

## **PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO MITIGA O ESTRESSE SALINO EM GRAVIOLEIRA**

André Alisson Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Carlos Alberto Vieira de Azevedo<sup>2</sup>, Jessica Dayanne Capitulino<sup>3</sup>, Allesson Ramos de Souza<sup>4</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>2</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com presente estudo, avaliar o efeito da pulverização foliar com peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino sobre os índices fisiológicos da gravioleira. O estudo foi conduzido sob condições de casa de vegetação, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, no arranjo fatorial  $4 \times 4$ , cujos tratamentos resultaram da combinação de quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2  $\text{dS m}^{-1}$ ) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio -  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0; 10; 20 e 30  $\mu\text{M}$ ), com três repetições. O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação aumentou o extravasamento de eletrólitos, reduziu o teor relativo de água e aumentou o déficit de saturação hídrica das plantas de gravioleira, sendo os efeitos mais nocivos quando associado à pulverização de peróxido de hidrogênio na concentração de 30  $\mu\text{M}$ ; A pulverização com peróxido de hidrogênio na concentração de 20  $\mu\text{M}$  atenuou os efeitos deletérios da salinidade sobre os pigmentos fotossintéticos da gravioleira quando irrigada com CEa de até 1,6  $\text{dS m}^{-1}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** *Annona Muricata* L., águas salinas, atenuante

## **HYDROGEN PEROXIDE MITIGATES THE ADVERSE EFFECTS OF SALINE STRESS IN SOURSOP**

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of foliar spraying with hydrogen peroxide as a saline stress attenuator on the physiological indexes of soursop. The study was conducted under greenhouse conditions, using a randomized block design, in a  $4 \times 4$  factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of four levels of electrical

<sup>1</sup> Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 98689-8061. E-mail: andrealisson\_cgpb@hotmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; cvieiradeazevedo@gmail.com; hans@pq.cnpq.br

<sup>3</sup> Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: dayanne.jessica@hotmail.com

<sup>4</sup> Discente do Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: allesson13@outlook.com

conductivity of the irrigation water - EC<sub>w</sub> (0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 dS m<sup>-1</sup>) and four concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 10; 20 and 30 μM), with three repetitions. The increase in the electrical conductivity of the irrigation water increased the extravasation of electrolytes, reduced the relative water content and increased the deficit of water saturation of soursop plants, the most harmful effects being when associated with the spraying of hydrogen peroxide at a concentration of 30 μM; Spraying with hydrogen peroxide at a concentration of 20 μM attenuated the harmful effects of salinity on the photosynthetic pigments of soursop when irrigated with EC<sub>w</sub> up to 1.6 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Annona Muricata* L., saline water, mitigating

## INTRODUÇÃO

O Brasil tem se destacado como um dos maiores produtores de frutas no mundo, ocupando o terceiro lugar em produção, atrás apenas da China e Índia (SILVA et al., 2019a). A região Nordeste possui condições edáficas, temperatura e luminosidade ideais para o cultivo de frutíferas de clima tropical, dentre elas a gravioleira (*Annona muricata* L.) tem ganhado espaço, principalmente no Estado da Bahia, destacando-se como alternativa na geração de renda em substituição das lavouras de cacau afetadas pela Vassoura de Bruxa do Cacaueiro (LEMOS, 2014; CALIMAN et al., 2021).

Apesar da região semiárida do Nordeste brasileiro possuir condições favoráveis para o cultivo da gravioleira, as restrições hídricas em termos de qualidade e quantidade, faz com que seu cultivo seja dependente da irrigação, que muitas vezes é feita com águas que possuem teores elevados de sais (SILVA et al., 2019b).

