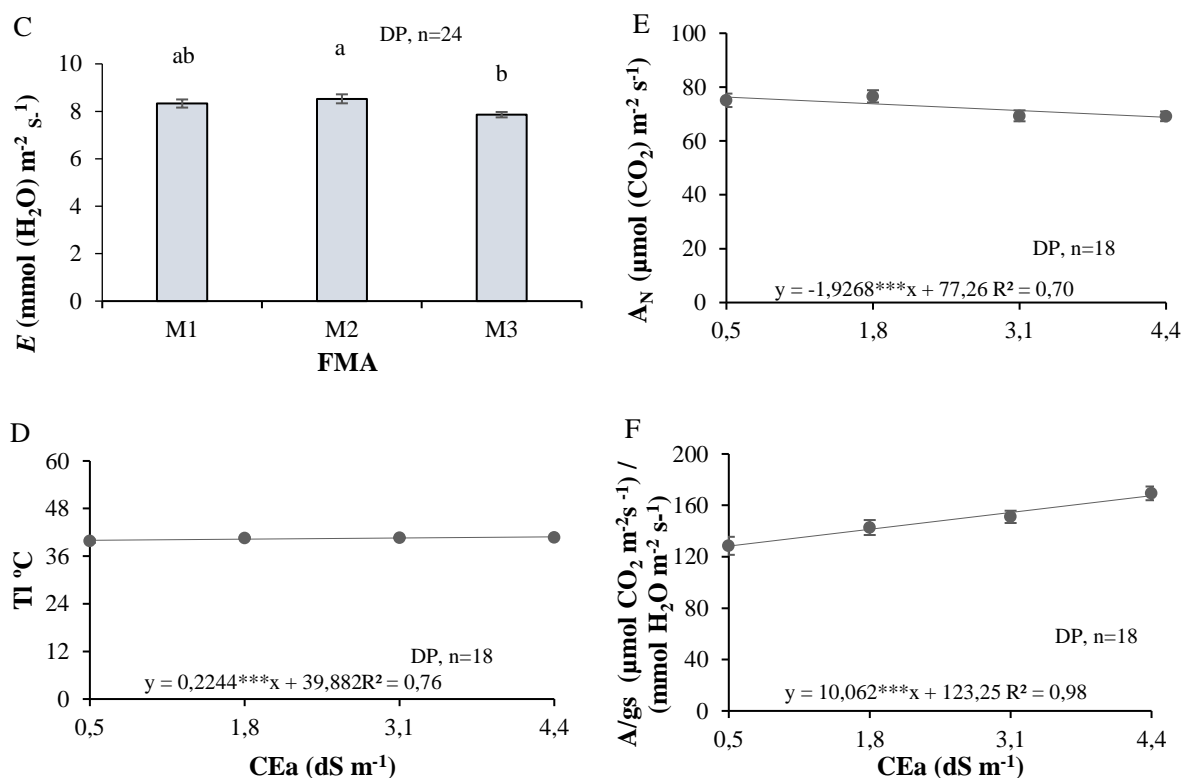


FIGURA 1. Condutância estomática  $g_s$  - (A), regressão e teste de médias para transpiração -  $E$  (BC), temperatura foliar -  $Tl$  (D), taxa de assimilação de  $CO_2$   $A_N$  - (E) e eficiência intrínseca do uso da água -  $A/g_s$  (F) de plantas de milho crioulo em função da  $CEa$  ( $dSm^{-1}$ ) e influência de FMA • (M1) plantas testemunha sem inóculo fúngico, ■ (M2) plantas com inóculo fúngico de *G. albida*, ▲ (M3) plantas com inóculo fúngico de *G. albida*, mais a microbiota do solo. Letras minúsculas semelhantes na linha ( $CEa$ ) e maiúsculas na coluna (FMA) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0.05$ ).

