



TROCAS GASOSAS DE QUIABEIRO SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA E APLICAÇÃO FOLIAR DE H₂O₂

Rafaela Aparecida Frazão Torres¹, Francisco Jean da Silva Paiva², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Iracy Amélia Pereira Lopes⁵, Iara Almeida Roque⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas do quiabeiro sob irrigação com águas e aplicação exógena de peróxido de hidrogênio (H₂O₂). A pesquisa foi conduzida em lisímetros de drenagem com capacidade para 20 L sob condições de campo, em Pombal, PB. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 5 × 3, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e três concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0, 25 e 50 µM), com cinco repetições, totalizando 75 plantas. O aumento dos níveis salinos alterou de forma negativa as trocas gasosas das plantas de quiabeiro, aos 45 dias após o transplântio. A aplicação foliar de H₂O₂ até a concentração de 50 µM não atenuou os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas de quiabeiro cv. Clemson Americano 80, aos 45 dias após o transplântio.

PALAVRAS-CHAVE: atenuante, estresse abiótico, horticultura

GASEOUS EXCHANGES OF QUABEIRO UNDER LEAF APPLICATION OF H₂O₂ AND IRRIGATION WITH SALINE WATER

ABSTRACT: The objective was to evaluate gas exchange in okra under irrigation with water and exogenous application of hydrogen peroxide (H₂O₂). The research was conducted in drainage lysimeters with a capacity of 20 L under field conditions, in Pombal, PB. A randomized block design in a 5 × 3 factorial scheme was used, with five levels of electrical

¹ Discente do curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: rafaelatorres1997@gmail.com

² Bolsista de Doutorado da CAPES, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: je.an_93@hotmail.com

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

⁴ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

⁵ Msc. em Horticultura Tropical, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: iracyamelia.lopes@gmail.com

⁶ Bolsista de Doutorado do Cnpq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: yara.roque.sb@gmail.com

conductivity of irrigation water - ECa (0.3; 1.3; 2.3; 3.3 and 4.3 dS m⁻¹) and three concentrations of hydrogen peroxide – H₂O₂ (0, 25 and 50 µM), with five replicates, totaling 75 plants. The increase in saline levels negatively altered gas exchange in okra plants, 45 days after transplanting. Foliar application of H₂O₂ up to a concentration of 50 µM did not attenuate the deleterious effects of saline stress on okra plants cv. American Clemson 80, 45 days after transplantation.

KEYWORDS: attenuating, abiotic stress, horticulture

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L.), de origem africana e pertencente a família Malvaceae, é uma hortaliça amplamente consumida no Brasil (SALES et al., 2021). De acordo com dados do último Censo Agropecuário (2017), o quiabeiro atingiu uma produtividade de 43.341 toneladas por hectare, com rendimento de mais de 191.400 mil reais, destacando-se as regiões do Sudeste e Nordeste como um dos maiores produtores (IBGE, 2023).

Devido a tolerância a altas temperaturas e a sua rusticidade, o quiabeiro possui adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região semiárida brasileira, contudo, em virtude da baixa disponibilidade de água nessa região, faz-se necessário o uso de águas que possuem altos teores de sais como uma alternativa para o desenvolvimento agrícola (RIBEIRO et al., 2016; NASCIMENTO et al., 2017; SILVA et al., 2019).

Entretanto, devido as altas concentrações de sais dispostas nessas águas, o desenvolvimento de culturas sensíveis ao estresse salino é afetado de forma negativa, devido a diminuição do potencial osmótico do solo, interferindo no processo de absorção de água e nutrientes, além de provocar alterações nos processos fisiológicos e morfológicos das plantas (SILVA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020).

Dentre as alternativas para amenizar os efeitos ocasionados pela salinidade destaca-se a aplicação exógena do peróxido de hidrogênio (H₂O₂). O H₂O₂ atua como molécula sinalizadora em plantas submetidas aos estresses bióticos ou abióticos (GE et al., 2015). Silva et al. (2019) em estudo observaram que a utilização do peróxido de hidrogênio em pequenas concentrações atua de forma preventiva ao estresse, fazendo com que o sistema de defesa da planta seja ativado, induzindo assim a rápida adaptação ao estresse salino. Com isto, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas das plantas de quiabeiro sob irrigação com água salina e aplicação foliar de H₂O₂.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido sob condições de campo, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×3 , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m^{-1}) e três concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (0, 25 e 50 μM). A combinação entre os fatores resultou em 15 tratamentos, com cinco repetições e uma planta por parcela.

