

EFEITO DO POTÁSSIO SOBRE AS TROCAS GASOSAS EM COUVE FOLHA SUBMETIDA AO ESTRESSE SALINO EM CULTIVO HIDROPÔNICO

MARIA JÚLIA DA SILVA OLIVEIRA¹, MARIA MIRLA DOS SANTOS SOUSA²,
ISADORA KAROLINE SILVA³, FRANCISCO VALDEGONES SELINO CARUCA⁴,
MIKHAEL RANGEL DE SOUZA MELO⁵, FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA⁶

¹ Graduando em agronomia, Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN,

² Graduanda em agronomia, Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN

³ Graduanda em agronomia, Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN

⁴ Graduanda em agronomia, Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN

⁵ Dr. em Manejo de Solo e Água, Universidade Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN

⁶ Prof. Dr. Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água.

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do potássio sobre as trocas gasosas em couve folha submetida ao estresse salino em cultivo hidropônico. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco soluções nutritivas ((S1- solução nutritiva padrão; S2 – solução nutritiva salinizada com NaCl (5,0 dS m⁻¹); S3 – solução nutritiva salinizada com NaCl + 25% extra de K; S4 - solução nutritiva salinizada com NaCl + 50% extra de K; S5 - S4 - solução nutritiva salinizada com NaCl + 100% extra de K). Foram analisadas as seguintes variáveis: condutância estomática, transpiração, taxa e assimilação de CO₂, concentração intercelular de CO₂, eficiência instantânea do uso da água e eficiência instantânea de carboxilação. Todas as variáveis foram afetadas pelas soluções nutritivas aplicadas. A adição de NaCl na solução nutritiva reduziu as variáveis condutância estomática, transpiração, taxa e assimilação de CO₂ e concentração intercelular de CO₂, mas a adição extra de K em 25% reduziu o efeito do estresse salino. A eficiência instantânea do uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação aumentaram sob estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassica oleracea* L. var. acephala, cultivo sem solo, nutrição potássica

EFFECT OF POTASSIUM ON GAS EXCHANGE IN KALE SUBMITTED TO SALINE STRESS IN HYDROPONIC CULTIVATION

ABSTRACT: This study was developed with the aim of evaluating the effect of potassium on gas exchange in kale subjected to saline stress in hydroponic cultivation. The experimental design adopted was completely randomized, with five treatments and four replications. The treatments were composed of five nutrient solutions ((S1- standard nutrient solution; S2 – nutrient solution saline with NaCl (5.0 dS m⁻¹); S3 – nutrient solution saline with NaCl + 25% extra K; S4 - nutrient solution saline nutrient solution with NaCl + 50% extra K; S5 - S4 - saline nutrient solution with NaCl + 100% extra K). The following variables were analyzed: stomatal conductance, transpiration, rate and assimilation of CO₂, intercellular concentration of CO₂, instantaneous water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency. All variables were affected by the nutrient solutions applied. The addition of NaCl to the nutrient solution reduced the variables stomatal conductance, transpiration, rate and assimilation of

CO₂ and intercellular concentration of CO₂, but the adding extra K by 25% reduced the effect of salt stress. Instantaneous water use efficiency and instantaneous carboxylation efficiency increased under salt stress.

