

EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE GRAVIOLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Vitória Dantas de Sousa¹, Jessica Dayanne Capitulino², Geovani Soares de Lima³, Carlos Alberto Vieira de Azevedo³, André Alisson Rodrigues da Silva⁴, Thiago Filipe de Lima Arruda²

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito atenuante do peróxido de hidrogênio na fluorescência da clorofila a de plantas de gravioleira cv. Morada Nova cultivada sob salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande – PB, adotou-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 a eficiência fotoquímica de gravioleira através das variáveis, fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) aos 780 dias após o transplântio. A irrigação com água a partir de 0,8 dS m⁻¹ inibiu a fluorescência inicial e variável das plantas de gravioleira cv. Morada Nova. O aumento da salinidade da água de irrigação inibe a fluorescência máxima e a eficiência quântica do fotossistema II das plantas de graviola cv. Morada Nova. A concentração de peróxido de hidrogênio de 30 µM intensificou o estresse salino sobre a fluorescência variável de plantas de graviola cv. Morada Nova.

PALAVRAS-CHAVE: *Annona muricata* L., águas salinas, molécula sinalizadora.

PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF GRAVIOIL UNDER SALINE STRESS AND 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

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; cvieiradeazevedo@gmail.com

⁴ Pós - Doutorando Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: andrealisson_cgpb@hotmail.com

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the attenuating effect of hydrogen peroxide on the fluorescence of chlorophyll a in soursop plants cv. Morada Nova cultivated under irrigation water salinity. The experiment was carried out in a greenhouse in Campina Grande - PB, a randomized block design was adopted, 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 repetitions. Irrigation with water from 0.8 dS m⁻¹ inhibited the initial and variable fluorescence of soursop plants cv. Morada Nova. The photochemical efficiency of soursop was evaluated through the variables initial fluorescence (F_o), maximum fluorescence (F_m), variable fluorescence (F_v) and photosystem II quantum efficiency (F_v/F_m) at 780 days after transplanting. The increase in irrigation water salinity inhibits the maximum fluorescence and quantum efficiency of photosystem II of soursop plants cv. New address. The hydrogen peroxide concentration of 30 µM intensified the saline stress on the variable fluorescence of soursop plants cv. Morada Nova at 780 days after transplanting.

KEYWORDS: *Annona muricata* L., saline waters, signalling molecule.

INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) pertence à família das Annonaceae, caracterizando-se como uma das frutíferas mais importantes de sua família (BENTO et al., 2016). Os seus frutos são ricos em vitaminas B e C, potássio e frutose, além de possuir propriedades antioxidantes que evitam o estresse crônico degenerativo (CORIA-TÉLLEZ et al., 2018).

Contudo, devido a altas concentrações de sais na água de irrigação o cultivo em condições semiáridas ainda se torna limitado (SILVA et al., 2018). Dessa forma, práticas que possam viabilizar a utilização de águas salinas e/ou amenizar os seus efeitos deletérios são essenciais. A aplicação de substâncias como o peróxido de hidrogênio pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos deletérios da salinidade (SILVA et al., 2019).

Sendo assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar a aplicação via foliar de peróxido de hidrogênio sobre a eficiência fotoquímica da clorofila a de plantas de gravioleira cv. Morada Nova irrigadas com águas salinas.

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.

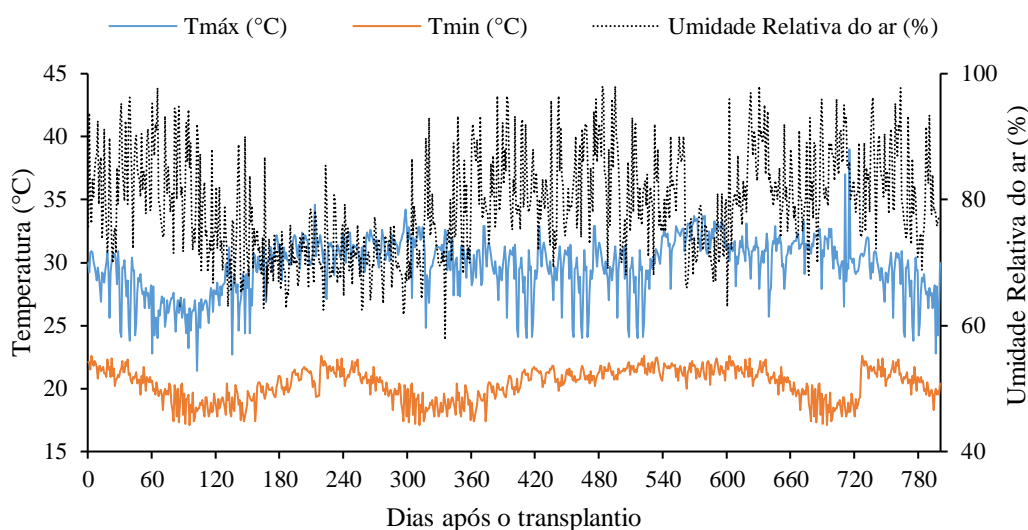


Figura 1. Temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante o período experimental.

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 ⁻³cmol _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 transplante (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 transplante. 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 medições da fluorescência da clorofila a, utilizando-se de fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science. Foram mensuradas a fluorescência inicial (F₀), máxima (F_m), variável (F_v) e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m); tal protocolo foi realizado após adaptação das folhas ao escuro por um período de 30

min, entre as 6:00 e 9:00 horas da manhã, usando-se um clipe do equipamento, de modo a garantir que todos os aceptores primários estivessem totalmente oxidados.

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

De acordo com análise de variância houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação entre os níveis de salinidade da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre a fluorescência variável das plantas de graviola aos 780 DAT. Os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram significativamente a fluorescência inicial, máxima e a eficiência quântica do fotossistema II. Já as concentrações de peróxido de hidrogênio influenciaram de forma isolada a fluorescência inicial.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à fluorescência inicial (Fo), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) de plantas de graviola cv. Morada Nova irrigadas com águas salinas e submetidas à aplicação foliar de peróxido de hidrogênio, aos 780 dias após o transplantio.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		Fo	Fm	Fv	Fv/Fm
Níveis salinos (NS)	4	1566,33*	1599*	5260,24 ^{ns}	0,000281**
Regressão linear	1	2169,00*	4385 ^{ns}	2052,76 ^{ns}	0,000807**
Regressão quadrática	1	312,63 ^{ns}	3524*	781,660 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	4	146,22**	3095 ^{ns}	536,276 ^{ns}	0,000053 ^{ns}
Regressão linear	1	269,87 ^{ns}	26,5 ^{ns}	200,38 ^{ns}	0,000097 ^{ns}
Regressão quadrática	1	166,88**	4629 ^{ns}	1298,96 ^{ns}	0,000275 ^{ns}
Interação (NS x H ₂ O ₂)	16	1179,67 ^{ns}	1014 ^{ns}	19408,2*	0,000110 ^{ns}
Blocos	3	36,88 ^{ns}	622 ^{ns}	616,91 ^{ns}	0,000054 ^{ns}
Resíduo	30	64,091	399,7	627,78	0,000164
CV (%)		1,47	0,91	1,54	1,70

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

A irrigação com águas salinas elevou os valores de fluorescência inicial das plantas de graviola aos 780 DAT, com os valores de Fo apresentando ganhos lineares pelo aumento da salinidade (Figura 2A), o que culminou no aumento de 4,65% na CEa de 3,2 dS m⁻¹ (557,059)

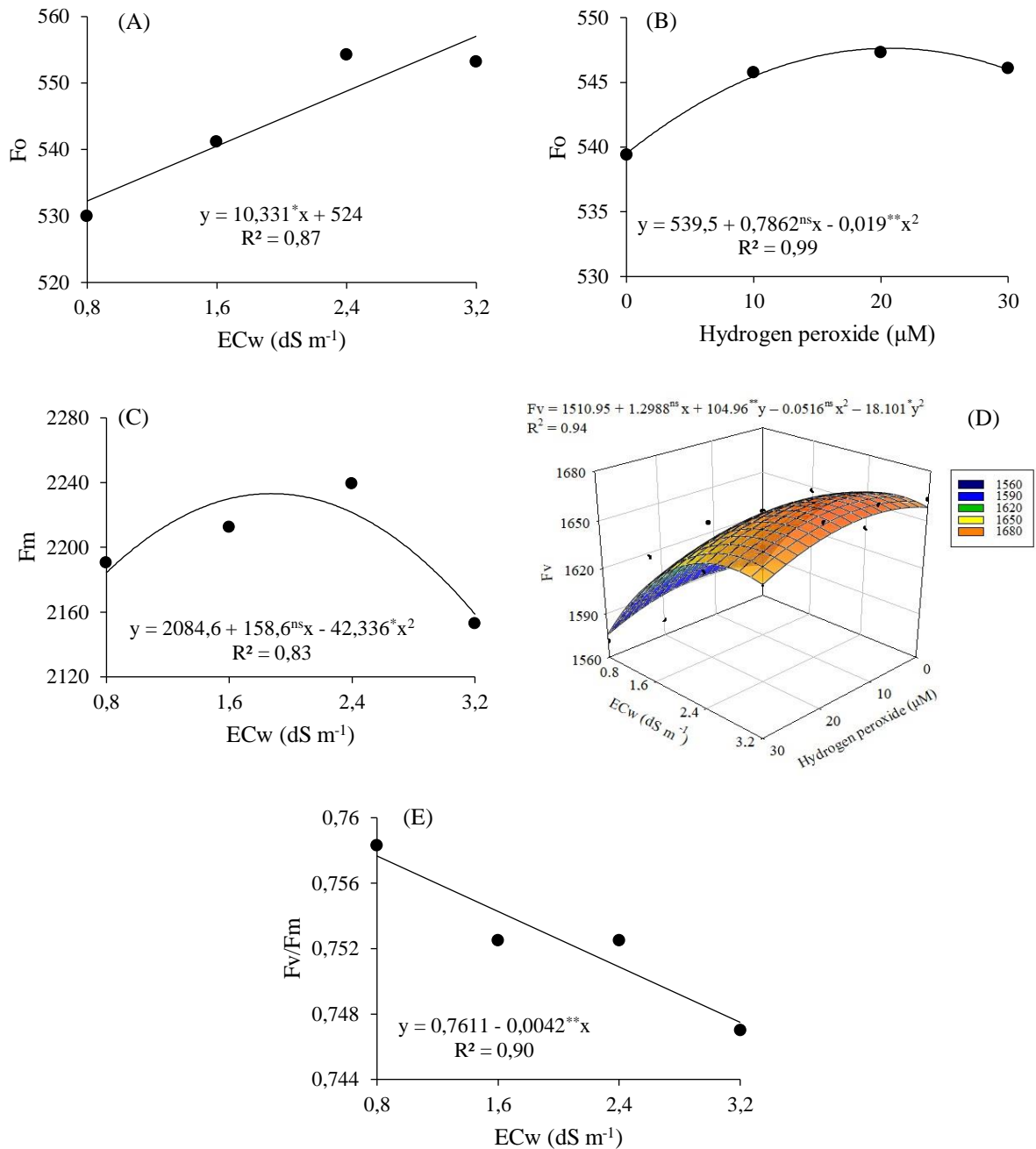
em comparação ao encontrado nas plantas irrigadas com o menor nível salino ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) (532,265). A F_o consiste na perda de energia fotoquímica liberada pelas moléculas de clorofila a da antena do fotossistema (SILVA et al., 2014). O valor da F_o pode aumentar quando os centros de reação do fotossistema II estão comprometidos ou a transferência da energia de excitação da antena para os centros de reação está prejudicada, ou seja, quando há uma redução na capacidade de transporte de elétrons (LOPES, 2016; CINTRA et al., 2020), fato que pode ter ocorrido neste estudo, a medida que elevou-se os níveis salinos.

Verifica-se ainda que, o maior valor de F_o (Figura 2B) foi obtido nas plantas de graviola submetidas a aplicação foliar de $21 \mu\text{M}$ de H_2O_2 (547,631), já o menor valor de F_o foi observado quando as plantas estiveram na ausência da aplicação de H_2O_2 ($0 \mu\text{M}$) (539,5). Como já mencionado, o aumento de F_o é um indicativo de dano ao centro de reação do fotossistema II, ou redução da capacidade de transferir energia da excitação do sistema coletor de luz para o centro de reação do PSII (MELO et al., 2017; FERNANDES et al., 2022). Assim, provavelmente o aumento da F_o nas gravioleiras cv. 'Morada Nova', pode estar relacionado à alta concentração de H_2O_2 utilizada e/ou ao tempo de exposição das plantas, uma vez que o peróxido de hidrogênio é uma espécie reativa de oxigênio mais estável nas células e, em altas concentrações, pode espalhar-se rapidamente pela membrana subcelular, resultando em dano oxidativo à célula da membrana (FAROUK & AMIRA, 2018).

Resultados diferentes foram encontrados por Veloso et al. (2020b), onde ao estudarem a eficiência fotoquímica de gravioleiras submetidas ao estresse salino (CEa variando de $0,6$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e aplicação de peróxido de hidrogênio (0 e $20 \mu\text{M}$), observaram que a concentração de $20 \mu\text{M}$ de H_2O_2 , minimizaram os efeitos negativos da salinidade na fluorescência inicial e favoreceram a fluorescência variável e a eficiência quântica do PSII. Mostrando que em concentrações adequadas, o H_2O_2 pode ter efeitos positivos na planta, principalmente na fluorescência inicial do PSII.

A F_m das gravioleiras sob efeito dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foi descrito pelo modelo quadrático (Figura 2C), cujo valor máximo estimado foi observado em plantas submetidas à irrigação com CEa de $1,9 \text{ dS m}^{-1}$ (2233,107). A partir deste nível de CEa, houve redução, e a menor F_m foi obtida em plantas cultivadas sob CEa de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ (2158,599). Uma maior F_m reflete na capacidade da planta em transferir energia para a formação do redutor NADPH, ATP e ferredoxina reduzida e, conseqüentemente, promove maior capacidade de assimilação do CO_2 na fase bioquímica da fotossíntese (BAKER, 2008). Andrade et al. (2022), avaliando a fisiologia de maracujazeiro amarelo sob estresse salino aos 205 DAT (CEa variando de $0,7$ à $2,8 \text{ dS m}^{-1}$) também verificaram que o aumento do estresse

salino inibiu a atividade fotoquímica do fotossistema II, fato observado pela redução da fluorescência máxima. A redução da fluorescência máxima em função do estresse salino também foi observada em outras culturas, como aceroleira (DIAS et al., 2018), cajueiro (LIMA et al., 2019) e goiabeira (NOBRE et al., 2023).



^{ns}, *, ** não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e a $p \leq 0,01$ pelo teste F, respectivamente. X e Y correspondem a CEa e as concentrações de peróxido de hidrogênio, respectivamente.

Figura 1. Fluorescência inicial – F_o (A), fluorescência máxima - F_m (C) e eficiência quântica do fotossistema II - F_m/F_v (E) em função da salinidade da água de irrigação - CEa, fluorescência inicial - F_o (B) em função das concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 , e fluorescência variável – F_v (D) em função da interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação – CEa e das concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 de gravioleira cv. Morada Nova, aos 780 dias após o transplantio.

As gravioleiras irrigadas com CEa de $2,9 \text{ dS m}^{-1}$ e submetidas à concentração de $13 \text{ }\mu\text{M}$ de H_2O_2 (Figura 2D) destacaram-se com o maior valor de Fv (1671,27). O menor valor de Fv (1575,86) foi obtido em plantas irrigadas com CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ e submetidas a uma concentração de $30 \text{ }\mu\text{M}$ de H_2O_2 . Conforme observado para a Fv das gravioleiras, em altas concentrações, o H_2O_2 pode provocar alterações no metabolismo das plantas, principalmente como consequência do estresse oxidativo, limitando as atividades fotossintéticas, porém, quando aplicado em baixas concentrações o mesmo, pode induzir o sistema de defesa de enzimas antioxidantes, que atuam reduzindo os efeitos deletérios da salinidade (CARVALHO et al., 2011). Por sua vez, o aumento de Fv representa a capacidade nas gravioleiras de transferir a energia dos elétrons emitidos pelas moléculas de pigmento para a formação do agente redutor NADPH, ATP e ferredoxina reduzida, aumentando assim a capacidade de assimilação de CO_2 na fase bioquímica da fotossíntese (DIAS et al., 2018).

Veloso et al. (2021), avaliando os teores de pigmentos fotossintéticos e a eficiência fotoquímica de plantas de graviola sob irrigação com águas salinas (CEa variando de $0,6$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e diferentes métodos de aplicação de peróxido de hidrogênio (0 e $20 \text{ }\mu\text{M}$), verificaram que a aplicação de $20 \text{ }\mu\text{M}$ de H_2O_2 via embebição das sementes resulta em aumento nos teores de fluorescência total, máxima e variável de plantas.

Ao analisar a razão entre a fluorescência máxima e a variável, expressa pela máxima eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) (Figura 2E), verifica-se que os dados se ajustaram ao modelo linear, sendo o valor máximo estimado ($0,757$) obtido quando as plantas foram irrigadas com CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$, a partir deste nível salino, ocorreu diminuição na eficiência quântica do PSII, sendo alcançado o menor valor ($0,747$) nas plantas de graviola irrigadas com o maior nível de CEa ($3,2 \text{ dS m}^{-1}$). A eficiência quântica do FSII da gravioleira cv. Morada Nova avaliada pela razão Fv/Fm, refere-se a capacidade de transferência da energia de excitação e expressa a eficiência de captura desta energia, pelos centros de reação abertos do PSII (MELO et al., 2010).

CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água de irrigação inibe a fluorescência máxima e a eficiência quântica do fotossistema II das plantas de graviola cv. Morada Nova.

A concentração de peróxido de hidrogênio de 30 µM intensificou o estresse salino sobre a fluorescência variável de plantas de 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.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R. Hydrogen peroxide as attenuator of salt stress effects on the physiology and biomass of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.28, n.1, p.571-578, 2022.
- BENTO, E. B.; MONTEIRO, Á. F.; LEMOS, I. C. S.; BRITO JUNIOR, F. E. DE; OLIVEIRA, D. R. DE; MENEZES, I. R. A. DE; KERNTOPF, M. R. Estudio etnofarmacológico comparativo en la región del Araripe de la *Annona muricata* L. (Graviola). **Revista Cubana de Plantas Medicinai**s, v.21, n.1, p.9-19, 2016.
- CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2.** Aproximação. 3.ed. Recife: IPA. 2008. 212p.
- CINTRA, P. H. N.; MELO, O. F. P. DE; MENEZES, J. O. S. DE; PADILHA, R. C.; REZENDE, A. G.; MATOS, E. DOS R. Análise de fluorescência da clorofila a em mudas de cafeeiro sob estresse hídrico. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.1, p.28006-28014, 2020.
- CORIA-TÉLLEZ, A. V.; MONTALVO-GÓNZALEZ, E.; YAHIA, E. M.; OBLEDO-VÁZQUEZ, E. N. *Annona muricata*: A comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity. **Arabian Journal of Chemistry**, v.11, n.5, p.662-691, 2018.
- FAROUK, S.; AMIRA, M. S. A. Q. Enhancing seed quality and productivity as well as physio-anatomical responses of pea plants by folic acid andor hydrogen peroxide application. **Scientia Horticulturae**, v.240, n.1, p.29-37, 2018.
- FERNANDES, E. A.; SOARES, L. A. DOS A.; LIMA, G. S.; SILVA NETA, A. M. S.; ROQUE, I. A.; SILVA, F. A.; FERNANDES, P. D.; LACERDA, C. N. Cell damage, gas exchange, and growth of *Annona squamosa* L. under saline water irrigation and potassium fertilization. **Semina. Ciências Agrárias**, v.42, n.1, p.999-1018, 2021.

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.

LIMA, G. S DE; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; SANTOS, J. B. Cell damage, water status and gas exchanges in castor bean as affected by cationic composition of water. **Revista Caatinga**, v.32, n.1, p.482-492, 2019.

LOPES, M. **Ecofisiologia, nutrição e análise econômica da palma forrageira sob diferentes manejos no Semiárido Brasileiro**. Tese de doutorado, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, Fortaleza, 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.

MELO, A. S. DE; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. DE O. Vegetative growth, stomatal resistance, photosynthetic efficiency and fruit yield of watermelon under different water levels. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.1, p.73-79, 2010.

MELO, H. F. DE; SOUZA, E. R.; DE; CUNHA, J. C. Fluorescence of chlorophyll a and photosynthetic pigments in *Atriplex nummularia* under abiotic stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.1, p.232-237, 2017.

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. M. DA; LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. S.; SOUZA, L. P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n.1, p. 776-781, 2018.

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.

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, 2020a.

VELOSO, L. L. S. A.; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R.; CAPITULINO, J. D.; GHEYI, H. R.; BONIFACIO, B. F. Physiological changes and growth of soursop plants under irrigation with saline water and H₂O₂ in post-grafting phase. **Semina. Ciências Agrárias (online)**, v.41, n.1, p.3023-3038, 2020b.