Devido a poucos estudos com H_2O_2 em hortaliças, as concentrações utilizadas nesta pesquisa foram baseadas em trabalhos realizados com abobrinha (DANTAS et al., 2021), enquanto os níveis salinos foram baseados em estudo desenvolvido por Soares et al. (2020).

A semeadura foi realizada em bandeja de polietileno com 162 células, com capacidade de 50 ml, utilizando duas sementes por células na profundidade de 0,5 cm da cv. Clemson Americano 80. O substrato utilizado foi obtido pela mistura de solo, areia e esterco bovino curtido na proporção de 2:1:1 (em base de volume), respectivamente. Nessa fase as plantas foram irrigadas diariamente com água de baixa salinidade (0,3 dS m^{-1}), posteriormente, foi realizado o desbaste de plantas, deixando-se apenas uma planta por célula.

Aos 20 dias após a semeadura, momento em que as plantas atingiram 10 cm de altura e dois pares de folhas definitivas, foi realizado o transplântio para os vasos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade para 20 L, os quais foram preenchidos com 22 kg de um Neossolo Flúvico de textura Franco Arenoso, cujas características químicas e físico- hídrica foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017). A adubação com NPK (100 mg N kg^{-1} de solo; 300 mg P_2O_5 kg^{-1} de solo e 150 mg K_2O kg^{-1} de solo) foi realizada conforme recomendação de Novais et al. (1991). As adubações foram aplicadas em cobertura, divididas em três parcelas, sendo a primeira adubação aos 10 dias após o transplântio.

A água de menor condutividade elétrica (0,3 dS m^{-1}) foi obtida do sistema público de abastecimento de Pombal-PB e os demais níveis de CEa foram preparadas a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) considerando a relação entre CEa e concentração de sais. A solução do peróxido de hidrogênio foi obtida pela diluição do H_2O_2 em água deionizada, armazenada em recipientes plásticos revestidos com papel alumínio.

Após o transplântio, as plantas receberam, conforme tratamento, a aplicação exógena do peróxido de hidrogênio via pulverização foliar com início às 17 horas, sendo realizada de forma

manual com um borrifador, visando obter o molhamento completo das folhas em intervalo de 15 dias após transplantio.

Os efeitos dos tratamentos foram avaliados aos 45 dias após o transplantio (DAT) através das trocas gasosas, pela condutância estomática - g_s ($\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 - C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração - E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e taxa assimilação de CO_2 - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), utilizando-se um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro - SD da ADC Bioscientific, UK).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de condutividade elétrica da água e teste de comparação de médias (Tukey) para as concentrações de H_2O_2 , utilizando-se o software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento da CEA de irrigação promoveu aumento na concentração intercelular de CO_2 - C_i (Figura 1A), sendo constatado aumento de 16,35% e 13,57% por incremento unitário da CEA na C_i das plantas que receberam aplicação foliar de 0 μM e 25 μM de H_2O_2 , respectivamente. Constata-se não haver efeito significativo da C_i em função da CEA quando as plantas receberam a concentração de 50 μM .

