

## ÁCIDO SALICILICO NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO NAS TROCAS GASOSAS DE MUDAS DE GOIABEIRA

Geovani Soares de Lima<sup>1</sup>, Adnelba Vitória Oliveira Xavier<sup>2</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>3</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>4</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>5</sup>, Wesley Bruno Belo de Souza<sup>6</sup>

**RESUMO:** A região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada pelo um desbalanço climático entre as taxas de precipitação e evaporação, sendo comum a ocorrência de fontes de águas com níveis elevados de sais dissolvidos. Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de mudas de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de casa-de-vegetação em Campina Grande, PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial  $5 \times 5$ , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,6; 1,5; 2,4, 3,3 e 4,2  $\text{dS m}^{-1}$ ) e cinco concentrações de ácido salicílico – AS (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com quatro repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água a partir de 0,6  $\text{dS m}^{-1}$  diminui a condutância estomática, a transpiração, a concentração interna de  $\text{CO}_2$  e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  das mudas de goiabeira, aos 112 dias após a semeadura. A aplicação foliar de ácido salicílico em concentração de até 3,2 mM não influencia nas trocas gasosas de plantas de goiabeira na fase de formação de mudas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium Guajava* L., fitormônio, semiárido

## SALICYLIC ACID IN THE MITIGATION OF SALINE STRESS IN GAS EXCHANGE IN GUAVA SEEDLINGS

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: adnelba\_vitoria@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: hgheyi@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: andrealisson\_cgpb@hotmail.com

<sup>5</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

<sup>6</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: wesleybruno96@hotmail.com

**ABSTRACT:** The semi-arid region of the Brazilian Northeast is characterized by a climatic imbalance between precipitation and evaporation rates, with the occurrence of water sources with high levels of dissolved salts being common. In view of the above, the aim of this work was to evaluate gas exchange in guava seedlings cv. Paluma under irrigation with saline water and foliar application of salicylic acid. The research was carried out under greenhouse conditions in Campina Grande, PB. A randomized block design was used in a  $5 \times 5$  factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of water - EC<sub>w</sub> (0.6; 1.5; 2.4, 3.3 and 4.2 dS m<sup>-1</sup>) and five concentrations of salicylic acid - SA (0; 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 mM), with four replications and two plants per plot. Water salinity from 0.6 dS m<sup>-1</sup> decreases stomatal conductance, transpiration, internal CO<sub>2</sub> concentration and CO<sub>2</sub> assimilation rate of guava seedlings, at 112 days after sowing. The foliar application of salicylic acid in a concentration of up to 3.2 mM does not influence the gas exchange of guava plants in the seedling formation phase.

**KEYWORDS:** *Psidium Guajava* L., phytohormone, semiarid

## INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), é uma fruteira pertencente à família myrtacea, nativa da América tropical e está distribuída em todo o território brasileiro. É uma fruta de sabor agradável, e com alto valor nutritivo (OLIVEIRA et al. 2015). Apesar da região semiárida apresentar características edafoclimáticas propícias para o cultivo desta fruteira, o clima seco, os baixos índices pluviométricos, elevadas temperaturas e evapotranspiração, além do manejo inadequado das águas são fatores que comprometem a expansão da fruticultura irrigada (LIMA et al., 2020).

Outro aspecto a ser considerado é que nessas regiões, as fontes hídricas possuem altos teores de sais, especialmente nas áreas cristalinas, onde se encontram elevadas quantidades de cloreto e sódio, baixas concentrações de sulfato e concentrações variáveis de cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos (LIMA et al., 2016). Dentre as alternativas que vêm sendo empregadas como forma de amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico (AS). O AS é um fitohormônio que auxilia no transporte de íons, fotossíntese, condutância estomática, transpiração e outros (RAJESHWARI & BHUVANESHWAR, 2017).

Além disso, contribui na síntese de enzimas antioxidantes e age na proteção das membranas contra danos oxidativos. Contudo, seus efeitos sobre as plantas dependem do tempo de exposição do estresse, da concentração, da espécie e do método de aplicação (SILVA et al., 2021). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de mudas de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida sob condições de casa-de-vegetação, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), em Campina Grande, PB, situado pelas coordenadas geográficas locais 07°15'18" latitude S, 35°52'28" de longitude W e altitude média de 550 m.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial 5 × 5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,6 - controle; 1,5; 2,4; 3,3 e 4,2 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0 - controle; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com quatro repetições e duas plantas por parcela. Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram estabelecidos com base em estudo de Bezerra et al. (2019). Já as concentrações de ácido salicílico foram adaptadas de acordo com Silva et al. (2020).

As mudas foram formadas em sacolas plásticas com dimensões 10 × 20 cm, sendo preenchidas com 1,6 kg de substrato na proporção de 3:1 (em base de volume) de um solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco arenosa (0-20 cm, horizonte A), proveniente do município de Lagoa Seca, PB, cujas características químicas e físico-hídricas estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos e físico-hídricos do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas								
pH (H <sub>2</sub> O)	MO	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> )	.....cmol <sub>c</sub> 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> )	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	(%)	Areia	Silte	Argila	CC <sup>1</sup>	PMP <sup>2</sup>
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

MO– 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> e H<sup>+</sup> extraídos com acetato de cálcio 1 M pH 6,5; RAS – Relação de adsorção de

sódio, PST- Percentagem de sódio trocável; CEes – Condutividade elétrica do extrato de saturação; 1Capacidade de campo a tensão de 33,42 kPa; 2Ponto de murcha permanente a tensão de 1519,5 kPa.

Antes do semeio, elevou-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade máxima de retenção com água de menor nível de condutividade elétrica ( $CEa = 0,6 \text{ dSm}^{-1}$ ). A semeadura foi realizada colocando-se 4 sementes por sacola de forma equidistante a uma profundidade de 2 cm. Após a semeadura, a irrigação foi realizada, diariamente, às 16 horas, aplicando-se em cada sacola o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Em que:

VI - Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - Volume drenado (mL) e

FL = fração de lixiviação de 0,15.

Após o estabelecimento da emergência, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por sacola. A partir dos 40 DAS em intervalos de 15 dias iniciou-se a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, via fertirrigação. Como fonte de macronutrientes utilizou-se Ureia para nitrogênio, MAP para fósforo e complementar de nitrogênio e  $\text{K}_2\text{O}$  como fonte de potássio. Realizaram-se aplicações com micronutrientes na concentração de 2,5 g de Ubyfol®  $\text{L}^{-1}$  [(N (15%);  $\text{P}_2\text{O}_5$  (15%);  $\text{K}_2\text{O}$  (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)] via foliar nas faces adaxial e abaxial, sendo aplicadas quinzenalmente para suprir necessidades de micronutrientes.

As concentrações de AS foram obtidas a partir da dissolução do ácido em 30% de álcool etílico. O preparo da solução foi realizado em todos os eventos de aplicações quinzenais, sendo adicionado à solução de AS o espalhante Wil Fix ( $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ ) para auxiliar na fixação do AS nas folhas através da quebra da tensão superficial. As pulverizações foram executadas com o auxílio de um pulverizador manual entre às 17:00 e 18:00 horas com o intuito de minimizar a evaporação da solução da superfície da folha.

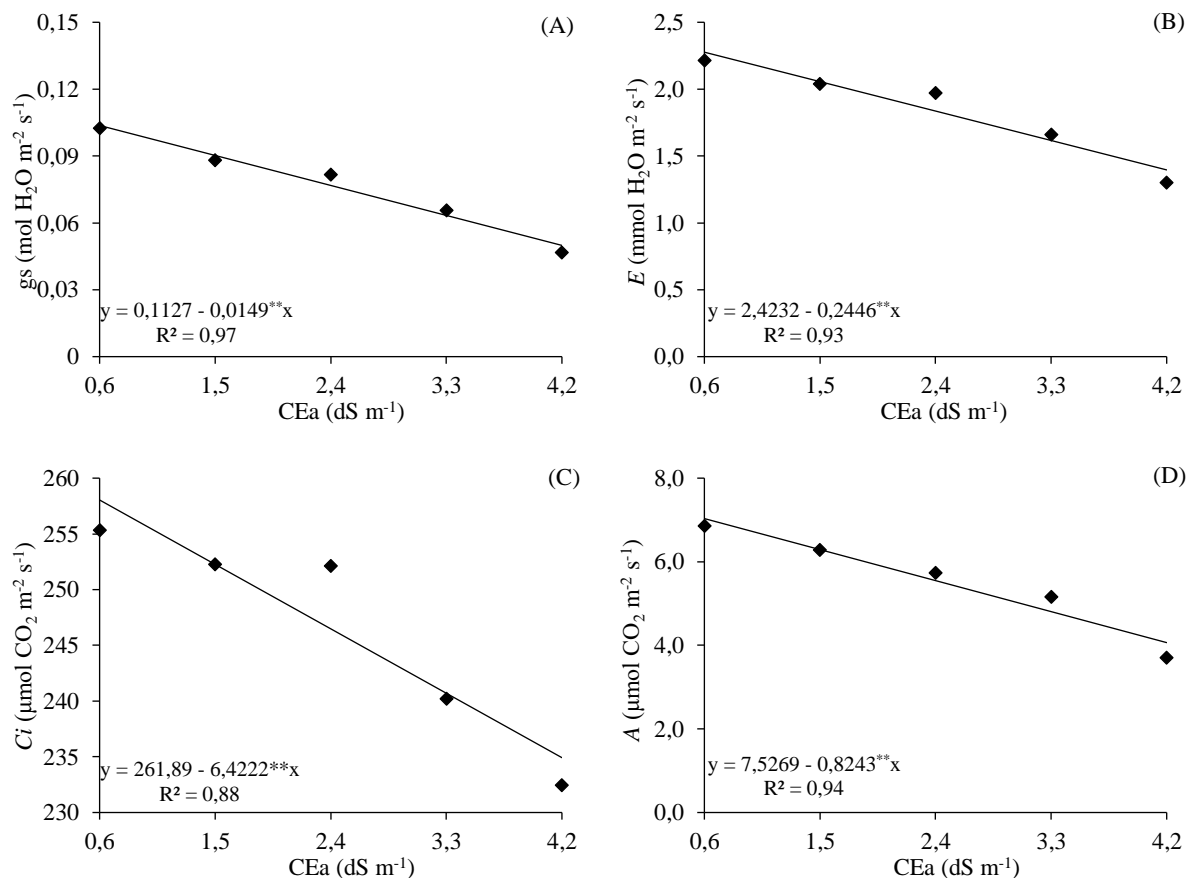
Aos 112 dias após a semeadura (DAS) foram mensuradas as trocas gasosas através da condutância estomática - gs ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), transpiração - E ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  - A ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de  $\text{CO}_2$  - Ci ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), A determinação das trocas gasosas foi realizada na terceira folha contada a partir do ápice

utilizando o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste ‘F’, e quando significativo foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de salinidade da água e concentrações de ácido salicílico ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.7 (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutância estomática das plantas de goiabeira diminuiu de forma linear com o incremento nos níveis de salinidade da água (Figura 1A), sendo o decréscimo de 13,22% por aumento unitário da CEa. Ao comparar a  $g_s$  das plantas irrigadas com água de maior nível de condutividade elétrica ( $4,2 \text{ dS m}^{-1}$ ), verifica-se redução de  $0,053 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (51,69%) em relação as cultivadas sob CEa de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ .



**Figura 1.** Condutância estomática –  $g_s$  (A), transpiração –  $E$  (B), concentração interna de  $\text{CO}_2$  –  $C_i$  (C) e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  –  $A$  (D) de mudas de goiabeira, em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa, aos 112 dias após a semeadura.

O fechamento estomático observado neste estudo através da condutância estomática é uma estratégia utilizada pelas plantas para minimizar as perdas de água para atmosfera e diminuir a absorção de íons tóxicos e pode estar relacionada à diminuição da pressão de turgor das células-guarda, devido à diminuição da absorção de água causada pela redução do potencial osmótico da solução do solo (LIMA et al., 2020). Com relação a transpiração foliar (Figura 1B), verifica-se que o aumento dos níveis de condutividade da água resultou em diminuição de 10,09% por incremento unitário da CEa. Comparando-se a transpiração das plantas cultivadas sob CEa de 4,2 dS m<sup>-1</sup> em relação as que receberam 0,6 dS m<sup>-1</sup>, nota-se diminuição na E de 0,880 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (38,68%). A redução na transpiração das plantas é resultado do fechamento os estômatos e pode estar associada a causas não estomáticas relacionadas aos efeitos osmóticos e tóxicos do excesso de sais nas plantas.

Lacerda et al. (2022) avaliando as trocas gasosas de plantas de goiabeira sob irrigação com águas salinas (CEa de 0,8 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) na fase de pós-enxertia, observaram que a salinidade da água de 3,2 dS m<sup>-1</sup> resultou em diminuição na transpiração foliar das plantas, aos 390 dias após o transplante. De acordo com estes autores a diminuição da transpiração é consequência do fechamento estomático causado pela restrição hídrica, reduzindo a saída de vapor d'água, e entrada de CO<sub>2</sub> no interior da célula. A concentração interna de CO<sub>2</sub> das plantas de goiabeira também reduziu linearmente com o incremento nos níveis de salinidade da água (Figura 1C), cuja redução foi de 2,45% por aumento unitário da CEa.

Observa-se ao comparar a Ci das plantas submetidas a CEa de 4,2 dS m<sup>-1</sup> em relação as cultivadas sob o menor nível salino (0,6 dS m<sup>-1</sup>), redução de 42,19 (2,967 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>). A diminuição na concentração interna de CO<sub>2</sub> em plantas cultivadas sob estresse salino é consequência do fechamento dos estômatos, destacando-se como um dos principais mecanismos responsáveis pela redução da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (LIMA et al., 2021). Lacerda et al. (2022) em pesquisa realizada com goiabeira cv. Paluma cultivada sob estresse salino (0,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) também observaram encontraram redução na concentração interna de CO<sub>2</sub> quando as plantas foram irrigadas com CEa de 3,2 dS m<sup>-1</sup>.

A taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas de goiabeira reduziu linearmente em função do aumento nos níveis de CEa (Figura 1D). O declínio observado na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> com o incremento nos níveis de CEa estar relacionada ao fechamento estomático, que promove redução na transpiração e na concentração interna de CO<sub>2</sub> e o aumento da resistência do mesófilo à entrada de CO<sub>2</sub> atmosférico (ALTUNTAS et al., 2018).

## CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de 0,6 dS m<sup>-1</sup> diminui a condutância estomática, a transpiração, a concentração interna de CO<sub>2</sub> e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das mudas de goiabeira, aos 112 dias após a semeadura. A aplicação foliar de ácido salicílico em concentração de até 3,2 mM não influencia nas trocas gasosas de plantas de goiabeira na fase de formação de mudas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTUNTAS, O.; DASGAN, H. Y.; AKHOUNDNEJAD, Y. Silicon-induced salinity tolerance improves photosynthesis, leaf water status, membrane stability, and growth in pepper (*Capsicum annuum* L.). **HortScience**, v. 53, p. 1820-1826, 2018.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. DE; LACERDA, C. F. DE; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, v. 35, p. 837-848, 2019.

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

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

LIMA, G. S. DE; ANDRADE, J. N. F. DE; MEDEIROS, M. N. V. DE; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; LACERDA, C. N. Gas exchange, growth, and quality of passion fruit seedlings cultivated with saline water. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, p. 137-154, 2021.

LIMA, G. S. DE; FÉLIX, C. M.; SILVA, S. S. DA; SOARES, L. A. DOS A.; GHEYI, H. R.; SOARES, M. D. M.; SOUSA, P. F. DO N.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, growth, and production of mini-watermelon under saline water irrigation and phosphate fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, p. 3039-3052, 2020.

LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; XAVIER, D. A.; SOARES, L. A. A. Castor bean production and chemical attributes of soil irrigated with water with various cationic compositions. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 54-65, 2016.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO. IN: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: Embrapa SEA. Cap. 2, 1991. p. 189-198.

OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JUNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 17-25, 2015.

RAJESHWARI, V.; BHUVANESHWARI, V. Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. **International Journal of Plant Biology and Research**, v. 5, p. 1067-1073, 2017.

SILVA, A. A. R DA; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. R. DE; FERNANDES, P. D. Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, e007021, 2021.

SILVA, A. A. R. DA; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; VELOSO, L. L DE S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**, v. 33, p. 1092-1101, 2020.