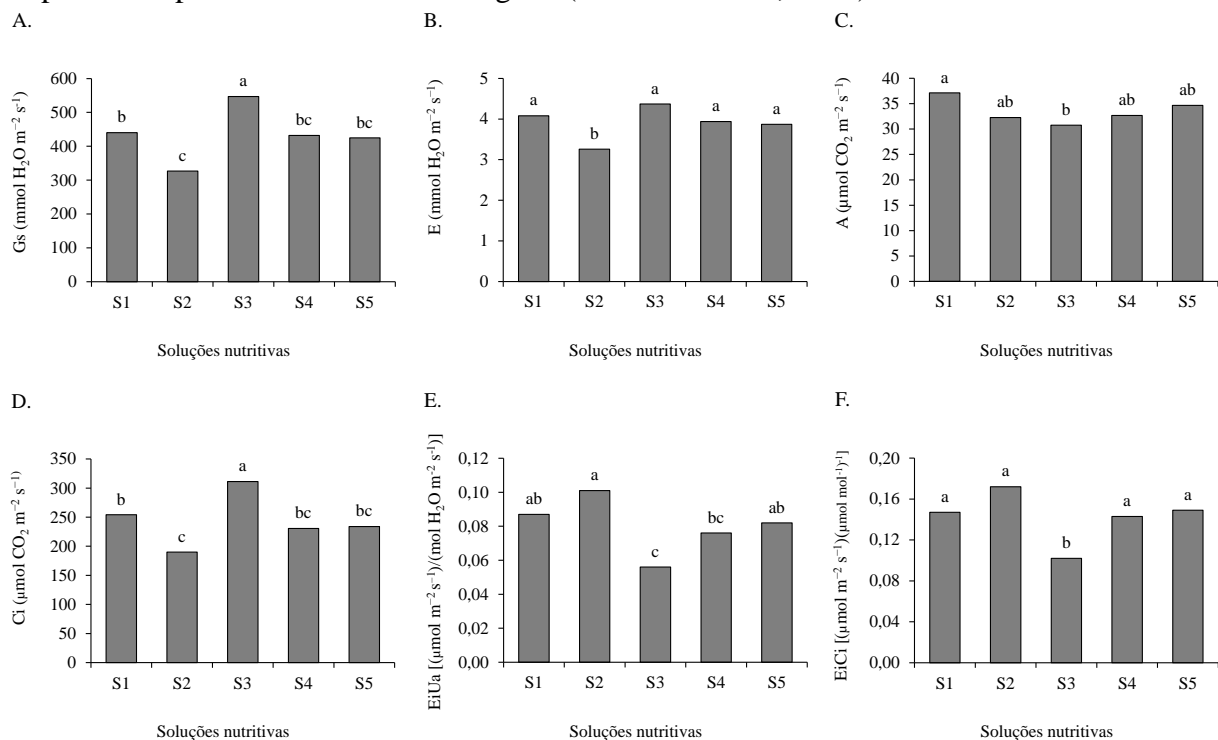
KEYWORDS: *Brassica oleracea* L. var. acephala, soilless cultivation, potassium nutrition