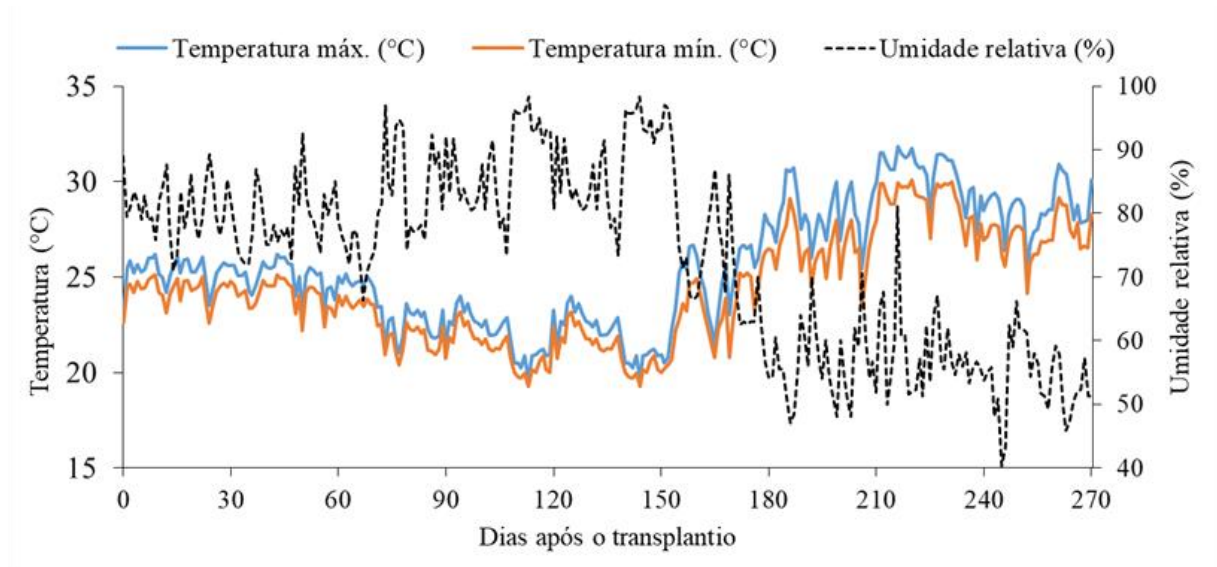
O excesso de sais na água de irrigação provoca a redução do potencial osmótico do solo, restringe a absorção de água e nutrientes pelas plantas, causa desequilíbrio de nutricional e a toxidez de íons específicos, especialmente o Cl<sup>-</sup> e o Na<sup>+</sup> (ISLAM et al., 2017). O estresse salino também promove mudanças estruturais nos pigmentos fotossintéticos, comprometendo a eficiência da energia de excitação da antena de coleta de luz e provoca danos aos centros de reação do fotossistema II (TATAGIBA et al., 2014), afetando também o potencial de turgescência foliar e induzindo danos na membrana.

Apesar dos efeitos negativos dos sais nas plantas, o uso de água salina na irrigação pode ser viabilizado através da utilização do peróxido de hidrogênio. Neste contexto, objetivou-se

com presente estudo, avaliar o efeito da pulverização foliar de peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino sobre os índices fisiológicos da gravioleira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de abril de 2020 e setembro de 2021 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba, 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 estão dispostos na Figura 1.



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

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8, 2,4 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 10; 20 e 30 μM), em arranjo fatorial 4 × 4, distribuídos no delineamento de blocos casualizados, com três repetições, perfazendo o total de 48 plantas.

As mudas foram propagadas de forma sexuada e o período de formação foi de 180 dias. Após esse período foi realizado o transplântio para vasos plásticos. 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 (Entisol), coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Riachão do Bacamarte - PB, cujas as características físico-químicas foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017): Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup>

trocáveis = 2,60; 3,66; 0,16; 0,22 e 1,93 cmolc kg<sup>-1</sup>, respectivamente; pH (água: solo, 1:2,5) = 5,9; CEes = 1,0 dS m<sup>-1</sup>; matéria orgânica = 1,36 dag kg<sup>-1</sup>; P = 6,80 mg kg<sup>-1</sup>; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente; densidade aparente = 1,39 kg dm<sup>-3</sup>; umidade a 33,42 e 1519,5 kPa = 11,98 e 4,32 dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

As águas de irrigação com diferentes níveis de condutividade elétrica foram preparadas dissolvendo-se os sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m<sup>-1</sup>). No preparo das águas de irrigação, foi considerada a relação entre CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954).

Aos 45 dias após o transplântio, iniciou-se a irrigação com as águas salinas, adotando-se um turno de rega de três dias, aplicando-se a água em cada lisímetro, conforme tratamento de forma a manter a umidade do solo próximo à capacidade de campo, sendo o volume a ser aplicada determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimada pelo balanço de água no solo.

