

## **TEMPO DE EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE GRAVIOLA EM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> INDUZ A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO**

Paloma Moreira dos Anjos<sup>1</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>2</sup>, Vera Lúcia Antunes de Lima<sup>3</sup>, Carlos Alberto Vieira de Azevedo<sup>4</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>4</sup>, Larissa Fernanda Souza Santos<sup>5</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se com presente estudo, avaliar o efeito do tempo de embebição de sementes de graviola em peróxido de hidrogênio na indução a tolerância do estresse salino. O estudo foi conduzido sob condições de casa de vegetação, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, no arranjo fatorial 5×5, cujos tratamentos resultaram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco tempos de embebição de sementes no de peróxido de hidrogênio (12; 24; 36; 48 e 60 horas), com duas plantas por parcela e quatro repetições, perfazendo o total de duzentas unidades experimentais com três repetições. O incremento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente o crescimento das mudas de gravioleira aos 120 dias após o semeio. A embebição das sementes de graviola em peróxido de hidrogênio por 32 horas favoreceu o crescimento em altura de planta e diâmetro de caule. Entretanto, o aumento do tempo de embebição intensificou os efeitos deletérios da água de irrigação sobre o crescimento das mudas de graviola, sendo o tempo de 60 horas mais prejudicial.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Annona muricata* L., águas salinas, peróxido de hidrogênio

## **SOLVING TIME OF GRAVIOLA SEEDS IN H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> INDUCES TOLERANCE TO SALINE STRESS**

<sup>1</sup> Discente do Curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Rua Aprígio Veloso, 882, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 99636-6608. E-mail: paloma.sje@hotmail.com

<sup>2</sup> Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: andrealisson\_cgpb@hotmail.com

<sup>3</sup> Profa. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: vera.antunes.ufcg@gmail.com

<sup>4</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

<sup>5</sup> Discente do Curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: englarissafss@gmail.com

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of soaking time with hydrogen peroxide in soursop seeds in inducing salt stress tolerance. The study was conducted under greenhouse conditions, using a randomized block design, in a 5×5 factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of five levels of electrical conductivity of the irrigation water (0.6; 1.2; 1.8; 2.4 and 3.0 dS m<sup>-1</sup>) and five times of seed soaking in hydrogen peroxide (12; 24; 36; 48 and 60 hours), with two plants per plot and four replications, making a total of two hundred experimental units with three replications. The increase in the electrical conductivity of the irrigation water negatively affected the growth of soursop seedlings at 120 days after sowing. Soaking of soursop seeds in hydrogen peroxide for 32 hours favored plant height and stem diameter growth. However, the increase in soaking time intensified the harmful effects of irrigation water on the growth of soursop seedlings, with the 60-hour time being more harmful.

**KEYWORDS:** *Annona muricata* L., saline water, hydrogen peroxide

## INTRODUÇÃO

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma frutífera de grande importância para o Nordeste brasileiro e possui adaptabilidade as condições edafoclimáticas da região. Os estados Bahia, Alagoas e Pernambuco se destacam, respectivamente, como os maiores produtores de graviola do país (TELES et al., 2017; CENSO AGRO, 2017).

A graviola possui alto potencial de comercialização devido as suas propriedades nutricionais e medicinais, ganhando visibilidade na fruticultura brasileira, sendo encontrada no comércio na forma de doces, sorvetes e sucos (GAJALAKSHMI et al., 2012).

Entretanto, seu cultivo pode ser afetado negativamente pelo estresse salino. A utilização de águas salinas na irrigação é um desafio e vem sendo base de pesquisas e estudos em diversas regiões, como é o caso da região Nordeste, na qual a taxa de precipitação é inferior a de transpiração e faz-se necessário o uso de águas de baixa qualidade para suprimento das necessidades agrícolas da região (GHEYI et al., 2016; SILVA et al., 2014).

O uso de águas salinas na irrigação reflete em alterações no potencial osmótico e iônico da planta, reduzindo a absorção de água e nutriente e como consequência prejudica seu crescimento e processos fisiológicos (AHMADI & SOURI, 2020).