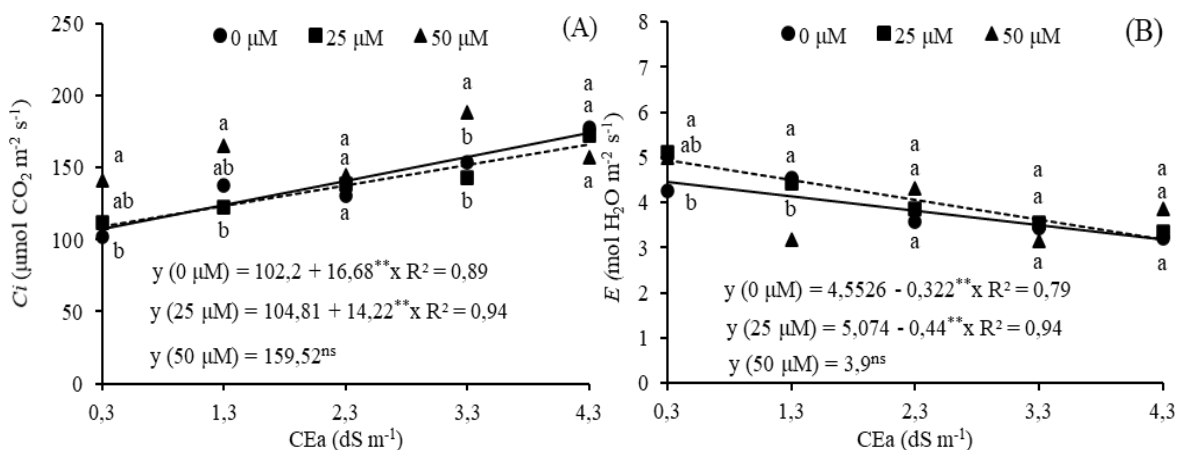


Figura 1. Concentração interna de CO_2 - C_i (A) e transpiração - E (B) das plantas de quiabeiro cv. Clemson Americano 80, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEA e concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 , aos 45 após o transplantio.

A transpiração foliar reduziu linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, independente da concentração de peróxido de hidrogênio (Figura 1B). Observa-se nas plantas sob as concentrações de 0 e 25 μM redução na E de 7,06 e 8,67% por incremento

unitário, respectivamente. Destaca-se que, a concentração de 50 μM de H_2O_2 sob as distintas CEa de irrigação não obteve ajuste satisfatório para os modelos de regressão testados para E das plantas de quiabeiro, aos 45 DAT.

A condutância estomática – g_s foi influenciada significativamente pela interação entre os fatores (CEa \times H_2O_2). Observa-se que, para as concentrações de 0 μM e 25 μM de H_2O_2 os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear decrescente, sendo a redução de 10,87% e 12,82%, respectivamente, por aumento unitário da CEa (Figura 2B). Para a concentração de 50 μM de H_2O_2 , observa-se que, os dados se ajustaram ao modelo de regressão polinomial, onde o maior valor estimado foi de 0,298 mol H_2O m^{-2} s^{-1}) nas plantas que receberam água de condutividade elétrica de 0,3 dS m^{-1} .

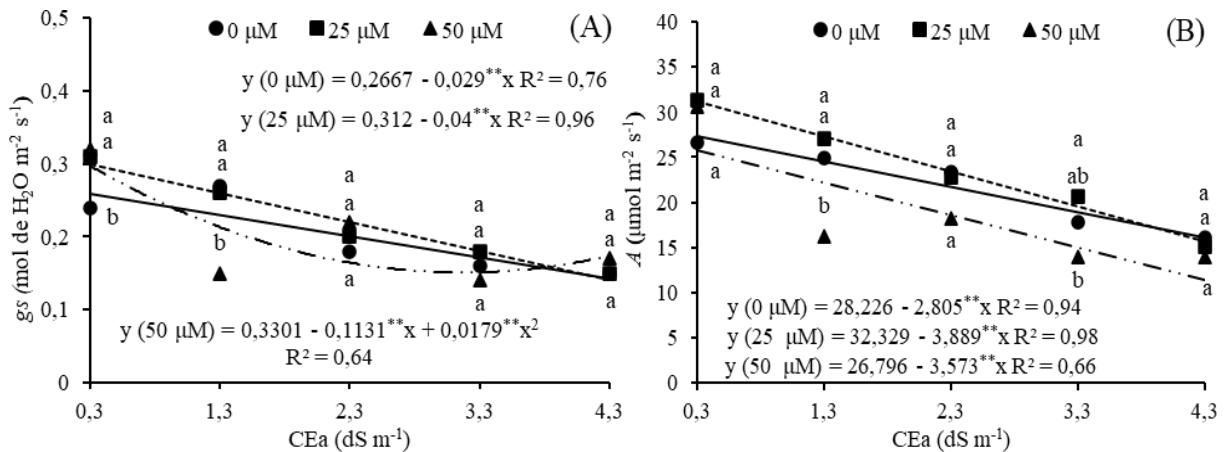


Figura 2. Condutância estomática - g_s (A) e taxa de assimilação de CO_2 - A (B) das plantas de quiabeiro cv. Clemson Americano 80, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 , aos 45 após o transplantio.