As aplicações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram iniciadas aos 30 dias após o transplântio (DAT), nas faces abaxial e adaxial das folhas e as subsequentes foram realizadas em intervalos de 30 dias utilizando-se um pulverizador costal entre as 17:00 e 17:45 horas. As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram baseadas na metodologia proposta por Cavalcante (2008) para a cultura da gravioleira, onde foram aplicados 100 g de nitrogênio, 60 g de fósforo e 40 g de potássio por planta ano, divididos em 24 parcelas com intervalos de 15 dias. Foi utilizado como fonte de nitrogênio o sulfato de amônia, de fósforo o fosfato monoamônio, e de potássio o cloreto de potássio.

Quinzenalmente foi aplicada uma solução de Dripsol® micro para suprir a exigência de micronutrientes na concentração de 1,0 g L<sup>-1</sup>, com composição de: Mg (1,1%); Zn (4,2%); B (0,85%); Fe (3,4%); Mn (3,2%); Cu (0,5%); Mo (0,05%), via foliar, nas faces adaxial e abaxial, com o uso de um pulverizador costal.

Aos 270 dias após o transplântio (DAT), avaliaram-se: o extravasamento de eletrólitos, o teor relativo de água, o déficit de saturação hídrica e os pigmentos fotossintéticos.

A porcentagem de extravasamento de eletrólitos (% EE) foi determinada utilizando-se um perfurador de cobre para obter, cinco discos foliares com área 1,54 cm<sup>2</sup> cada, por unidade experimental, os quais foram lavados e acondicionados em erlenmeyer contendo 50 mL de água destilada. Após fechadas com papel alumínio, os erlenmeyer foram acondicionados à temperatura de 25°C, por 90 minutos sendo, em seguida, aferida a condutividade inicial do meio (Xi) usando condutivímetro de bancada (MB11, MS Techonopon®). Em seguida os erlenmeyers foram submetidos à temperatura de 90°C, por 90 minutos, em estufa de secagem

(SL100/336, SOLAB®) e, após resfriamento do conteúdo das mesmas, aferiu-se a condutividade final ( $X_f$ ). A porcentagem de dano protoplasmático das células foi expressa como a porcentagem de condutividade elétrica inicial em relação à condutividade elétrica após o tratamento por 90 minutos a 90°C:  $[(X_i/X_f) \times 100]$  (SCOTTI-CAMPOS et al., 2013).

Para a determinação do teor relativo de água (TRA) e o déficit de saturação hídrica (DSH), foram retiradas duas folhas do terço médio do ramo principal para a obtenção de cinco discos de 12 mm de diâmetro de cada folha. Imediatamente após a coleta, os discos foram pesados, evitando-se a perda de umidade, obtendo-se a massa fresca (MF); em seguida, essas amostras foram colocadas em béquer, imersas em 50 mL de água destilada e acondicionadas por 90 minutos. Após esse período, o excesso de água dos discos foi retirado com papel toalha e obtida a massa túrgida (MT) das amostras, as quais foram secas em estufa a temperatura  $\approx 65 \pm 3^\circ\text{C}$ , até peso constante para obtenção da massa seca. (MS) das amostras. O TRA e o DSH foi determinado de acordo com Lima et al. (2015), pela Equação 1 e 2:

$$TRA = \frac{MF-MS}{MT-MS} \times 100 \quad (1)$$

$$DSH = \frac{MT-MF}{MT-MS} \times 100 \quad (2)$$

Em que: TRA = teor relativo de água (%); DSH = déficit de saturação hídrica (%); MF= massa fresca de folha (g); MT= massa túrgida (g); MS = massa seca (g).

A quantificação dos teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila a, b, clorofila total e carotenóides) foi realizada de acordo com Arnon (1949), com extratos vegetais a partir de amostras de discos do limbo da terceira folha madura a partir do ápice. Em cada amostra foi utilizado 6,0 mL de Acetona P.A a 80%. Por meio destes extratos foram determinadas as concentrações de clorofila e carotenóides nas soluções com a utilização do espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (ABS) (470, 647, e 663 nm), por meio das seguintes Eq. 3, 4, 5 e 6:

$$\text{Clorofila } a \text{ (Cl } a) = (12,25 \times ABS_{663}) - (2,79 \times ABS_{647}) \quad (3)$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (Cl } b) = (21,5 \times ABS_{647}) - (5,10 \times ABS_{663}) \quad (4)$$

$$\text{Clorofila total (Cl } t) = (7,15 \times ABS_{663}) + (18,71 \times ABS_{647}) \quad (5)$$

$$\text{Carotenóides (Car)} = \frac{((1000 \times ABS_{470}) - (1,82 \times CL\ a) - (85,02 \times CL\ b))}{198} \quad (6)$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila a, b, total e carotenóides nas folhas foram expressos em  $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca.