INTRODUÇÃO: A couve-de-folhas (*Brassica oleracea* L. var. acephala) é uma hortaliça folhosa pertencente à família Brassicaceae. A cultura tem registrado uma taxa de consumo crescente como uma mistura de salada e suco devido a seus altos benefícios para aumentar a imunidade humana (KUCUKYUMUK & SUAREZ, 2021). Embora seja uma cultura que vem ganhando espaço na produção, a couve folha ainda é pouco enfocada em trabalhos na literatura especializada em produção hidropônica ou mesmo sobre sua produção utilizando águas salobras. Nesse sentido, o cultivo em sistema hidropônico pode ser vantajoso para a cultura da couve, podendo agregar valor e melhor qualidade das folhas em termos de segurança alimentar. Assim como no cultivo em solo, deve dar importância à qualidade da água utilizada, principalmente quanto à concentração de sais dissolvidos, pois o estresse salino pode provocar alterações morfológicas e fisiológicas nas plantas. Em estudo com couve folhas, Silva et al. (2023) verificaram reduções nas trocas gasosas, enquanto Oliveira et al. (2023) observaram que o estresse salino provocou desbalanço nutricional nas plantas, principalmente com aumento na absorção de sódio (Na⁺) e redução nos teores foliares de potássio (K⁺). Além disso, o potássio desempenha um papel importante na estimulação do crescimento radicular, aumentando a área foliar, o teor de clorofila, a taxa de assimilação líquida, equilibrando o potencial de membrana e o turgor, ativando enzimas, regulando a pressão osmótica (UMAR et al., 2011). Diante do exposto, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do potássio sobre as trocas gasosas em couve folha submetida ao estresse salino em cultivo hidropônico.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no campus central da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró, RN, situada nas seguintes coordenadas: 5° 12' 4" de latitude Sul, 37° 19' 39" de longitude Oeste, e altitude média de 18 m. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por cinco soluções nutritivas ((S1- solução nutritiva padrão; S2 – solução nutritiva salinizada com NaCl (5,0 dS m⁻¹); S3 – solução nutritiva salinizada com NaCl + 25% extra de K; S4 - solução nutritiva salinizada com NaCl + 50% extra de K; S5 - S4 - solução nutritiva salinizada com NaCl + 100% extra de K). A solução nutritiva padrão (S1) seguiu a recomendação de Furlani et al. (1999), para o cultivo de melão em NFT. Utilizou-se mudas de couve folha, cv. Manteiga da Geórgia, produzidas em bandeja de PVC, utilizando substrato de fibra de coco e fertirrigadas por capilaridade. As mudas foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade para 11 litros, contendo substrato de fibra de coco, sendo uma muda por vaso. Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema de fertirrigação independente, composto por um reservatório (500 L), um conjunto motobomba, linhas laterais com mangueira de polietileno (16 mm) e emissores com microtubos do tipo espaguete, com diâmetro interno de 1,5 mm. O manejo da irrigação foi realizado utilizando um temporizador digital, programado para seis irrigações diárias, com duração de dois minutos cada evento. As análises de trocas gasosas foram realizadas aos 60 dias após o transplante, utilizou-se um analisador de gás no infravermelho, modelo "LCPro +" - ADC Bio Scientific Ltd. operando com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 μmol de fótons m⁻²s⁻¹ e vazão de ar de 200 mL min⁻¹ no nível atmosférico de CO₂. As leituras de trocas gasosas foram realizadas na primeira folha totalmente expandida contada a partir da base do primeiro ramo. As avaliações foram

realizadas no período da manhã, entre 9:00 e 11:00 horas, sendo analisadas as seguintes variáveis: condutância estomática (Gs), transpiração (E), taxa e assimilação de CO₂ (A), concentração intercelular de CO₂ (Ci), eficiência instantânea do uso da água (EiUa) e eficiência instantânea de carboxilação (EiCi). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as variáveis que apresentaram resposta significativa foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Toda as variáveis analisadas foram afetadas pelas soluções nutritivas estudadas. O uso de água salinizada com NaCl provocou reduções nas variáveis condutância estomática (Gs), transpiração (E), taxa e assimilação de CO₂ (A) e concentração intercelular de CO₂ (Ci), com perdas de 25,7; 20,1; 13,0 e 25,3%, para Gs (Figura 1A), E (Figura 1B), A (Figura 1C) e Ci (Figura 1D), respectivamente, em comparação com os valores obtidos nessas variáveis, na solução nutritiva padrão. No entanto, os resultados mostraram que a adição extra de K em 25% (S3) mitigou ou anulou o efeito do estresse salino sobre essas variáveis. Reduções nessas variáveis referentes a trocas gasosas (Gs, E, A e Ci) em resposta ao estresse salino tem sido relatada por vários autores no cultivo em solo (SALACHNA et al., 2017) e em cultivo hidropônico (SILVA et al., 2023). Essa redução nestas variáveis pode afetar diretamente o crescimento das plantas devido ao esgotamento dos recursos energéticos responsáveis pelo desenvolvimento vegetal (KŁOSOWSKA, 2010).



Colunas com as mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

FIGURA 1. Condutância estomática (A), transpiração (B), taxa e assimilação de CO₂ (C), concentração intercelular de CO₂ (D), eficiência instantânea do uso da água (E) e eficiência instantânea de carboxilação (F) em couve folha cultivada em fibra de coco e fertirrigada com soluções nutritivas salinizadas e níveis de potássio.

Por outro lado, as variáveis eficiência instantânea do uso da água (EiUa) e eficiência instantânea de carboxilação (EiCi) aumentaram nas plantas fertirrigadas com a solução nutritiva salinizada (S2), apresentando ganhos de 16,1 para EiUa (Figura 1E) e 17,0% para EiCi (Figura 1F), respectivamente, em comparação com a solução S1. Esses resultados estão

de acordo com os apresentados por Viana et al. (2021), os quais também observaram aumento na EiUa em plantas de couve folha irrigadas com água salina. Ainda nas Figuras 1E e 1F, verificou-se que a adição de K na solução nutritiva salinizada reduziu essas variáveis. O aumento nessas variáveis em plantas sob estresse salino pode ser explicado devido essas plantas que vivem em ambientes com estresse salino responderem diferentemente ao potencial hídrico do solo do que aquelas que crescem sob condições não salinas (SHOUKAT, et al., 2018), através de importantes mecanismos de defesa presente em algumas espécies ou materiais genéticos melhorados, sendo um deles o ajuste osmótico, através do acúmulo de solutos que podem ajudar a alcançar o equilíbrio osmótico, a captação de água para manter o crescimento (FLOWERS & COLMER, 2008).

CONCLUSÕES: A adição de NaCl na solução nutritiva reduziu as variáveis condutância estomática, transpiração, taxa e assimilação de CO₂ e concentração intercelular de CO₂, mas a adição extra de K em 25% reduziu o efeito do estresse salino. A eficiência instantânea do uso da água e a eficiência instantânea de carboxilação aumentaram sob estresse salino.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem a CAPES pela bolsa de mestrado do segundo autor, ao Programa de Pós-Graduação em Manejo e Água da UFERSA, e ao Grupo de Pesquisa em Irrigação e Nutrição de Plantas (IRRIGANUTRI) pela disponibilidade a infraestrutura necessária e equipe de pesquisadores.

REFERÊNCIAS:

- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- FLOWERS T. J.; COLMER T. D. Salinity tolerance in halophytes. **New Phytologist**, v. 179, p. 945-963, 2008.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. (Boletim técnico) Instituto Agrônomo, Campinas, 1999. 52 p.
- KŁOSOWSKA K. Reakcje roślin na stres solny. **Kosmos**, n.3-4 v.59, p.539-549, 2010.
- KUCUKYUMUK, Z.; SUAREZ, D. L. The effect of selenium on salinity stress and selenate – sulfate comparison in kale. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 20, p.2996-3004, 2021.
- OLIVEIRA, F. A.; SILVA, D. D.; SANTOS, S. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; NASCIMENTO, L.; SILVA, R. T.; SOUSA NETO, O. N.; PINTO, F. F. B. Mineral nutrition and hydroponic kale production under saline stress and calcium nitrate. **Horticultura Brasileira**, v. 41, e2615, 2023.
- SALACHNA, P.; PIECHOCKI, R.; BYCZYŃSKA, M. Plant growth of curly kale under salinity stress. **Journal of Ecological Engineering**, v.18, p.119-124, 2017.
- SHOUKAT, E.; AZIZ, I.; AHMED, M. Z.; ABIDEEN, Z.; KHAN, M. A. Growth patterns of *Phragmites karka* under saline conditions depend on the bulk elastic modulus. **Crop and Pasture Science**, v. 69, n. 5, p. 535-545, 2018.
- SILVA, D. D.; OLIVEIRA, F. A.; NASCIMENTO, L.; SÁ, F. V. S.; SANTOS, S. T.; FERNANDES, P. D. Leaf gas exchanges and production of kale under Ca(NO₃)₂ concentrations in salinized nutrient solution. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v.27, p.157-163, 2023.
- UMAR, S.; DIVA, I.; ANJUM, N. A.; IQBAL, M.; AHMAD, I.; PEREIRA, E. Potassium-induced alleviation of salinity stress in *Brassica campestris* L. **Central European Journal of Biology**, v. 6, p. 1054-1063, 2011.