

## APLICAÇÃO DE PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA MITIGAÇÃO DO ESTRESSE SALINO EM PIMENTA ORNAMENTAL HIDROPÔNICA

Maria Amanda Guedes<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Hans Raj Greyi<sup>3</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>4</sup>, Tailson Andrade Sampaio<sup>5</sup>, Valeska Karolini Nunes Oliveira<sup>6</sup>

**RESUMO:** A pimenta Etna ornamental é considerada uma espécie promissora para o cultivo no Semiárido do Nordeste brasileiro; contudo, as fontes hídricas utilizadas na irrigação frequentemente apresentam altos teores salinos, comprometendo o desempenho das plantas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação foliar de peróxido de hidrogênio no acúmulo de fitomassas de pimenta Etna ornamental cultivada sob diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva, em sistema hidropônico. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em Pombal – PB, utilizando-se o sistema hidropônico do tipo Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CE<sub>sn</sub> (2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 8; 16; 24 e 32 μM). com três repetições e duas plantas por parcela. Os tratamentos foram compostos por A salinidade da solução nutritiva a partir de 2,1 dS m<sup>-1</sup> reduziu o acúmulo de fitomassas da pimenta Etna ornamental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capsicum frutescens; solução nutritiva, elicitor biótico.

<sup>1</sup> Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882, 58429-900, Campina Grande-PB. Fone: (84) 99854-0578, E-mail: amandaguedscc@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

<sup>3</sup> Prof. Doutor, UFCG, Campina Grande-PB

<sup>4</sup> Profa. Doutora, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, UFCG, Pombal-PB

<sup>6</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB

## APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE IN THE MITIGATION OF SALINE STRESS IN HYDROPONIC ORNAMENTAL PEPPER

**ABSTRACT:** Ornamental Etna pepper is considered a promising species for cultivation in the semiarid region of Northeastern Brazil; however, the water sources used for irrigation often have high saline levels, compromising plant performance. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of hydrogen peroxide on the accumulation of phytomass of ornamental Etna pepper grown under different salinity levels of the nutrient solution, in a hydroponic system. The experiment was carried out in a greenhouse at the Center for Agrofood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande in Pombal - PB, using a hydroponic system of the Laminar Nutrient Flow Technique (NFT) type. A completely randomized experimental design was adopted, in a split-plot scheme, with the plots consisting of five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - CE<sub>sn</sub> (2.1; 2.8; 3.5; 4.2 and 4.9 dS m<sup>-1</sup>) and five concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 8; 16; 24 and 32 μM). with three replicates and two plants per plot. The treatments were composed of The salinity of the nutrient solution from 2.1 dS m<sup>-1</sup> reduced the accumulation of phytomass of the ornamental Etna pepper.

**KEYWORDS:** *Capsicum frutescens*; saline stress, biotic elicitor.

### INTRODUÇÃO

A pimenta Etna ornamental (*Capsicum annum* L.) é uma cultivar compacta e de crescimento determinado, amplamente cultivada por seu valor estético e potencial culinário. É caracterizada pela produção de frutos pequenos, de coloração que varia do verde ao vermelho intenso, com baixo valor de ardência, o que a torna atraente tanto para ornamentação quanto para uso gastronômico (RÊGO et al., 2016). Contudo, as condições do Semiárido nordestino podem apresentar limitações na sua produção devido às restrições hídricas, que exigem o uso de água com altos níveis de sais na irrigação, que promove alteração na fisiologia, crescimento e produção das culturas (SILVA et al., 2022). O estresse salino interfere no metabolismo e no desenvolvimento das plantas, reduzindo a eficiência da fotossíntese, a produção de biomassa e os componentes relacionados ao rendimento das culturas (SILVA et al., 2018). Neste contexto, o cultivo hidropônico torna-se uma alternativa eficiente em áreas com fontes hídricas salinas, por possibilitar o uso racional da água (economia de até 70%) e da adubação (SAUSEN et al.,