A estrutura multivariada dos resultados foi avaliada por meio da análise de componentes principais (ACP), sintetizando-se a quantidade de informações relevantes contida no conjunto de dados originais em menor número de dimensões, resultantes de combinações lineares das

variáveis originais geradas a partir dos autovalores ( $\lambda > 1,0$ ) na matriz de correlação, explicando porcentagem maior que 10% da variância total (GOVAERTS et al., 2007).

A partir da redução das dimensões, os dados originais das variáveis de cada componente foram submetidos à análise de variância multivariada (MANOVA) pelo teste de Hotelling (1947) a 0,05 de probabilidade para os níveis salinos e as concentrações de peróxido de hidrogênio, assim como para interação entre os mesmos. Apenas variáveis com coeficiente de correlação maior ou igual a 0,6 foram mantidos em cada componente principal (CP) (HAIR et al., 2009). Para as análises estatísticas utilizou-se o software Statistica v. 7.0 (STATSOFT, 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espaço multidimensional das variáveis originais foi reduzido para dois componentes principais (CP1 e CP2) com autovalores maiores que  $\lambda > 1,0$ , de acordo com Kaiser (1960). Os autovalores e porcentagem de variação explicada para cada componente (Tabela 1) representam juntos 96,8% da variação total. O CP1 explicou 63,7% da variância total, formada pelas variáveis de pigmentos fotossintéticos. O CP2 representou 33,1% da variância restante, sendo formada pelas variáveis EE, TRA e DSH. Pela análise de variância multivariada (Tabela 1), observa-se efeito significativo da interação entre os níveis salinos (NS) e as concentrações de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ). Analisado de forma isolada, os níveis salinos também influenciaram significativamente ( $p < 0,01$ ) os dois CPs.

**Tabela 1.** Autovalores, porcentagem de variância total explicada, na análise de variância multivariada (MANOVA) e correlações (r) entre variáveis originais e os componentes principais.

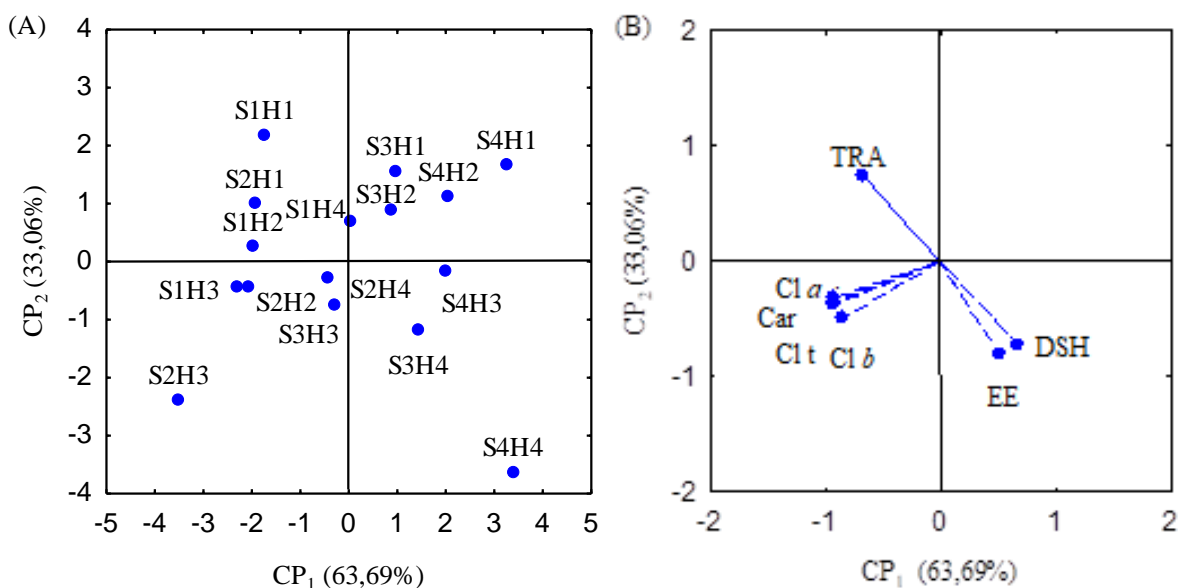
				Componentes principais			
				CP1	CP2		
Autovalores ( $\lambda$ )				4,46	2,31		
Porcentagem de variância total (S2%)				63,70	33,10		
Teste de Hotelling (T2) para níveis salinos (NS)				0,01	0,01		
Teste de Hotelling (T2) para peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )				0,01	0,01		
Teste de Hotelling (T2) para interação (NS $\times$ $H_2O_2$ )				0,01	0,04		
CPs	Coeficiente de correlação						
	EE	TRA	DSH	Cl a	Cl b	Car	Cl t
CP1	0,52	-0,67	0,67	-0,93	-0,85	-0,92	-0,92
CP2	-0,80	0,73	-0,73	-0,32	-0,49	-0,36	-0,38
Médias							
	EE	TRA	DSH	Cl a	Cl b	Car	Cl t
S1H1	19,12	80,25	19,75	1309,21	442,14	481,44	1751,34
S2H1	20,26	76,24	23,76	1389,83	520,63	511,14	1910,47
S3H1	20,59	70,51	29,49	1011,52	325,88	375,10	1337,39
S4H1	21,20	64,89	35,11	666,78	242,66	253,56	909,43
S1H2	20,31	72,54	27,46	1488,14	539,11	527,52	2027,25
S2H2	20,58	70,25	29,75	1635,11	571,69	542,11	2206,80
S3H2	21,28	68,54	31,46	947,67	437,25	376,01	1384,92
S4H2	21,55	66,27	33,73	873,12	351,41	281,42	1224,53
S1H3	20,94	70,10	29,90	1487,44	579,21	569,14	2066,65

