

## ÍNDICES FISIOLÓGICOS DE GRAVIOLEIRA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

JESSICA DAYANNE CAPITULINO<sup>1</sup>, ANDRÉ ALISSON RODRIGUES DA SILVA<sup>2</sup>, VITÓRIA DANTAS DE SOUSA<sup>3</sup>, LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS<sup>4</sup>, JESSICA ARAGÃO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, capitulinoj@hotmail.com

<sup>2</sup>Dr. PDJ/CNPq/UFCG, Campina Grande-PB, andrealisson\_cgpb@hotmail.com;

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, vitória.dantas@estudante.ufcg.br

<sup>4</sup>Mestranda em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, englarissafss@gmail.com; jessica\_aragao@outlook.com

**RESUMO:** A gravioleira é uma espécie de grande potencial de produção no Brasil, especialmente na região semiárida. No entanto, as águas desta região apresentam elevados teores de sais, o que pode comprometer o desenvolvimento das culturas. Nesse cenário, a aplicação de pequenas concentrações de peróxido de hidrogênio pode reduzir os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas. Assim, objetivou-se com esta pesquisa avaliar os índices fisiológicos de plantas de gravioleira cv. Morada Nova. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial  $4 \times 4$ , correspondendo a quatro valores de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8, 1,6, 2,4, e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) e quatro doses de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 10, 20 e 30 µM) com três repetições, perfazendo 48 unidades experimentais. A aplicação com água com condutividade elétrica acima de 0,8 dSm<sup>-1</sup> aumentou o déficit de saturação hídrica e a percentagem de danos na membrana celular da gravioleira. Concentração de peróxido de hidrogênio de 30 µM não foi eficiente para reduzir o déficit de saturação hídrica e o potencial de extravasamento celular em plantas de gravioleira cv. Morada nova, aos 370 dias após o transplântio.

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

### PHYSIOLOGICAL INDEXES OF GRAVIOLEIRA UNDER SALINE STRESS AND FOLIAR APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE

**ABSTRACT:** Soursop is a species with great production potential in Brazil, especially in the semi-arid region. However, the waters of this region have high salt contents, which can compromise the development of the culture. In this scenario, the application of small concentrations of hydrogen peroxide can reduce the deleterious effects of salt stress on plants. Thus, the objective of this research was to evaluate the physiological indices of soursop plants cv. Morada Nova. The design used was a randomized block design in a  $4 \times 4$  factorial scheme, corresponding to four values of electrical conductivity of irrigation water – EC<sub>w</sub> (0.8, 1.6, 2.4, and 3.2 dS m<sup>-1</sup>) and four doses of hydrogen peroxide – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 10, 20 and 30 µM) with three replications, totaling 48 experimental units. The application with saline water from 0.8 dSm<sup>-1</sup> increases the water saturation deficit and the percentage of damage to the soursop cell membrane. On the other hand, a concentration of 30 µM of hydrogen peroxide is not efficient to reduce the water saturation deficit and the potential for cell leakage in soursop plants cv. Morada Nova at 370 days after transplanting.

**KEYWORDS:** *Annona muricata* L., salinity, hydrogen peroxide

### INTRODUÇÃO

As fontes de águas no semiárido brasileiro, comumente são caracterizadas pela alta concentração de sais. Dessa forma, o uso de água salina pode ser uma alternativa para a expansão do cultivo de fruteiras irrigadas nessa região (Nobre et al., 2014; Veloso et al., 2023).

A dificuldade para a expansão de lavouras irrigadas com água salina está relacionada aos danos causados pela combinação de estresses osmóticos e iônicos, que restringem a absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, afetam os processos fisiológicos e o crescimento das plantas (Ahmadi & Sourì 2020)

Algumas substâncias estão sendo utilizadas como alternativa para minimizar os efeitos da salinidade nas plantas, como o peróxido de hidrogênio. Silva et al. (2019) e Veloso et al. (2022), observaram em seus estudos que quando as plantas são submetidas a um pré-tratamento com concentrações adequadas de peróxido de hidrogênio, estas sofrem alterações em seu metabolismo, através da ativação do sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático, conferindo-lhes uma maior tolerância a estresses abióticos como a salinidade.

A gravioleira (*Annona muricata* L.) é uma importante frutífera da família Annonaceae (Sánchez et al., 2018). Seu fruto é uma baga normalmente verde, de casca flexível, ouriçada de pseudos espinhos carnosos, curtos e moles. Sua polpa é branca, de odor forte e acre, torna-se suave, agradável, sucosa, refrigerante, doce e ligeiramente ácida ao longo do tempo. Seu peso médio é de 4 kg (Pinto et al., 2005). O seu consumo vem aumentando devido a diferentes formas de seu uso, seja na indústria alimentícia, como também na indústria cosmética e farmacêutica (Freitas et al., 2013; Daddiouaissa & Amid 2018).

Diante do exposto, o objetivou-se com esta pesquisa, avaliar os efeitos da pulverização foliar com peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino sobre os índices fisiológicos das plantas de gravioleira cv. Morada Nova.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2020 a abril de 2021 sob condições de casa de vegetação, pertencente a Unidade acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07°15'18" latitude S, 35°52'28" de longitude O e altitude média de 550 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 4 × 4, cujos tratamentos foram constituídos da combinação entre dois fatores: quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) associados a quatro concentrações de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 10, 20 e 30 μM) com três repetições e uma planta por parcela perfazendo o total de quarenta e oito unidades experimentais.

Os níveis salinos das águas foram estabelecidos baseando-se em estudo desenvolvido por Silva et al. (2019). Já as concentrações de peróxido de hidrogênio foram determinadas a partir de estudo desenvolvido por Veloso et al. (2020).

As águas de irrigação com diferentes condutividade foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e sais de MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, utilizando-se água de abastecimento (CEa = 0,38 dS m<sup>-1</sup>) de Campina Grande, PB. As águas de irrigação foram preparadas considerando a relação entre CEa e a soma de cátions (mmolc L<sup>-1</sup> = 10 × CEa), extraída de Richards (1954).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Riachão de Bacamarte, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

Características químicas								
pH H <sub>2</sub> O	M.O.	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
1:2,5	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	.....cmolc kg <sup>-1</sup> .....					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....Características químicas.....				.....Características físicas.....				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
dS m <sup>-1</sup>	cmolc kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa <sup>1</sup>	1519,5 kPa <sup>2</sup>
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; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup>+H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>es</sub> - 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

Antes do transplântio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água. A irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro determinado pela lisimetria de drenagem.

A aplicação do peróxido de hidrogênio deu-se através de um pulverizador costal, aplicando-se via foliar no período da tarde para obter o maior aproveitamento na absorção da solução aplicada, isolando as plantas individualmente a fim de evitar a deriva.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), aplicando-se 100, 60 e 40 g por planta de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O. Como fontes foram utilizadas a ureia (45% de N), o cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) e o monoamônio fosfato (50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 11% de N). As adubações tiveram início aos 30 DAT e foram realizadas em aplicações quinzenais. Os tratamentos culturais no controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitos de acordo com a necessidade da cultura.

Aos 370 dias após o transplântio, avaliaram-se os efeitos dos tratamentos sobre a fisiologia das plantas de gravioleira, através do teor relativo de água, déficit de saturação hídrica e percentagem de extravasamento na membrana celular.

Os dados foram submetidos à distribuição de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de probabilidade de 0,05. A análise de variância foi realizada em 0,05 e nível de probabilidade de 0,01 e, em casos de significância, foi realizada análise de regressão linear e quadrática utilizando o programa estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019). Em caso de significância de interação entre fatores (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) o software TableCurve 3D foi usado para construir as superfícies de resposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo da interação entre os níveis de salinidade da água de irrigação e as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre as variáveis fisiológicas das plantas de gravioleira aos 370 DAT (Tabela 2). Os níveis de salinidade da água de irrigação e as concentrações de peróxido de hidrogênio influenciaram de forma isolada o déficit de saturação hídrica e a percentagem de extravasamento de eletrólitos na membrana celular das plantas de gravioleira cv. Morada Nova.