O emprego de águas salinas na irrigação pode ser viabilizado pela utilização do peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), este age como regulador de resposta de defesa das plantas ao estresse salino devido as suas características eletroquímicas que facilitam sua função sinalizadora,

resultando em uma maior tolerância de sobrevivência às condições adversas pela planta (SILVA et al., 2019).

Encontra-se na literatura, estudos sobre diferentes métodos de aplicação e concentrações do peróxido de hidrogênio como atenuante dos efeitos deletérios do estresse salino, Silva et al. (2021) identificaram o melhor método de aplicação do peróxido de hidrogênio sobre a produção de biomassa e qualidade de mudas de gravioleira sob estresse salino; Veloso et al. (2020) verificaram a melhor concentração de peróxido de hidrogênio na gravioleira irrigada com água salina e suas alterações nas trocas gasosas, pigmentos cloroplastídicos e danos celular; no entanto, estudos sobre tempo de embebição das sementes de graviola em peróxido de hidrogênio são inexistentes.

Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito do tempo de embebição de sementes de graviola em peróxido de hidrogênio na indução a tolerância do estresse salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (casa de vegetação) pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 07° 15' 18'' de latitude S, 35° 52' 28'' de longitude W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados em arranjo fatorial 5×5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e cinco tempos de embebição das sementes em peróxido de hidrogênio (12; 24; 36; 48 e 60 horas) com duas plantas por parcela e quatro repetições, perfazendo o total de duzentas unidades experimentais.

Para a obtenção das mudas de gravioleira foi realizado o semeio colocando-se 3 sementes em sacos de polietileno com dimensões de 15 x 30 cm, a 1,5 cm de profundidade e distribuídas de forma equidistante, apoiados em bancadas a uma altura de 0,8 m do solo. As sacolas foram preenchidas com uma proporção de 2:1:1 de um Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa, areia e matéria orgânica (húmus), proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia proposta por 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.

Todas as adubações foram realizadas em cobertura, conforme recomendação de adubação para ensaios em vasos, contida em Novais et al. (1991), colocando-se as quantidades de 100, 150 e 300 mg kg<sup>-1</sup> de solo de nitrogênio, potássio (K<sub>2</sub>O) e fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), respectivamente, na forma de ureia, cloreto de potássio e fosfato monoamônio (MAP); aplicado via água de irrigação, aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura (DAS).

A concentração de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) utilizada na embebição das sementes foi de 20 µM, estabelecida de acordo com estudo desenvolvido por Silva et al. (2019), cuja diluição foi realizada em água deionizada. As sementes passaram por um pré-tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, onde foram embebidas com duração dos respectivos tratamentos; em seguida realizou-se a semeadura.

A água utilizada na irrigação do tratamento de menor salinidade (0,6 dS m<sup>-1</sup>) foi proveniente do sistema público de abastecimento de Campina Grande - PB; os demais níveis salinos foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca:Mg, respectivamente, a partir dos sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, relação está predominante em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro. No preparo da água de irrigação dos maiores níveis de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais (mmolc L<sup>-1</sup> = 10×CEa (dS m<sup>-1</sup>)), extraída de Richards (1954).

Após a semeadura, a irrigação foi realizada aplicando-se, em cada sacola, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, tomando-se como base volume consumido (VC), considerando o volume de água aplicado às plantas (VA) no dia anterior; VD é o volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e a fração de lixiviação – FL desejada (20%), a fim de evitar a acumulação excessiva dos sais na zona radicular.

Aos 120 dias após o semeio foram analisados os efeitos dos tratamentos através das variáveis altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar das plantas (AF). A altura de planta foi obtida tomando-se como referência a distância do colo da planta até a inserção do meristema apical. O diâmetro de caule mediado a dois centímetros do colo da planta com auxílio de um paquímetro. O número de folhas obtido pela contagem de folhas totalmente expandidas e área foliar foi medindo-se o comprimento e a largura de todas as folhas das plantas conforme metodologia descrita por Almeida et al. (2006), considerando-se a Equação:  $AF = \sum 5,71 + 0,647X$ , Onde: AF - área foliar (cm<sup>2</sup>); X - produto do comprimento pela largura das folhas (cm).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade. Subsequente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão linear e quadrática, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019). A escolha do modelo de regressão (linear ou quadrática) foi feita pela significância dos coeficientes de determinação. Em caso de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software TableCurve 3D para a elaboração das superfícies de resposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

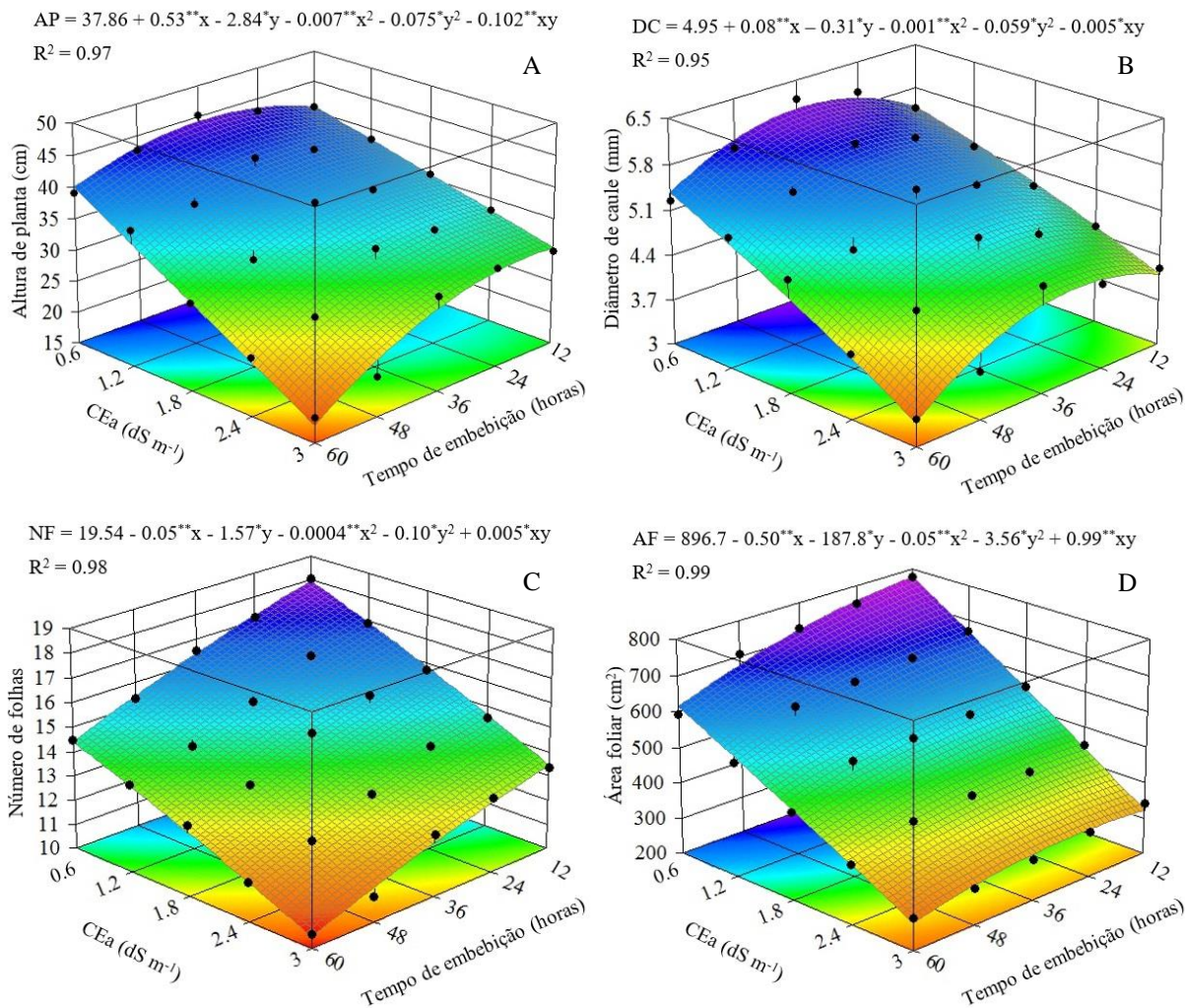
A interação entre os níveis salinos da água de irrigação e os tempos de embebição em peróxido de hidrogênio (Tabela 1), influenciaram de forma significativa ( $p < 0,01$ ) todas as variáveis em estudo. De forma isolada, os níveis salinos e os tempos de embebição, também afetaram significativamente as variáveis de crescimento das mudas gravioleira.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente à altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF) da mudas de gravioleira irrigadas com águas salinas e submetida a diferentes tempos de embebição com peróxido de hidrogênio, aos 120 dias após o semeio.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		AP	DC	NF	AF
Níveis Salinos (NS)	4	1162,8**	14,9**	59,7**	495594,5**
Regressão linear	1	4077,1**	56,9**	231,1**	1867977,8**
Regressão quadrática	1	386,6*	0,01ns	6,6*	12955,6ns
Tempos de embebição (TE)	4	144,2**	1,4**	17,7**	40739,3**
Regressão linear	1	352,5**	0,7ns	44,2**	129023,9**
Regressão quadrática	1	64,6*	0,3*	20,6*	18097,1*
Interação (NS $\times$ TE)	16	76,3**	1,1**	4,8**	14084,5**
Blocos	3	7,32ns	0,2ns	2,2ns	5086,1ns
Resíduo	72	10,4	0,3	1,7	4229,9
CV (%)		9,31	11,02	8,66	12,58

ns, \*, \*\* respectivamente não significativo, significativo a  $p < 0,05$  e  $p < 0,01$ . CV: Coeficiente de variação

A embebição das sementes de graviola em peróxido de hidrogênio por 32 horas promoveu aumento da altura de planta e do diâmetro de caule, independentemente da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1A e 1B). Constata-se que as plantas que tiveram suas sementes embebidas em  $H_2O_2$  por 32 horas e irrigadas com água de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$  obtiveram maior valor de AP (43,96 cm) e DC (6,2 mm). Ao comparar em termos relativos a AP e DC das plantas irrigadas com água de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$  e submetidas ao tempo de embebição de 32 horas em relação as cultivadas com o mesmo nível salino ( $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ ), mas com tempo de 12 horas, nota-se um aumento de 7,9% (3,22 cm) e 12,3% (0,7 mm) na AP e DC respectivamente.



X e Y – Tempo de embebição e CEa, respectivamente; \*, \*\* Significativo a  $p \leq 0,05$  e  $0,01$  pelo teste F

**Figura 1.** Superfície de resposta para altura de planta - AP (A), diâmetro de caule - DC (B), número de folhas - NF (C) e área foliar - AF (D) de gravioleira cv. Morada Nova em função da interação entre o tempo de embebição - T e da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 120 dias após o semeio.

O aumento do tempo de embebição das sementes de graviola em peróxido de hidrogênio intensificou os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre o número de folhas e área foliar da gravioleira (Figura 1C e 1D). Constata-se, de acordo com as equações de regressão que os maiores valores de NF (17,9) e AF (776,7 cm<sup>2</sup>) foram obtidos nas plantas que tiveram suas sementes embebidas por 12 horas e irrigadas com água de 0,6 dS m<sup>-1</sup>. Entretanto, as plantas que tiveram suas sementes embebidas por 60 horas e irrigadas com água de 3,0 dS m<sup>-1</sup>, obtiveram os menores valores de NF (10,4) e AF (269,5 cm<sup>2</sup>). Demonstrando desta forma, que um maior tempo de exposição do peróxido de hidrogênio com as sementes, se torna prejudicial para o crescimento das mudas de graviola.

Resultados semelhantes foram obtidos por Capitulino (2020), avaliando o crescimento de mudas de gravioleira sob estresse salino (0,6 a 3,0 dS m<sup>-1</sup>) e métodos de aplicação de peróxido

de hidrogênio, foi constatado que o método de embebição das sementes (36 horas) promoveu melhor crescimento das mudas, mesmo quando exposta a irrigação com águas salinas.

O efeito benéfico da embebição das sementes em peróxido de hidrogênio entre 12 e 32 horas observados sobre o crescimento da gravioleira (Figura 1) pode ser atribuído ao fato que  $H_2O_2$  estimula alguns processos fisiológicos como a taxa de assimilação de  $CO_2$  e condutância estomática, levando à melhora do crescimento vegetativo (SILVA et al., 2021). Ademais, o aumento do crescimento da planta com a aplicação de peróxido de hidrogênio via embebição pode ter ocorrido devido à maior absorção de água e nutrientes, incluindo íons essenciais para o crescimento da planta, como N, P e K (FAROUK & AMIRA, 2018).

## CONCLUSÕES

A embebição das sementes de graviola em peróxido de hidrogênio por 32 horas favorece o crescimento em altura de planta e diâmetro de caule. Entretanto, o aumento do tempo de embebição intensifica os efeitos deletérios da água de irrigação sobre o crescimento das mudas de graviola, sendo o tempo de 60 horas mais prejudicial.

## REFERÊNCIAS

- AHMADI, M.; SOURI, M. K. Growth characteristics and fruit quality of chili pepper under higher electrical conductivity of nutrient solution induced by various salts. **Journal of Agricultural Science**, v. 42, n. 1, p. 143-152, 2020.
- ALMEIDA, G.; SANTOS, J.; ZUCOLOTO, M.; VICENTINI, V.; MORAES, W., BREGONCIO, I.; COELHO, R. Estimativa de área foliar de graviola (*Annona muricata* L.) por meio de dimensões lineares do limbo foliar. **Revista UNIVAP**, v. 1, n. 24, p. 1035-1037, 2006.
- CAPITULINO, J. D. **Métodos de aplicação de  $H_2O_2$  como atenuantes do estresse salino na produção de mudas de gravioleira**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2020, 82f.
- Censo Agropecuário 2017. **Resultados preliminares**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?l%20calidade=0&tema=76303](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?l%20calidade=0&tema=76303)>. Acesso em: out. 2021.

FAROUK, S.; AMIRA M. S. A. Q. Enhancing seed quality and productivity as well as physiological responses of pea plants by folic acid and/or hydrogen peroxide application. **Scientia Horticulturae**, v. 240, p. 29-37, 2018.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GAJALAKSHMI, S.; VIJAYALAKSHMI, S.; DEVI RAJAESWARI, V. Phytochemical and pharmacological properties of *Annona muricata*: A review. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 2, 2012.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2016.

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.

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

SILVA, A. A. R. da; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S. A. Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 3, p. 9, 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. 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, A. A. R.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S. A.; CAPITULINO, J. D.; GHEYI, H. R. Induction of tolerance to salt stress in soursop seedlings using hydrogen peroxide. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 4, p. 484-490, 2019.

SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Hydrogen peroxide in the acclimation of yellow passion fruit seedlings to salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, p. 116-123, 2021.

SILVA, J. L. D. A.; MEDEIROS, J. F. D.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; SILVA JUNIOR, M. J. D.; NASCIMENTO, I. B. D. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação



e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, suppl, p. 66-72,2014.

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

TELES, A. C. M.; PINTO, E. G.; SANTOS, J. R.; OLIVEIRA, C. F.D.; SOARES, D. S. B. Desenvolvimento e caracterização físico-química de geleia comum e extra de graviola com pimenta. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 1, p. 72-77, 2017.

VELOSO, L. L. de S. A.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. da; CAPITULINO, J. D.; GREYI, H. R.; BONIFÁCIO, B. F. Physiological changes and growth of soursop plants under irrigation with saline water and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in post-grafting phase. **Ciências Agrárias**, v. 41, n. 6, p. 3023-3038, 2020.