

APLICAÇÃO FOLIAR DE ELICITORES COMO ATENUANTES DO ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE GOIABA

JÉSSICA ARAGÃO¹, VANILDO RODRIGUES DA SILVA², VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA³,
VITÓRIA DANTAS DE SOUSA⁴, ANDRÉ ALISSON RODRIGUES DA SILVA⁵

¹Agrônoma, Mestranda em Eng. Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, jessica_aragao@outlook.com;

²Técnico em Agropecuária, UEPB, Catolé do Rocha-PB, vanildo63geo@hotmail.com;

³Dra. Prof. Titular, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, antuneslima@gmail.com;

⁴Graduanda em Eng. Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, vitória.dantas@gmail.com;

⁵Eng. Agrícola, PDJ/CNPq/UFCG, Campina Grande-PB, andrealisson_cgpb@hotmail.com;

RESUMO: A goiabeira é uma das frutíferas mais comercializadas e cultivadas no Brasil. Todavia, o cultivo de goiaba em regiões semiáridas pode ser limitado pelo uso de águas salinas na irrigação. Neste sentido, a busca por estratégias que minimizem os impactos da salinidade sobre as plantas é de extrema importância. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio na mitigação dos efeitos deletérios da salinidade sobre o crescimento de mudas de goiaba 'Paluma'. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação sob delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×4 , referente a cinco condutividades elétricas da água de irrigação – CEa (0,4; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m^{-1}) e três elicitores: ácido ascórbico (60 mM), ácido salicílico (1,4 mM) e peróxido de hidrogênio (20 μM), sendo a água destilada a testemunha, resultando em vinte tratamentos, com quatro repetições e duas plantas por parcela. A irrigação com água de CEa acima de 0,4 dS m^{-1} reduziu o crescimento em diâmetro de caule e área foliar das mudas de goiabeira 'Paluma' aos 80 dias após o semeio. A aplicação foliar dos elicitores: ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio não mitigaram os efeitos deletérios do estresse salino sobre as mudas de goiabeira 'Paluma' aos 80 dias após o semeio.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., salinidade, aclimação.

FOLIAR APPLICATION BY ELICITORS AS MITIGATION OF SALINE STRESS IN THE GROWTH OF GUAVA SEEDLINGS

ABSTRACT: Guava is one of the most commercialized and cultivated fruit in Brazil. However, guava cultivation in semi-arid regions may be limited by the use of saline water for irrigation. In this sense, the search for strategies that minimize the impacts of salinity on plants is extremely important. In this context, the present study aimed to evaluate the effect of foliar application of ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide in mitigating the deleterious effects of salinity on the growth of 'Paluma' guava seedlings. The study was carried out in a greenhouse under a randomized block design, in a 5×4 factorial arrangement, referring to five electrical conductivities of irrigation water - ECw (0.4; 1.2; 2.0; 2.8 and 3.6 dS m^{-1}) and three elicitors: ascorbic acid (60 mM), salicylic acid (1.4 mM) and hydrogen peroxide (20 μM), with distilled water as the control, resulting in twenty treatments, with four replications and two plants per plot. Irrigation with ECw water above 0.4 dS m^{-1} reduced the growth in stem diameter and leaf area of 'Paluma' guava seedlings at 80 days after sowing. Foliar application of the elicitors: ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide did not mitigate the deleterious effects of saline stress on 'Paluma' guava seedlings at 80 days after sowing.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., salinity, acclimatization.

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma das culturas mais comercializadas e cultivadas no Brasil, isso se dá devido às suas inúmeras possibilidades de uso, ela pode ser consumida in natura ou processada como goiabada, geléias, frutas em calda, base para bebidas, refrigerantes, sucos e xaropes (Onias et al., 2018). Apesar da importância desse fruto para a região Nordeste, as características climáticas, como irregularidades das chuvas, temperatura elevada e altas taxas de evapotranspiração, têm limitado a obtenção de uma alta produtividade, o que tornou a prática de irrigação indispensável. (Silva et al., 2018; Lima et al., 2022).

Plantas cultivadas sob estresse salino podem sofrer alterações fisiológicas que, em última instância, levam à redução do crescimento e do rendimento. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos estresses iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), além dos efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018). É sabido que, o excesso de sais no solo pode provocar alterações nos processos fotossintéticos, na eficiência do fotossistema II e no balanço nutricional que resultam em uma redução do desenvolvimento das plantas, independe da natureza dos sais (Lima et al., 2020).

No entanto, as plantas podem desenvolver mecanismos para se aclimatar a condições estressantes. Diante da crescente necessidade de utilização de águas salinas na agricultura irrigada, estudos que viabilizem o emprego destas fontes hídricas têm se tornado imprescindíveis. Amara (2021) determinou que a concentração de ácido ascórbico que melhor atenua o estresse salino foi de 60 μM , para o ácido salicílico foi de 1,4 μM , determinada por Xavier et al. (2022). A concentração de peróxido foi de 20 μM , segundo Veloso et al. (2022). Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio na mitigação dos efeitos deletérios da salinidade sobre o crescimento de mudas de goiaba ‘Paluma’

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido durante o período de março a agosto de 2022 em ambiente protegido (casa de vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil, cujas coordenadas geográficas locais são 07° 15 '18" S, 35° 52' 28" W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5 \times 4, correspondendo a cinco condutividades elétricas da água de irrigação – CEa (0,4; 1,2; 2,0; 2,8 e 3,6 dS m^{-1}) e três elicitores: ácido ascórbico (60 mM), ácido salicílico (1,4 mM) e peróxido de hidrogênio (20 μM), sendo a água destilada a testemunha, resultando em vinte tratamentos, com quatro repetições e duas plantas por parcela.

As plantas foram cultivadas em sacolas de polietileno com as dimensões de 15 cm \times 25 cm, foram usadas sementes oriundas de um viveiro de plantas localizado em Souza, Paraíba. As sacolas receberam 2 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm 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. (2011): Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+ = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2$ e 19,3 cmolc kg^{-1} , respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes (dS m^{-1}) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 dag kg^{-1} , respectivamente; densidade aparente 1,39 (g cm^{-3}).

Na semeadura foram utilizadas 3 sementes distribuídas de forma equidistante em cada sacola, à profundidade de 1 cm. Após a emergência das plântulas, foi realizado desbaste em duas etapas, quando as plantas apresentarem com dois e três pares de folhas definitivas, respectivamente, deixando-se no último desbaste, uma planta por sacola.

As adubações com N, P e K foram realizadas segundo recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 100 mg de N kg^{-1} , 150 mg de P_2O_5 kg^{-1} e 300 mg de K_2O kg^{-1} , nas formas de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. Os fertilizantes foram aplicados via fertirrigação, a partir de 30 dias após o semeio (DAS) e divididas em 5 aplicações. A adubação foliar de micronutrientes foi realizada quinzenalmente, com solução nutritiva na concentração de 1,0 g L^{-1} do produto comercial

Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,05%), aplicados nas faces adaxial e abaxial.

As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca: Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O em água de abastecimento do município (0,38 dS m⁻¹), sendo considerada a relação entre a concentração de sais e a CEa, segundo Richards (1954).

As aplicações foliares de ácido salicílico, ácido ascórbico e peróxido de hidrogênio ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 60 DAS e se repetiram com intervalo de 15 dias, totalizando 7 aplicações. Foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador manual de 1,6 L. A irrigação foi realizada de modo a manter a umidade do solo em nível proporcional à capacidade de campo, utilizando volumes de água de acordo com cada tratamento.

Aos 80 dias após o semeio foi avaliado o crescimento das mudas de goiabeira através da altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e em seguida à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de salinidade e teste de Tukey para os elicitores, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ($p \leq 0,01$) o diâmetro do caule (DC) e a área foliar (AF) (Tabela 1). Entretanto, não foi verificado efeito significativo da interação (NS \times E) e nem dos elicitores analisados de forma isolada.

Tabela 1. Resumo do quadrado médio, referente à altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas por planta (NF) e área foliar (AF) das mudas de goiaba ‘Paluma’ irrigadas com águas salinas e aplicação foliar de elicitores, aos 80 dias após o semeio.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio			
		AP	DC	NF	AF
Níveis Salinos (NS)	4	28,83 ^{ns}	0,65 ^{**}	7,21 ^{ns}	14052,69 ^{**}
Regressão linear	1	-	1,66 ^{**}	-	34162,07 ^{**}
Regressão quadrática	1	-	0,02 ^{ns}	-	11504,30 ^{ns}
Elicitores (E)	3	9,59 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,63 ^{ns}	1872,69 ^{ns}
Interação (NS \times E)	12	31,79 ^{ns}	0,28 ^{ns}	5,31 ^{ns}	7026,46 ^{ns}
Blocos	3	50,18 ^{ns}	0,52 ^{ns}	7,63 ^{ns}	16176,35 ^{ns}
Resíduo	57	1348,07	11,75	229,60	4409,30
CV (%)		25,10	20,78	20,58	39,09

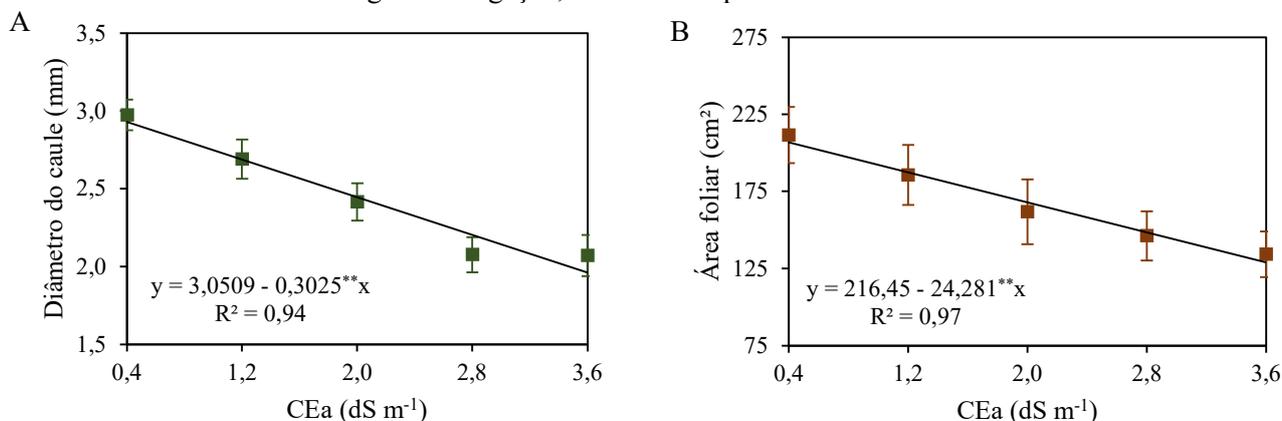
GL= graus de liberdade; ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$.

Através da equação de regressão (Figura 1A) observa-se uma redução do diâmetro do caule (DC) com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação, correspondendo a um decréscimo de 9,91% por aumento unitário da salinidade. Esse decréscimo corresponde a uma diminuição de 48% quando comparadas as plantas irrigadas com águas de maior condutividade elétrica (3,6 dS m⁻¹) com as de menor CEa (0,4 dS m⁻¹).

O aumento da CEa também afetou de forma negativa a área foliar (AF) da goiabeira aos 80 DAS; de acordo com a equação de regressão (Figura 1B) percebe-se declínio na AF de 11,21% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação. Quando avaliadas as plantas irrigadas com maior CEa (3,6 dS m⁻¹) em relação as de menor (0,4 dS m⁻¹) percebe-se um decréscimo de 60%.

As reduções no DC e na AF em função da salinidade podem estar relacionadas à deficiência hídrica, as plantas que são cultivadas sob estresse salino, que podem sofrer alterações na sua fisiologia o que resulta na redução do seu crescimento. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos estresses iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), além dos efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018).

Figura 1. Diâmetro do caule – DC (A) e área foliar - AF (B) da goiabeira ‘Paluma’ em função da condutividade elétrica da água de irrigação, aos 80 dias após o semeio.



É importante destacar que o uso de águas com elevada condutividade elétrica, elevam os teores de sais na solução do solo, provocando efeitos negativos sob as plantas, através da inibição de germinação, emergência, crescimento e acúmulo de biomassa (Cavalcante et al., 2010).

Resultados semelhantes foram observados por Xavier et al. (2022) e por Bezerra et al. (2018), em estudos realizado com goiaba ‘Paluma’ sob estresse salino CEa variando de 0,6 a 4,2 dS m⁻¹ e 0,3 a 3,5 dS m⁻¹, respectivamente, onde foi constatado que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente as taxas de crescimento das plantas.

A redução no crescimento do diâmetro do caule é resultado de alterações no potencial hídrico do solo causadas pelo excesso de sais, o que restringe a absorção de água, diminuindo a pressão de turgescência e a atividade celular das plantas, por inibir a expansão e o alongamento celular (Lopes et al., 2019), já a redução da área foliar pode ser considerada um mecanismo para proteger as plantas do estresse salino, pois leva a uma diminuição na absorção de água e íons tóxicos que resultariam em danos a processos bioquímicos essenciais (Dias et al., 2020).

CONCLUSÃO

A irrigação com água de CEa acima de 0,4 dS m⁻¹ reduz o crescimento em diâmetro de caule e área foliar das mudas de goiabeira ‘Paluma’. A aplicação foliar dos elicitores: ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio não mitigam os efeitos deletérios do estresse salino sobre as mudas de goiabeira ‘Paluma’ aos 80 dias após o semeio.

REFERