



TROCAS GASOSAS DE GRAVIOLEIRA CULTIVADA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Vitória Dantas de Sousa¹, Jessica Dayanne Capitulino², Geovani Soares de Lima³, Thiago Filipe de Lima Arruda², Alesson Ramos de Sousa⁴, Thamara Silva da Costa¹

RESUMO: Objetivou-se com essa pesquisa avaliar as trocas gasosas das plantas de gravioleira cv. Morada Nova, em função da salinidade da água de irrigação e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8, 1,6, 2,4 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro doses de peróxido de hidrogênio - H₂O₂ (0, 10, 20 e 30 μM) com três repetições. Avaliou-se as trocas gasosas através das variáveis, taxa de assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência instantânea do uso de água (EiUA) e eficiência instantânea de carboxilação (CEi) aos 780 dias após o transplante. A concentração de peróxido de hidrogênio de 30 μM intensificou o estresse salino sobre as trocas gasosas. A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 13 e 11 μM atenua os efeitos deletérios do estresse salino até a CEa de 1,6 dS m⁻¹, sobre a condutância estomática e a fotossíntese líquida da gravioleira cv. Morada Nova.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L., salinidade da água, atenuante.

GAS EXCHANGE OF SOURSOP CULTIVATED UNDER SALINE STRESS AND FOLIAR APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE

¹ Discentes do Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: vitoria.dantas@estudante.ufcg.edu.br; thamara.silva@estudante.ufcg.edu.br

² Discentes do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: capitulinoj@hotmail.com; thiago.filipe.la@gmail.com

³ Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br

⁴ Discente do Curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: alesson13@outlook.com

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the gas exchange of soursop plants cv. Morada Nova as a function of irrigation water salinity and foliar application of hydrogen peroxide. The experiment was controlled in a greenhouse in Campina Grande - PB, using a randomized block design, in a 4 x 4 factorial scheme, with four levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.8, 1.6, 2.4 and 3.2 dS m⁻¹) and four doses of hydrogen peroxide - H₂O₂ (0, 10, 20 and 30 μM) with three replications. Know the gas exchanges through the variables, CO₂ assimilation rate (A), transpiration (E), stomatal conductance (g_s), internal CO₂ concentration (C_i), instantaneous water use efficiency (E_iUA) and instantaneous efficiency of carboxylation (C_{Ei}) at 780 days after transplant. A hydrogen peroxide concentration of 30 μM intensified salt stress on gas exchange. Foliar application of hydrogen peroxide at concentrations of 13 and 11 μM attenuates the deleterious effects of salt stress up to an ECA of 1.6 dS m⁻¹, on stomatal conductance and net photosynthesis of soursop cv. New address.

KEYWORDS: *Annona muricata* L., water salinity, attenuates.

INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L) vem destacando-se no cenário frutífero brasileiro nos últimos anos e possui uma significativa importância comercial e econômica, principalmente nos estados do nordeste, tendo a Bahia como principal produtor, com uma produção de 4.509 mil toneladas de frutos (CENSO AGRO, 2017).

Apesar do cultivo da gravioleira no semiárido brasileiro ser promissor, essa região, possui um fator limitante de produção, visto que, suas fontes hídricas disponíveis para irrigação possuem altos teores de sais dissolvidos, sejam elas superficiais ou subterrâneas (SILVA et al., 2014; LIMA et al., 2016). Levando-se em consideração a crescente demanda de alimentos e a escassez de água de boa qualidade, faz-se necessário o uso de água com elevados teores de sais. Sendo assim, é essencial o estudo de substâncias capazes de atenuar os efeitos deletérios dos sais nas plantas.

Segundo Silva et al. (2019), o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em baixas concentrações surge como um mitigador dos efeitos do estresse salino em plantas. Com isso, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da aplicação foliar de peróxido de hidrogênio nas trocas gasosas de plantas de gravioleira cv. Morada Nova irrigadas com águas salobras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências Tecnologia e Recursos Naturais- CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar da parte interna da casa de vegetação estão dispostos na Figura 1.

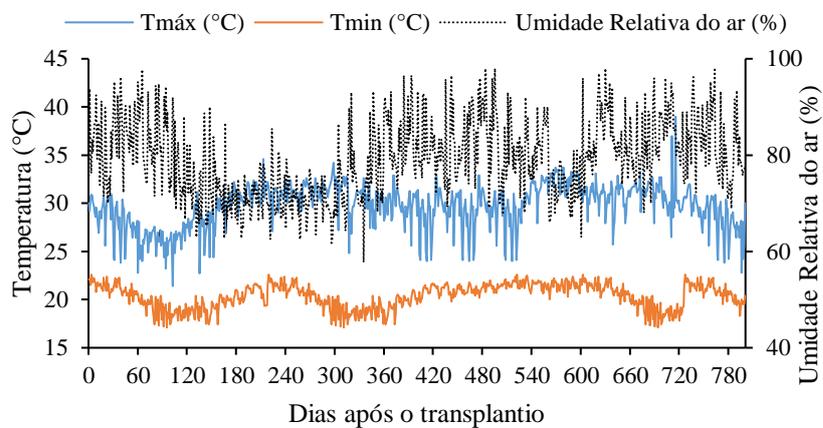


Figura 1. Temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante o período experimental.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8, 1,6, 2,4, e 3,2 dS m⁻¹) e quatro doses de peróxido de hidrogênio- H₂O₂ (0, 10, 20 e 30 μM) com três repetições, totalizando 48 plantas.

Os níveis salinos e as doses de peróxido de hidrogênio utilizados nesta pesquisa foram baseados em estudos realizados por Silva et al. (2019) e Veloso et al. (2020). As águas salinas foram preparadas pela adição de sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação esta predominante nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992) obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (mmolc L⁻¹ = CE x 10) (RICHARDS, 1954).

Para condução do experimento foram usados vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 200 L, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 230 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco-argiloso, coletado na profundidade de 0 – 30 cm, procedente do município de Riachão do Bacamarte-PB, cujas características físico-químicas (Tabela 1) foram determinadas conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo, na camada de 0-30 cm, utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

| Características químicas | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|--|---|---|------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|
| pH H ₂ O | M.O. | P | K ⁺ | Na ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Al ³⁺ | H ⁺ |
| 1:2,5 | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ |cmol _c kg ⁻¹ | | | | | |
| 6,5 | 8,1 | 79 | 0,24 | 0,51 | 14,9 | 5,4 | 0 | 0,9 |
|Características químicas..... | | |Características físicas..... | | | | | |
| CE _{es} | CTC | RAS | PST | Fração granulométrica (g kg ⁻¹) | | | Umidade (dag kg ⁻¹) | |
| dS m ⁻¹ | cmol _c kg ⁻¹ | (mmol L ⁻¹) ^{0,5} | % | Areia | Silte | Argila | 33,42 kPa ¹ | 1519,5 kPa ² |
| 2,15 | 16,54 | 0,16 | 3,08 | 572,7 | 100,7 | 326,6 | 25,91 | 12,96 |

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

O manejo de adubação foi baseado na recomendação de adubação para cultura da gravioleira irrigada proposta por Cavalcanti (2008). Foram utilizados como fonte de nitrogênio, potássio e fósforo, respectivamente sulfato de amônio, cloreto de potássio e fosfato monoamônio (MAP). As mudas foram provenientes de viveiro comercial credenciado no Registro Nacional de Sementes e Mudanças, localizado no Distrito de São Gonçalo, Sousa – PB. Paralelamente às fertilizações com N, P e K, foram realizadas quinzenalmente as pulverizações com micronutrientes.

A aplicação das águas salinas teve início aos 60 dias após o transplântio (DAT), com turno de rega de dois dias, sendo a irrigação de forma manual, sendo a lâmina aplicada estimada pelo princípio do lisímetro de drenagem: diferença entre o volume aplicado e o drenado na irrigação anterior. Com o propósito de reduzir o acúmulo de sais no solo era aplicada uma fração de lixiviação de 0,15 em intervalo de 30 dias.

A aplicação das doses de peróxido de hidrogênio teve início aos 45 dias após o transplântio. Foram aplicados em média de 400 mL da solução de H₂O₂ por plantas. A deriva entre os tratamentos foi controlada através de uma cortina de lona plástica, que envolvia toda a planta à medida que a solução de peróxido de hidrogênio era aplicada.