S2H3	22,79	66,82	33,18	1824,00	752,54	648,57	2576,54
S3H3	23,12	65,36	34,64	1405,27	467,19	458,91	1872,46
S4H3	23,82	62,48	37,52	969,73	393,31	320,55	1363,04
S1H4	20,83	69,24	30,76	1201,93	422,29	419,28	1624,22
S2H4	21,98	67,20	32,80	1255,19	511,24	469,67	1766,43
S3H4	23,54	58,59	41,41	1082,21	454,97	402,54	1537,18
S4H4	32,18	50,21	49,79	989,74	411,54	399,58	1401,28

S1 (0,8 dS m<sup>-1</sup>); S2 (1,6 dS m<sup>-1</sup>); S3 (2,4 dS m<sup>-1</sup>); S4 (3,2 dS m<sup>-1</sup>); H1 (0 µM); H2 (10 µM); H3 (20 µM); H4 (30 µM); EE (Extravasamento de eletrólitos - %); TRA (Teor relativo de água - %); DSH (Déficit de saturação hídrica - %); Cl a (Clorofila a - mg g<sup>-1</sup> MF); Cl b (Clorofila b - mg g<sup>-1</sup> MF); Car (Carotenoides - mg g<sup>-1</sup> MF); Cl t (Clorofila total - mg g<sup>-1</sup> MF).

No primeiro componente principal (CP1), foi identificado um processo caracterizado possivelmente pelo efeito da interação entre a salinidade da água de irrigação e as concentrações de peróxido de hidrogênio, verifica-se ainda que os coeficientes de correlação entre a Cl a, Cl b, Cl t e Car foram superiores a 0,70 (Tabela 1). No componente principal 1, é possível observar que as plantas irrigadas com água de 1,6 dS m<sup>-1</sup> e sob concentração de 20 µM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (S2H3), se destacaram em relação aos demais tratamentos, tendo em vista que foram obtidos os maiores valores (Tabela 1) de Cl a (1824,00 mg g<sup>-1</sup> MF), Cl b (752,54 mg g<sup>-1</sup> MF), Cl t (2576,54 mg g<sup>-1</sup> MF) e Car (648,57 mg g<sup>-1</sup> MF).

Ao comparar os resultados obtidos nas plantas do tratamento S2H3 em relação às plantas do tratamento S2H1, constata-se aumento de 31,2; 44,5; 34,9 e 26,9% na Cl a, Cl b, Cl t e Car, respectivamente, demonstrando o efeito benéfico da concentração de 20 µM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sobre os pigmentos fotossintéticos. Ainda no componente principal 1, verifica-se que os menores valores de Cl a (1309,21 mg g<sup>-1</sup> MF), Cl b (442,14 mg g<sup>-1</sup> MF), Cl t (1751,34 mg g<sup>-1</sup> MF) e Car (481,44 mg g<sup>-1</sup> MF) foram constatados no tratamento S4H4, evidenciando desta forma, que o peróxido de hidrogênio em concentrações elevadas intensifica os efeitos deletérios do estresse salino sobre a graminícea.



**Figura 2.** Projeção bidimensional dos escores dos componentes principais para os fatores níveis salinos (NS) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e das variáveis analisadas (B) nos dois componentes principais (CP1 e CP2).

O peróxido de hidrogênio é uma das espécies reativas de oxigênio mais importante, desempenha função na percepção do estresse e na tolerância da planta a estresses abióticos (WOJTYLA et al., 2016). Desta forma, o efeito benéfico do peróxido de hidrogênio em baixas concentrações pode estar associado ao seu papel como molécula sinalizadora, regulando várias vias, incluindo respostas ao estresse salino (BAXTER et al., 2014). No entanto, conforme foi observado no presente estudo, em alta concentração o peróxido de hidrogênio pode causar alterações no metabolismo vegetal devido à restrição dos processos fotossintéticos, pois, sob condições de estresse, como seca, salinidade e/ou calor, os processos fotossintéticos podem ser afetados diretamente, por meio da restrição estomática, da transpiração e, conseqüentemente, baixa disponibilidade de CO<sub>2</sub>, ou indiretamente, pelo desequilíbrio entre a produção e a remoção das EROs produzidas durante o processo fotossintético, provocando o estresse oxidativo (CARVALHO et al., 2011).

## CONCLUSÕES

O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação afeta negativamente o extravasamento de eletrólitos, reduz o teor relativo de água e aumenta o déficit de saturação hídrica das plantas de gravioleira aos 270 dias após o transplântio, sendo os efeitos mais nocivos quando associado à pulverização de peróxido de hidrogênio na concentração de 30 µM; O peróxido de hidrogênio na concentração de 20 µM atenua os efeitos deletérios da salinidade sobre os pigmentos fotossintéticos da gravioleira quando irrigada com CEa de até 1,6 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.
- BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. EROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, p. 1229-1240, 2014.
- CALIMAN, M. E.; SILVA, D. C.; PEREIRA, J.; BEZERRA, J. L. Biologia e patogenicidade de *Prillieuxina winteriana* em pomares de gravioleira na Bahia. **Summa Phytopathologica**, v. 47, p. 27-33, 2021.
- CARVALHO, F. E. L.; LOBO, A. K. M.; BONIFACIO, A.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimatação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo



pré-tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 416-423, 2011.

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

GOVAERTS, B.; SAYRE, K. D.; LICHTER, K.; DENDOOVEN, L.; DECKERS, J. Influence of permanent planting in high bed and residue management on physical and chemical soil quality in rainfed corn/wheat systems. **Plant and Soil**, v. 291, p. 39-54, 2007.

HAIR, F. J.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. 2009. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna. Porto Alegre: Bookman. 688p. 2009.

HOTELLING, H. **Multivariate Quality Control Illustrated by Air Testing of Sample Bombsights**. In: EISENHART, C., HASTAY, M.W. AND WALLIS, W.A., Eds., Techniques of Statistical Analysis, 1947. McGraw Hill, New York, 111-184, 1947.

ISLAM, M. N.; ISLAM, A.; BISWAS, J. C. Effect of gypsum on electrical conductivity and sodium concentration in salt affected paddy soil. **International Journal of Agricultural Papers**, v. 2, p. 19-23, 2017.

KAISER, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and psychological measurement**, v. 20, p. 141-151, 1960.

LEMOS, E. E. P. A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 77-85, 2014.

LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. A.; XAVIER, D. A.; SANTOS JUNIOR, J. A. Water relations and gas exchange in castor bean irrigated with saline water of distinct cationic nature. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 1581-1594, 2015.

RICHARDS, L. A. **Diagnóstico e melhoria de solos salinos e alcalinos**. Washington: EUA, Departamento de Agricultura. 160 p. 1954.

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, A. T.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, p. 1002-1013, 2013.

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

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. P.; VELOSO, L. L. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, e55671, 2019b.

TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, p. 138-149, 2014.

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

WOJTYLA, Ł.; LECHOWSKA, K.; KUBALA, S.; GARNCZARSKA, M. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 1-17, 2016.