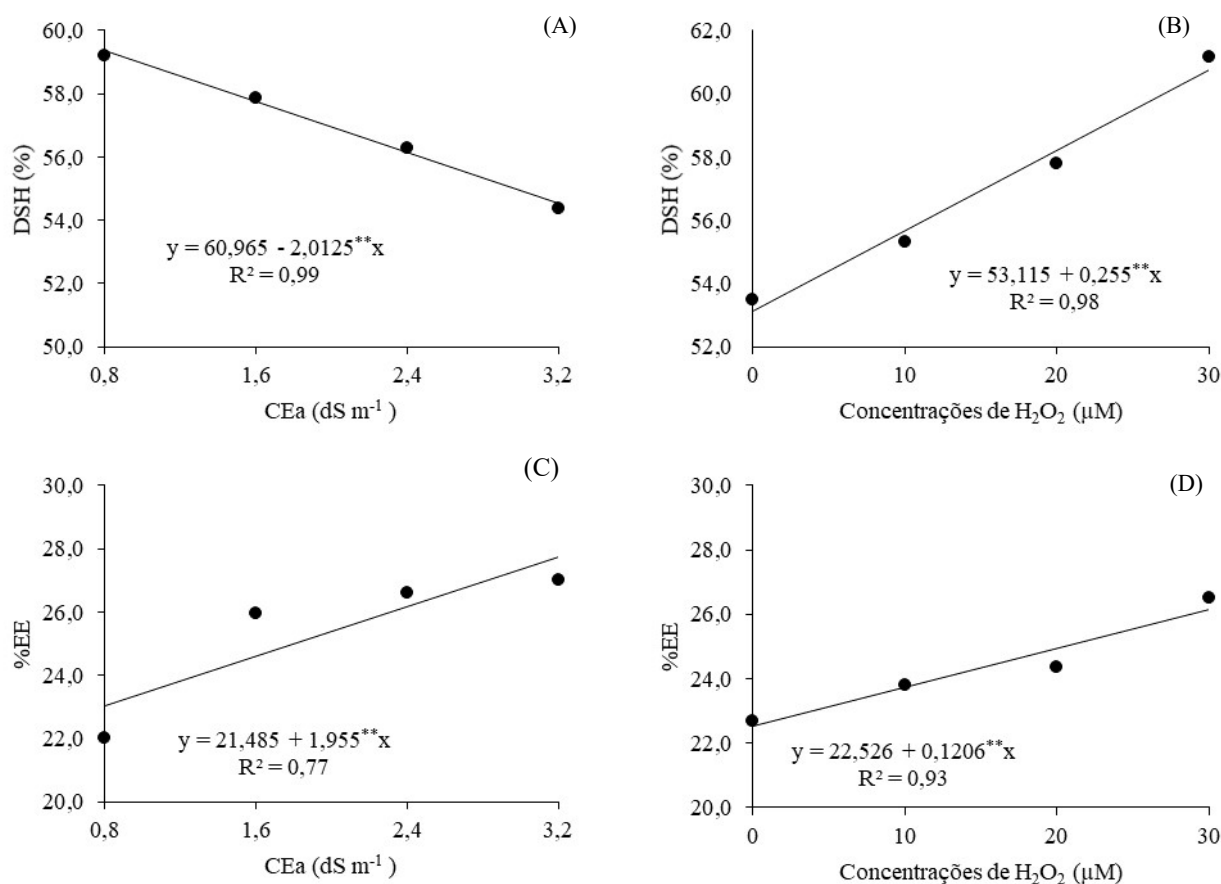
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para o teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e percentagem de extravasamento de eletrólitos na membrana celular (%EE) de graviola cv. Morada Nova cultivada com águas salinas e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio, aos 370 dias após o transplântio.

Fonte de variação	GL	Quadrado médios		
		TRA	DSH	%EE
Níveis salinos (NS)	4	24,4070 <sup>ns</sup>	52,0228 <sup>**</sup>	77,8206 <sup>**</sup>
Regressão linear	1	14,6140 <sup>ns</sup>	155,13 <sup>**</sup>	135,78 <sup>**</sup>
Regressão quadrática	1	33,4317 <sup>ns</sup>	0,9260 <sup>ns</sup>	39,2715 <sup>ns</sup>
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	44,7617 <sup>ns</sup>	132,63 <sup>**</sup>	31,1603 <sup>**</sup>
Regressão linear	1	64,0057 <sup>ns</sup>	390,59 <sup>**</sup>	35,7119 <sup>**</sup>
Regressão quadrática	1	68,6049 <sup>ns</sup>	7,2781 <sup>ns</sup>	31,7932 <sup>ns</sup>
Interação (NS x H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	16	22,1412 <sup>ns</sup>	1,4605 <sup>ns</sup>	39,1917 <sup>ns</sup>
Blocos	3	72,4625 <sup>ns</sup>	2,6207 <sup>ns</sup>	0,9045 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	16,7855	0,9980	0,7527
CV (%)		9,61	1,75	3,56

GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a p ≤ 0,01 e a p ≤ 0,05.

O DSH foi reduzido linearmente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1A), observou-se uma redução de 3,30% quando se comparou o DSH de plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,2 dS m<sup>-1</sup>) com o de plantas cultivadas sob o menor nível de salino (0,8 dS m<sup>-1</sup>). As plantas submetidas à concentração de 30 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Figura 1B), obtiveram um maior valor de DSH (60,73%) apresentando um aumento de 14,40% em relação às cultivadas sob tratamento controle (0 μM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). De certa forma, esse resultado pode estar relacionado com a maior concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> usado, visto que, o peróxido de hidrogênio é a espécie reativa de oxigênio mais estável nas células e, em altas concentrações, pode se espalhar rapidamente na membrana, resultando em danos oxidativos (Farouk & Amira, 2018).

**Figura 1.** Déficit de saturação hídrica – DSH (A) e extravasamento de eletrólitos – %EE (B) em função dos níveis salinos da água de irrigação e déficit de saturação hídrica – DSH (C) e extravasamento de eletrólitos – %EE (D) em função das concentrações de peróxido de hidrogênio das plantas de gravioleira cv. Morada Nova aos 370 dias após o transplantio.



\*\* : Significativo a  $p \leq 0,01$  pelo teste F.

Quanto aos danos causados a membrana celular pela salinidade da água (Figura 1C), foi observado incremento de xx% por incremento unitário da CEa. O aumento no %EE pela salinidade pode estar relacionado aos efeitos osmóticos e iônicos, especialmente de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , que interferem nos processos metabólicos normais das plantas, causando danos na membrana celular (Shobha et al., 2021). Para %EE (Figura 1D), verificou-se que a concentração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  de 30  $\mu\text{M}$  obteve o maior valor de % EE (25,87%). Por outro lado, as plantas do tratamento controle (0  $\mu\text{M}$   $\text{H}_2\text{O}_2$ ) apresentaram % IEL de 22,26 %.

## CONCLUSÃO

A aplicação de água com condutividade elétrica de 0,8  $\text{dSm}^{-1}$  aumenta o déficit de saturação hídrica e a percentagem de danos na membrana celular da gravioleira cv. Morada Nova.

A concentração de peróxido de hidrogênio de 30  $\mu\text{M}$  não reduz o déficit de saturação hídrica e o extravasamento celular em plantas de gravioleira cv. Morada nova.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

Ahmadi, M.; Souri, M. K. Growth and mineral elements of coriander (*Corianderum sativum* L.) plants under mild salinity with different salts. *Acta Physiologia Plantarum*, v.40, n.1, p.94-99, 2018.

- Cavalcanti, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. Aproximação. 3. ed. Recife: IPA. 2018. 212 p.
- Daddiucussa, D & Amid, A. Anticancer activity acetogenins from *Annona muricata* freut. The International Medica Journal Malaysa, v.17, n.3, p.103-112, 2018.
- Farhangi-Abriz, S.; Ghassemi-Golezani, K. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants. Ecotoxicology and environmental safety, v. 147, p. 1010-1016, 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 and/or hydrogen peroxide application. Scientia Horticulturae, v.240, n.1, 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.1, p.529-535, 2019.
- Freitas, A. L. G. E. de; Vilas Boas, F. S.; Pires, M. de M.; São José, A. R. Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no estado da Bahia. Informações Econômicas, v.43, p.23-34, 2013.
- Nobre, R. G.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, A. O. da. Crescimento, consumo e eficiência do uso da água pela mamoneira sob estresse salino e nitrogênio. Revista Caatinga, v.27, n.1, p.148-158, 2014.
- Pinto, A. C. de; Cordiero, Q. M. C. R.; de Andrade, S. R. M.; Ferriera, F. R.; Filguieras, H. A.; Alves, D. I. *Annona* species. Southampton, UK: University of Southampton - International Centre for Unde-utilised Crops, 2005. 268p.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.
- Sánchez, C. F. B.; Lopes, B. E.; Teodoro, P. E, Garcia, A. D. P, Peixoto, L. de A., Silva, L. A.; Bhering, L. L. Genetic diversity among soursop genotypes based on fruit production. Bioscience Journal, v.34, n.1, p.122-128, 2018.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. de S. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.23, p.257-263, 2019.
- Shobha, S.; Ashwani, K.; Sehrawat, N.; Kumar, K.; Kumar, N.; Lata, C.; Mann, A. Effect of saline irrigation on plant water traits, photosynthesis and ionic balance in durum wheat genotypes. Saudi Journal of Biological Sciences, v.28, n.1, p.2510-2517, 2021.
- 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. S. A.; Azevedo, C. A. V. de.; Nobre, R. G.; Lima, G. S.; Capitulino, J. D.; Silva, F. A. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> alleviates salt stress effects on photochemical efficiency and photosynthetic pigments of cotton genotypes. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.27, p.34-41, 2023.
- Veloso, L. L. de S. A.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Moreira, R. C. L. Growth and gas exchange of soursop under salt stress and hydrogen peroxide application. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.26, n.1, p.119-125, 2022.
- Veloso, L. L. de S.; Silva, A. A. R.; 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. Agriculture and Food, v.5, n.1, p.1-13, 2020.