2020). Dentre as alternativas para reduzir os efeitos deletérios do estresse salino destaca-se a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio, devido a sua atuação como molécula sinalizadora na ativação de mecanismos de defesa, aumentando a tolerância das plantas ao estresse salino (SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2024). Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação foliar de peróxido de hidrogênio no acúmulo de fitomassas de pimenta Etna ornamental cultivada sob soluções nutritivas salinas em sistema hidropônico tipo NFT.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situado no campus de Pombal, no estado da Paraíba. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs<sub>n</sub> (2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m<sup>-1</sup>) e as subparcelas de cinco concentrações de peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 8; 16; 24 e 32 µM), com três repetições e duas plantas por parcela. O sistema hidropônico foi do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT. No estudo, foi utilizada a solução nutritiva recomendada por Hoagland e Arnon (1950) contendo N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe nas concentrações de 210, 31, 234, 200, 48, 64, 0,5, 0,5, 0,05, 0,02, 0,01 e 5 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, os fertilizantes utilizados como fontes de macronutrientes no preparo da solução foram fosfato de potássio monobásico (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), nitrato de cálcio (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O) e sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O). Como fonte de micronutrientes, o ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), sulfato de manganês (MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O), sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), molibdato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O), sulfato ferroso (FeSO<sub>4</sub>) e EDTA-Na, respectivamente. As mudas de Pimenta Etna ornamental foram obtidas a partir de sementes, as quais foram semeadas em copos de polietileno com capacidade de 80 mL, contendo areia dispostas em bandejas, a areia foi esterilizada antes da semeadura, na fase de germinação até o surgimento da primeira folha verdadeira (em média oito dias após a semeadura), foi utilizada solução nutritiva meia-força (50%). Após o surgimento da primeira folha verdadeira foi retirado a areia e efetuado a inserção das mudas nos perfis hidropônicos e passou-se a utilizar solução nutritiva da concentração plena. Na fase de germinação até o surgimento das primeiras folhas verdadeiras utilizou-se a concentração de

50% da solução recomendada por Hoagland & Arnon (1950), após o surgimento das primeiras folhas verdadeiras foi efetuado a transferência das plantas para o sistema hidropônico e passou-se a utilizar 100% da recomendação. As soluções salinas utilizadas na irrigação foram obtidas mediante adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e de magnésio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) na proporção equivalente a 7:2:1 respectivamente. Os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva foram preparados em água do abastecimento ( $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ) da cidade de Pombal-PB. As concentrações  $\text{H}_2\text{O}_2$  foram obtidas através da diluição do  $\text{H}_2\text{O}_2$  em água deionizada em cada evento de aplicação. As aplicações de  $\text{H}_2\text{O}_2$  foram realizadas via pulverização foliar, entre 17:00 e 18:00 h, com início às 17 h antes da aplicação dos diferentes níveis de CESn (10 DAT), e posteriormente foram realizadas em intervalos de 12 dias. Para a determinação do acúmulo de fitomassas, as plantas foram coletadas aos 80 dias após a semeadura (DAT), separando os distintos órgãos em folhas, caule e raiz, e em seguida colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas. Após a secagem determinou-se a fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), de raiz (FSR), da parte aérea (FSPA = FSF + FSC) e total (FST = FSPA + FSR), utilizando balança de precisão (0,01 g). A relação raiz/parte aérea (R/PA) foi calculada conforme Benincasa (2003), através da razão entre FSR/FSPA. O volume radicular (VR) foi determinado segundo Basso (1999), por deslocamento de água em proveta graduada ( $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$ ). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro & Wilk) e posteriormente, realizou-se a análise de variância pelo teste 'F' em nível de  $p \leq 0,05$  de probabilidade. Quando os resultados foram significativos, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de solução nutritiva salina e concentrações de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL (FERREIRA, 2019). Foi utilizado o software SigmaPlot<sup>®</sup> para confecção das curvas de superfície de resposta quando significativos para interação entre os fatores ( $\text{CESn} \times \text{H}_2\text{O}_2$ ).

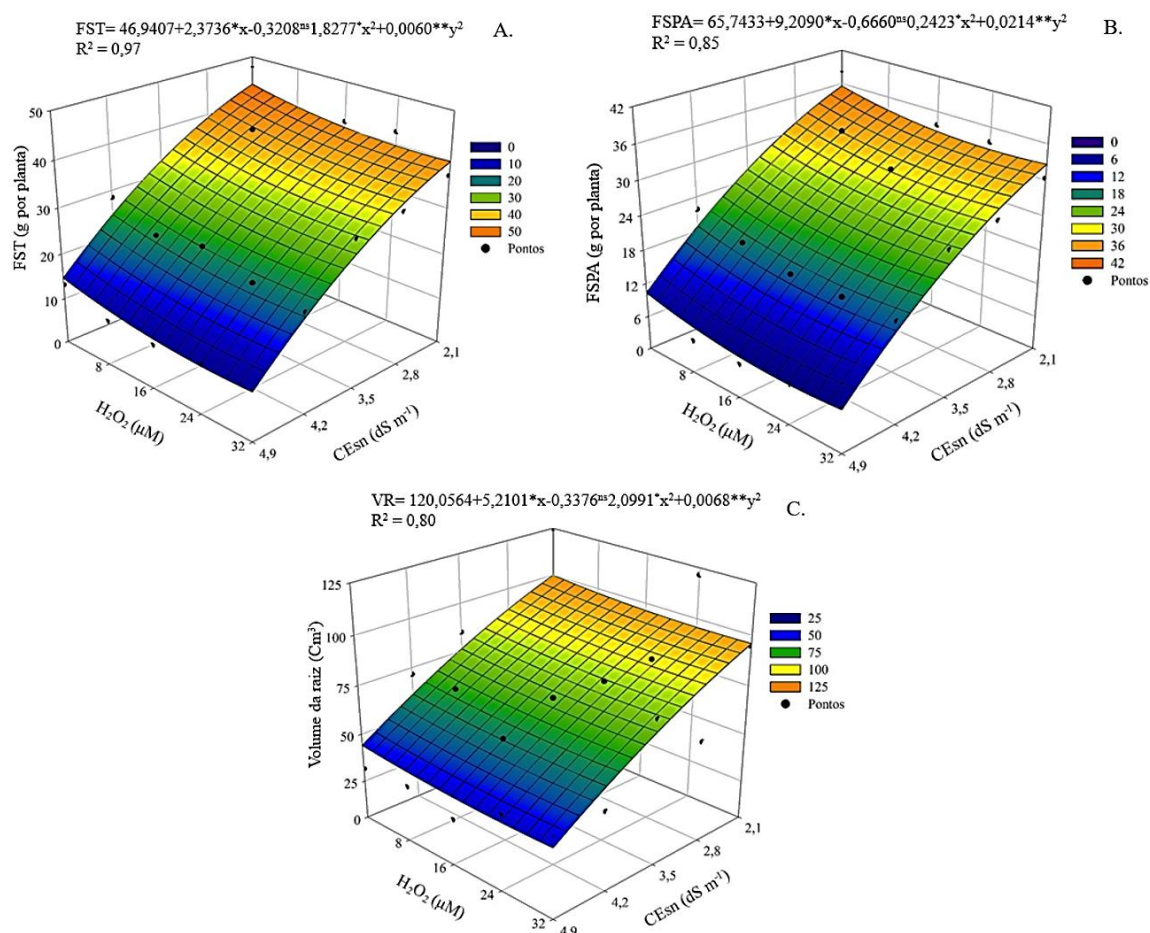
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os níveis de salinidade da solução nutritiva e as concentrações de peróxido de hidrogênio para a fitomassa seca total (FST), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), e volume de raízes (VR) das plantas de pimenta Etna ornamental.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para a fitomassa seca total (FST), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), e volume de raízes (VR) das plantas de Pimenta etna ornamental, cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e concentrações de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em sistema hidropônico, aos 60 dias após o transplântio.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		FST	FSPA	VR	R/PA
Solução nutritiva salina (CEsn)	3	2069,91**	1542,97**	8536,7 <sup>ns</sup>	0,2353 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	7983,2**	9141,60**	29120 <sup>ns</sup>	160,95 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	137,97**	4,004 <sup>ns</sup>	222,17 <sup>ns</sup>	23,012 <sup>ns</sup>
Residual 1	1	22,131	12,671	314,47	2,692
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	40,408**	27,823*	1555,9**	0,025 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	3,580**	1,620*	28,880 <sup>ns</sup>	1,022 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0,3393*	6,406 <sup>ns</sup>	29120,6 <sup>ns</sup>	0,4181 <sup>ns</sup>
Interação (CEsn × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	12	22,131**	12,671**	1,692**	0,011 <sup>ns</sup>
Residual 2	34	3,86	24,687	3,055	0,011
CV 1(%)		16,80	16,07	24,89	8,56
CV 2(%)		0,00	0,00	0,00	0,00

GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*Significativo a 0,01 de probabilidade; \*Significativo a 0,05 de probabilidade; ns não significativo.



x e y - Concentração de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e condutividade elétrica da solução nutritiva - CEsn, respectivamente; ns, \*, - Significativo em nível de  $p \leq 0,05$  pelo teste F, respectivamente.

**Figura 1.** Fitomassa seca total - FST (A), fitomassa seca da parte aérea - FSPA (B), e volume da raiz - VR (C) em função da interação entre os níveis de salinidade da solução nutritiva - CEsn e das concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, cultivado em sistema hidropônico, aos 80 dias após o transplântio