A taxa de transpiração ( $E$ ) do milho em função da  $CEa$  do rejeito salino foi maior no nível  $1,91 dS m^{-1}$ , configurando acréscimo de  $3,4 \%$ , comparado ao nível  $0,5 dS m^{-1}$  (Figura 1B). Entre os tratamentos micorrízicos, observa-se nas plantas M2 a maior média de transpiração, com valor de  $8,53 mmol (H_2O) m^{-2} s^{-1}$ , diferindo estatisticamente do tratamento M3 com uma diferença de  $8,5\%$  (Figura 1C). A taxa de assimilação de  $CO_2$  ( $A_N$ ) do milho foi reduzida em função do aumento da  $CEa$  do rejeito salino. A maior  $A_N$  foi observada nas plantas testemunhas ( $CE 0,5 dSm^{-1}$ ), com uma diferença de  $5,938 \mu mol (CO_2) m^{-2} s^{-1}$  (Figura 1D). A temperatura foliar ( $Tl$ ) e a eficiência intrínseca do uso da água ( $A/g_s$ ) das plantas de milho se ajustaram de forma linear crescente em função do aumento da condutividade elétrica do rejeito salino. Comparando os valores médios  $Tl$  e  $A/g_s$  do milho nos níveis  $0,5$  e  $4,4 dS m^{-1}$ , a diferença é de  $0,94 ^\circ C$  e  $10.062 (\mu mol CO_2 m^{-2} s^{-1}) / (mmol H_2O m^{-2} s^{-1})$  (Figura 1EF). A irrigação com rejeito salino reduziu as trocas gasosas em todas as plantas de milho, limitando a  $g_s$ ,  $A_N$ , e  $E$ , ao passo que, elevou a  $A/g_s$  e a  $Tl$  em todas as plantas, com ou sem associação micorrízica. A redução da  $g_s$  dá-se devido ao fechamento estomático, uma das primeiras respostas da planta ao estresse osmótico, induzido pelo aumento da  $CEa$  do solo (BRAZ et al., 2019). Essa é uma resposta fisiológica que as plantas utilizam para reduzir a transpiração, melhorar a eficiência no uso da água e manter as atividades metabólicas dependentes de água (TAIZ et al., 2017). Essa estratégia limita a perda de água por transpiração, mas reduz o influxo de  $CO_2$ , uma vez que, a via fotossintética do  $CO_2$  é dependente dos espaços aéreos subestomáticos para os locais de carboxilação (ZAHRA et al., 2022). Os resultados indicam que a elevação da temperatura foliar no milho, deve-se ao fechamento dos estômatos e redução da  $E$ . Esses resultados correspondem aos de RODRIGUES et al. (2021), que tiveram  $g_s$ ,  $A_N$  e  $E$  reduzidas, e a  $Tl$  aumentada no milho em função do aumento da  $CEa$  da água de irrigação. As respostas observadas evidenciam que apesar da redução nas trocas gasosas, os danos à fotossíntese foram considerados baixos, ponderando a  $A_N$  elevada, até mesmo nos níveis mais salinos. Provavelmente devido ao caráter da própria variedade crioula, que por sua natureza, apresenta maior variabilidade

e capacidade adaptativa as condições em suas áreas de cultivo (ADHIKARI et al., 2022) e aos efeitos benéficos dos FMAs.

**CONCLUSÃO:** A irrigação utilizada com rejeito salino da osmose reversa reduziu as trocas gasosa do milho crioulo (Cultivar Ibra). Comparando os melhores resultados de gs do milho, as plantas irrigadas com rejeito salino diminuíram a gs em no mínimo 24,4% nos níveis 0,5 e 4,4 dS m<sup>-1</sup>, comparado à água de abastecimento. A taxa de transpiração (E) do milho em função da CEa do rejeito salino foi maior no nível 1,91 dS m<sup>-1</sup>, com valor de 8,52 mmol (H<sub>2</sub>O) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, configurando acréscimo de 3,4%, comparado ao nível 0,5 dS m<sup>-1</sup>. A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (AN) das plantas de milho foi reduzida em função do aumento da CEa do rejeito salino, Tal diferença foi de 5,938 μmol (CO<sub>2</sub>) m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, para o nível 0,5 dS m<sup>-1</sup> comparado ao nível 4,4 dS m<sup>-1</sup>.

**REFERÊNCIAS:** ADHIKARI, S., KUMARI, J., JACOB, S. R., PRASAD, P., GANGWAR, O. P., LATA, C., ... & KUMAR, S., 2022. Landraces-potential treasure for sustainable wheat improvement. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 2, 499-523.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. **Agricultura bioessalina: desafios e alternativas para o uso de águas salobras e salinas no semiárido brasileiro.** / Everaldo Rocha Porto ... [et al.]. – Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 38p.

EVELIN, H., DEVI, T.S., GUPTA, S., KAPOOR, R., 2019. Mitigation of salinity stress in plants by arbuscular mycorrhizal symbiosis: Current understanding and new challenges. **Frontiers in Plant Science**. 470.

FERNANDES, C. D. S., FERREIRA-NETO, M., DIAS, N. D. S., REGES, L. B. L., SILVA, L. D. A., MOREIRA, R. C. L., SILVA, A. A., PAIVA, E. P., FERNANDES, P. D., SA, F. V. D. S. The appropriate source of nitrogen for Italian Zucchini under salt stress conditions. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-11, 2022

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

SANTOS, S. T.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, G. B. S.; SÁ, F. V. S.; COSTA, J. P. B. M.; FERNANDES, P. D. Photochemical efficiency of basil cultivars fertigated with salinized nutrient solutions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 5, p. 320-325, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZAHRA, N., HINAI, M. S. A., HAFEEZ, M. B., REHMAN, A., WAHID, A., SIDDIQUE, K. H. M., FAROOQ, M., 2019. Regulation of photosynthesis under salt stress and associated tolerance mechanisms. **Plant Physiology and Biochemistry**, 178, p. 55-69.