Aos 780 DAT avaliaram-se as trocas gasosas através da taxa de assimilação de CO₂ - A (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), transpiração - E (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática - gs (mol H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ - Ci (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), em folhas do terço médio das plantas, utilizando-se de analisador de gases infravermelho portátil – IRGA (Infra Red Gas Analyser, modelo LCpro-SD, da ADC BioScientific, UK). A partir da razão entre A/gs e A/Ci determinou-se a eficiência no uso de água – EiUA [(μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹] e a eficiência de carboxilação – CEi [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹], respectivamente.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade. Em seguida foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância isolado do fator, foi feita uma análise de regressão, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019). Em caso de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software SigmaPlot v.12.5 para a elaboração das superfícies de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação entre os níveis de salinidade da água e das concentrações de H_2O_2 para a concentração interna de CO_2 (Ci), taxa de assimilação de CO_2 (A), transpiração (E) e a eficiência instantânea do uso de água (EiUA) das plantas de gravioleira. As concentrações de peróxido de hidrogênio de forma isolada tiveram influência sobre a condutância estomática (gs) e a eficiência instantânea de carboxilação (CEi) (Tabela 2). Os níveis de salinidade da água de forma isolada não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas.

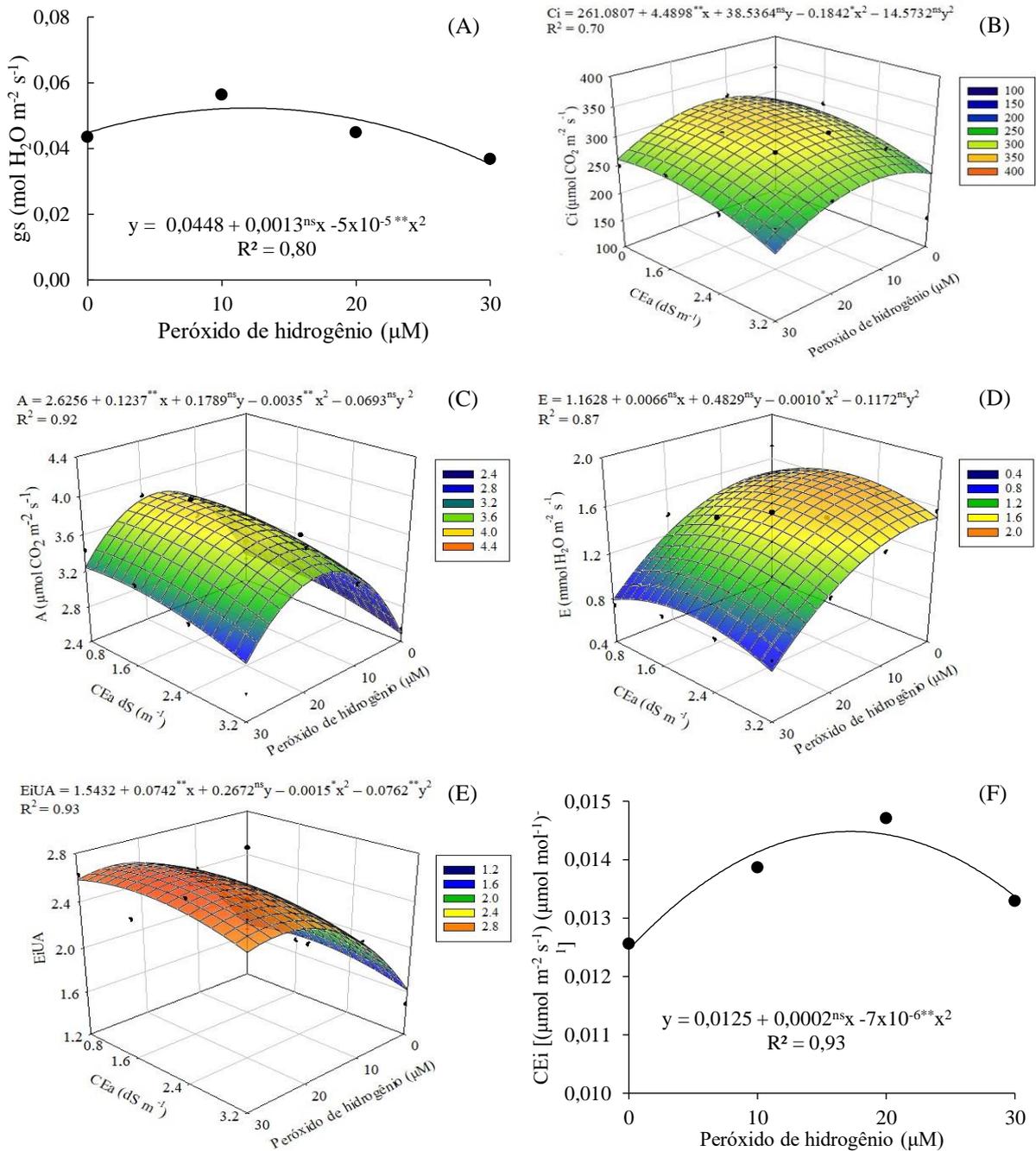
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à condutância estomática (gs), concentração interna de CO_2 (Ci), taxa de assimilação de CO_2 (A), transpiração (E), eficiência instantânea do uso da água (EiUA) e eficiência instantânea da carboxilação (CEi) de plantas de gravioleira cv. Morada Nova irrigadas com águas salinas e submetidas à aplicação foliar de peróxido de hidrogênio, aos 780 dias após o transplântio.

| Fonte de variação | GL | Quadrados Médios | | | | | |
|-------------------------------------|----|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| | | gs | Ci | A | E | EiUA | CEi |
| Níveis Salinos (NS) | 4 | 0,001669 ^{ns} | 102476,1 ^{ns} | 2,2700 ^{ns} | 0,3615 ^{ns} | 9,4981 ^{ns} | 0,000016 ^{ns} |
| Regressão linear | 1 | 0,002350 ^{ns} | 57567,0 ^{ns} | 5,8120 ^{ns} | 0,4947 ^{ns} | 25,99 ^{ns} | 0,000080 ^{ns} |
| Regressão quadrática | 1 | 0,000825 ^{ns} | 38590,0 ^{ns} | 0,9210 ^{ns} | 0,5247 ^{ns} | 2,4354 ^{ns} | 0,000012 ^{ns} |
| Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) | 4 | 0,000793* | 12203,1 ^{ns} | 3,7700 ^{ns} | 0,7204 ^{ns} | 2,3299 ^{ns} | 0,000010** |
| Regressão linear | 1 | 0,000605 ^{ns} | 3179,17 ^{ns} | 0,1900 ^{ns} | 0,5642 ^{ns} | 1,7779 ^{ns} | 0,000007 ^{ns} |
| Regressão quadrática | 1 | 0,001313** | 8897,13 ^{ns} | 10,420 ^{ns} | 0,4670 ^{ns} | 1,0480 ^{ns} | 0,000018** |
| Interação (NS \times H_2O_2) | 16 | 0,000473 ^{ns} | 46429,0* | 0,1342** | 0,2583* | 1,2202* | 0,000082 ^{ns} |
| Blocos | 3 | 0,000055 ^{ns} | 130,13 ^{ns} | 0,01930 ^{ns} | 0,0126 ^{ns} | 0,00519 ^{ns} | 0,000002 ^{ns} |
| Resíduo | 30 | 0,000048 | 1607,28 | 0,03670 | 0,02780 | 0,020128 | 0,000007 |
| CV (%) | | 15,27 | 2,75 | 5,64 | 13,07 | 4,81 | 6,91 |

^{ns}, * e ** respectivamente não significativo, significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$. GL- Grau de liberdade. CV: Coeficiente de variação.

Com base nos resultados da análise de variância verificou-se que as concentrações de peróxido de hidrogênio influenciaram significativamente a condutância estomática - (gs) das plantas de gravioleira cv. Morada nova. Observou-se uma redução nos valores da gs nas plantas de gravioleiras quando irrigadas com CEa maior que $0,8 \text{ dSm}^{-1}$ (Figura 2A), obtendo-se o seu menor valor na dose de $30 \mu\text{M}$ de H_2O_2 ($0,03880 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Já o maior valor de gs foi

obtido quando as plantas foram submetidas a aplicação foliar de 13 μM de H_2O_2 ($0,05325 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). A redução da abertura estomática pode ser considerada uma estratégia para diminuir as perdas de água para a atmosfera e, conseqüentemente, manter a turgescência das células-guarda, afetando diretamente a formação de carboidratos na fotossíntese e na produção (LIMA et al., 2020).



ns, e ** não significativo e significativo a $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. X e Y correspondem a CEA e as concentrações de peróxido de hidrogênio, respectivamente.

Figura 2. Condutância estomática – g_s (A) e eficiência instantânea de carboxilação – CEi (F) em função das concentrações de peróxido hidrogênio- H_2O_2 , e concentração interna de CO_2 – C_i (B), taxa de assimilação de CO_2 – A (C), transpiração – E (D) e eficiência instantânea do uso de água – $EiUA$ (E) em função da interação entre os níveis de CEA e das concentrações de peróxido hidrogênio – H_2O_2 das plantas de gravioleira cv. Morada Nova, aos 780 dias após o transplantio.

Para a concentração de CO₂ nos espaços intercelulares – (Ci) (Figura 2B), a irrigação com água de 1,4 dS m⁻¹ associada a aplicação foliar de 12 µM de H₂O₂ proporcionou os maiores ganhos (313,82 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹), sendo está limitada pelo aumento da CEa (3,2 dS m⁻¹) e das concentrações de H₂O₂ (30 µM). As reduções na Ci com o aumento da CEa, em plantas de graviola submetidas ao tratamento com concentrações de H₂O₂ acima de 12 µM, provavelmente ocorreram devido à menor difusão de CO₂ na câmara subestomática, como consequência do fechamento estomático (OLIVEIRA et al., 2017; SILVA et al., 2019).

De forma similar a Ci, as concentrações de H₂O₂ via foliar elevaram a assimilação de CO₂ (A) (Figura 2C) e a fotossíntese líquida (E) (Figura 2D) sendo os maiores valores de 3,83 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹ e 1,6404 mmol H₂O m⁻² s⁻¹ obtidos nos tratamentos com CEa de 1,6 dS m⁻¹ e concentração de H₂O₂ de 18 µM para A e 11 µM para E. O menor valor da A (2,49 µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) foi observado nas condições sem aplicação de H₂O₂ associado a CEa de 3,2 dS m⁻¹. Já o menor valor de E foi encontrado quando as plantas foram submetidas a concentração de 30 µM de H₂O₂ associado a CEa 0,8 dS m⁻¹, sendo esse de 0,6754 mmol H₂O m⁻² s⁻¹.

A diminuição de Ci, A e E pode ser consequência da diminuição da disponibilidade de água para as plantas devido ao aumento da CEa da água de irrigação, pois, altos teores de sais no solo ocasionam o fechamento estomático, restringindo a entrada de CO₂ nas células do mesófilo foliar (SILVA et al., 2010; CAPITULINO et al., 2022).

Na figura 2E, nota-se as melhores médias para a eficiência instantânea de uso de água – EiUA (2,69 [(µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹]) nas plantas de graviola ao serem irrigadas com água de CEa de 1,4 dS m⁻¹, e na aplicação de 25 µM de H₂O₂ via foliar. Sendo essas reduzidas pelo aumento da CEa, com o nível de 3,2 dS m⁻¹ na ausência da aplicação de H₂O₂ (1,62 [(µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (mmol H₂O m⁻² s⁻¹)⁻¹]). Reduções na EiUA devido ao estresse salino também foram observadas em estudos com outras plantas frutíferas, como acerola (SÁ et al., 2019), maracujá (DINIZ et al., 2020) e goiaba (LACERDA et al., 2022). Com o aumento da concentração de sal no solo, a planta tem maior dificuldade em absorver água e nutrientes. Consequentemente, para evitar a perda excessiva de água, elas fecham seus estômatos, restringindo a entrada de CO₂ na câmara subestomática, comprometendo a eficiência da carboxilação e a eficiência do uso da água, além de outras variáveis (OLIVEIRA et al., 2017).