Para a fitomassa seca total (Figura 1A), os maiores valores máximos estimados (48,16 e 46,63g por planta) foram obtidos nas plantas submetidas à CEs<sub>n</sub> de 2,1 e 4,9 dS m<sup>-1</sup> e aplicação de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 0 e 24 μM, enquanto os menores valor (9,5 g por planta) foram alcançados quando se utilizou solução nutritiva salina de 4,9 dS m<sup>-1</sup> e aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 16 μM (Figura 1A). Esse aumento pode estar relacionado à atuação do peróxido de hidrogênio na modulação do crescimento das plantas sob estresse, promovendo resistência da parede celular, o que favorece os mecanismos de expansão celular (RAMOS et al., 2022). Para a fitomassa seca da parte aérea (Figura 1B), observa-se o valor máximo estimado de 38,5 g por planta sob CEs<sub>n</sub> de 2,1 dS m<sup>-1</sup> e aplicação foliar de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na concentração de 0 μM. Destaca-se ainda que na concentração de 24 μM e na mesma CEs<sub>n</sub> foi obtido valor de 33,56 g. Já o menor valor (5,66 g por planta) foi verificado nas plantas submetidas a CEs<sub>n</sub> de 4,9 dS m<sup>-1</sup> e na concentração de 0 μM. A salinidade reduziu significativamente o acúmulo de fitomassas secas, em decorrência do menor acúmulo de fotoassimilados, ocasionada pelos efeitos osmóticos, fitotoxicidade iônica e estresse oxidativo, os quais limitam a expansão celular (MA et al., 2021). Para o volume das raízes das plantas de pimenta Etna ornamental, os maiores valores ocorreram na concentração de 0 e 24 μM na CEs<sub>n</sub> de 2,1 dS m<sup>-1</sup> com os valores de 125 e 121,66 cm<sup>3</sup>, respectivamente (Figuras 1C). Enquanto os menores valores (28,33 e 31,66 cm<sup>3</sup>) foram obtidos nas plantas submetidas à concentração de 0 e 16 μM de peróxido de hidrogênio e na condutividade elétrica de 4,9 e dS m<sup>-1</sup>. Altos teores de sais presente na solução nutritiva afetam o equilíbrio iônico e osmótico das plantas, dificultando a absorção de água e prejudicando seu crescimento (LIMA et al., 2016; BEZERRA et al., 2018).

## CONCLUSÕES

A aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 16 μM proporciona efeito benéfico no acúmulo de fitomassas secas da pimenta Etna ornamental cultivadas sob solução nutritiva salina com condutividade elétrica de 2,1 dS m<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical

INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes),  
Processo 406570/2022-1 (CNPq)  
Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basso, S.M.S. **Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC.** e Lótus L., 1999. 268f. Tese (Doutorado em Zootecnia: Área de Concentração em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- Benincasa, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 41 p. 2003.
- Bezerra, I. L.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Souza, L. de P.; Pinheiro, F. W. A.; Lima, G. S. de. Morphophysiology of guava under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 32-37. 2018.
- Ferreira, D. F. Sisvar. computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, p.529-535, 2019.
- Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experiment Station**, v.347, p.32, 1950.
- Lima, G. S. de; Santos, J. B. dos; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Pereira, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. **Comunicata Scientiae**, v. 7, p. 513-522, 2016.
- Ma, Y.; Wei, Z.; Liu, J.; Liu, X.; Liu, F. Crescimento e respostas fisiológicas de plantas de algodão ao estresse salino. **O Journal of Agronomy and Crop Science** v.207, p.565–576, 2021
- Ramos, J. G.; Lima, V. L. A.; Lima, G. S.; Pereira, M. O.; Silva, A. A. R.; Nunes, K. G. Growth and quality of passion fruit seedlings under salt stress and foliar application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Comunicata Scientiae**, v. 13, e3393, 2022.
- RÊGO, E. R.; Márcio M. do; NASCIMENTO, M. F. do; FINGE, F. L.; NASCIMENTO, N. F. do. Desempenho agrônômico e potencial ornamental de acessos de pimentas. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p.102-109, 2016.

Santos, A. S.; Almeida, J. F.; Silva, M. S.; Nóbrega, J. S.; Queiroga, T. B.; Pereira, J. A. R.; Linné, J. A.; Gomes, F. A. L. The influence of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application methods on melon plants submitted to saline stress. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, p. 245-252, 2019.

Sausen, D.; Ferreira, C. R. L.; Lopes, S. C. D.; Marques, L. P.; Souza, A. J. M. de; Alves, E. C. G. de A.; Patrocínio, E.S.A. do.; Cordeiro, K. A. S. Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 14888- 14903, 2020.

Silva, A. A. R.; Capitulino, J. D.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Arruda, T. F. L.; Souza, A. R.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A. Hydrogen peroxide in attenuation of salt stress effects on physiological indicators and growth of soursop. **Brazilian Journal of Botany**, v. 84, e261211, 2024.

Silva, A. A. R.; Veloso, L. L. S.; Lima, G. S. de; Soares, L. A. A.; Chaves, L. H. C.; Silva, F. A.; Dias, M. S.; Fernandes, P. D. Induction of salt stress tolerance in cherry tomatoes under different salicylic acid application methods. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, p. 1145-1166, 2022.

Silva, E. M. da, Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; SÁ, F. V. da. S.; Souza, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, p.776-781, 2018.