A taxa de assimilação de CO_2 (A) das plantas de quiabeiro sob aplicação foliar de H_2O_2 reduziu em função do aumento da CEa de irrigação (Figura 2B). Nota-se redução linear em todas as concentrações de peróxido de hidrogênio em função do incremento da CEa, sendo os decréscimos de 9,94; 12,03 e 13,33%, respectivamente, por aumento unitário da CEa, quando aplicou-se as concentrações de 0; 25 e 50 μM , respectivamente.

CONCLUSÕES

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação reduz as trocas gasosas das plantas de quiabeiro, aos 45 dias após o transplantio. A aplicação foliar de H_2O_2 até a concentração de 50 μM não atenuou os efeitos da salinidade da água de irrigação nas plantas de quiabeiro, aos 45 dias após o transplantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANTAS, M. V.; LIMA, G. S. DE; GHEY, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, L. DE A.; FERNANDES, P. D. Summer squash morphophysiology under salt stress and exogenous application of H₂O₂ in hydroponic cultivation. **Comunicata Scientiae**, v. 12, n. 1, e3464, 2021.
- GE, X. M.; CAI, H. L.; LEI, X.; ZOU, X.; YUE, M. E.; HE, J. M. Heterotrimeric G protein mediates ethylene-induced stomatal closure via hydrogen peroxide synthesis in Arabidopsis. **The Plant Journal**, v. 82, n. 1, p. 138-150, 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 março 2023.
- NASCIMENTO, P. D. S.; PAZ, V. P. D. S.; FRAGA JÚNIOR, L. S.; COSTA, I. P. Crescimento vegetativo do quiabeiro em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **In Colloq. Agrar**, p. 10-15, 2017.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. (ed). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa- SEA. p. 189-253. 1991.
- OLIVEIRA, H.; NASCIMENTO, R. DO; NASCIMENTO, E. C. S.; LIMA, R. F. DE; BEZERRA, C. V. DE C. Emergence and growth of maize submitted to inoculant doses associated with saline water irrigation. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, n. 1, e66102, 2020.
- RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. DE; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, Cap.2. p. 9-15, 2016.
- SALES, J. R. DA S.; MAGALHÃES, C. L.; FREITAS, A. G. S.; GOES, G. F.; SOUSA, H. C. DE.; SOUSA, G. G. DE. Physiological indices of okra under organomineral fertilization and irrigated with salt water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 7, p. 466-471, 2021.
- SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. DE P.; VELOSO, L. L. DE S. A. Gasexchanges and growth of passion fruit seedlings under

salt stress and hydrogen peroxide. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, n. 1, e55671, 2019.

SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; VELOSO, L. L. DE SÁ A.; AZEVEDO, C. A. V. DE; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; SILVA, L. DE A. Hydrogen peroxide on acclimation of soursop seedlings under irrigation water salinity. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 1441-1454, 2019.

SILVA, F. DE A. DA; CAMPOS JÚNIOR, J. E.; DIAS, M. DOS S.; SILVA, L. J. DA S.; SANTOS, R. H. S. DOS; BATISTA, M. C. Crescimento inicial do meloeiro sob salinidade da água e aplicação exógena de H₂O₂. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 3. p. 2-8, 2019.

SOARES, L. A. DOS A.; SILVA, R. G. DA; LIMA, G. S. DE; SALES, G. N. B.; COSTA, F. B. DA.; NETA, A. M. DE S. S.; MOREIRA, R. C. L.; GOMES, J. P. Preservation by lactic fermentation and physicochemical characterization of okra produced under water salinity and potassium fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 2495 2508, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017.