A aplicação foliar de H₂O₂ elevou a eficiência instantânea de carboxilação - CEi das plantas de graviola aos 780 DAT (Figura 2F), com um maior valor (0,01393[(µmol m⁻² s⁻¹) (µmol mol⁻¹)⁻¹]) observado nas plantas submetidas a aplicação de 15 µM de H₂O₂. Verifica-se ainda que, o menor valor da CEi foi obtido quando as plantas estiveram submetidas a maior concentração de H₂O₂ (30 µM) (0,01220 [(µmol m⁻² s⁻¹) (µmol mol⁻¹)⁻¹]). Assim, observa-se

que a concentração de 30 μM pode ter induzido dano oxidativo à membrana celular e possivelmente influenciado negativamente a CEi das plantas de graviola cv. Morada Nova em 780 DAT. Em altas concentrações, o H_2O_2 causa danos às plantas, por alterações em seu metabolismo, principalmente como consequência do estresse oxidativo, que limita as atividades fotossintéticas (CATTIVELLI et al., 2008).

Assim, neste estudo, a concentração de 30 μM de H_2O_2 pode ter induzido dano oxidativo à membrana celular e possivelmente influenciado negativamente a CEi das plantas de graviola cv. Morada Nova em 780 DAT. Andrade et al., (2019), também observaram diminuição na eficiência da carboxilação em maracujá sob estresse salino (CEa variando de 0,7 a 2,8 dS m^{-1}) e aplicação de peróxido de hidrogênio (0, 20, 40 e 60 μM) aos 96 dias após o transplântio.

CONCLUSÕES

A concentração de peróxido de hidrogênio de 30 μM intensificou o estresse salino sobre as trocas gasosas das plantas de graviola cv. Morada Nova aos 780 dias após o transplântio.

A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 13 e 11 μM atenua os efeitos deletérios do estresse salino até a CEa de 1,6 dS m^{-1} sobre a condutância estomática e a fotossíntese líquida da graviola cv. Morada Nova aos 780 dias após o transplântio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S DE; LIMA, V. L. A.; SILVA, S. S. DA; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H_2O_2 application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.945-951, 2019.

CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S DE; AZEVEDO, C. A. V DE; SILVA, A. A. R DA; VELOSO, L. L. S. A.; FARIAS, M. S. S.; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; LIMA, V. L. A. Gas exchange and growth of soursop under salt stress and H_2O_2 application methods. **Brazilian Journal of Biology (online)**, v. 84, n.1, p. e261312-e261312, 2022.

CATTIVELLI, L.; RIZZA, F.; BADECK, F. W.; MAZZUCOTELLI, E.; MASTRANGELO, A. M.; FRANCIA, E.; MARÉ, C.; TONDELLI, A.; STANCA, A. M. Melhoria da tolerância à seca em plantas cultivadas: Uma visão integrada da reprodução à genômica. **Field Crops Research**, v.105, p.1-14, 2008.

CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2.** Aproximação. 3.ed. Recife: IPA. 2008. 212p.

CENSO AGROPECUÁRIO. **Resultados preliminares. 2017.** Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=78261>. Acesso em: mar. 2023.

DINIZ, G. L.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S DE; SOUZA, L. DE P.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, M. N. V DE. Physiological indices and growth of 'Gigante Amarelo' passion fruit under salt stress and silicate fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.814-821, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.1, p.529-535, 2019.

LACERDA, C. N.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; FATIMA, R. T.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, C. A. V. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, n.1, p.451-458, 2022.

LIMA, G. S. DE; SANTOS, J. B. DOS; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F; Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão All Big. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.4, p.513, 2016.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992. 196p.

OLIVEIRA, W. J. D.; SOUZA, E. R. D.; CUNHA, J. C.; SILVA, Ê. F. DE F. E; VELOSO, V. D. L. Leaf gas exchange in cowpea and CO₂ efflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.1, p.32-37, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n1p32-37>>.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160p. Agriculture Handbook 60.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.4, p.257-263, 2019.

SILVA, E. D.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments**, v.74, n.1, p.1130- 1137, 2010.

SILVA, J. L. A.; MEDEIROS, J. F. DE; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. DE A.; SILVA JUNIOR, M. J. DA; NASCIMENTO, I. B. DO. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.66-72, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017, 573p.

VELOSO, L. L. DE S.; SILVA, A. A. R DA; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S DE; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D. Photochemical efficiency and growth of soursop rootstocks subjected to salt stress and hydrogen peroxide. **AIMS Agriculture and Food**, v.5, n.1, p.1-13, 2020.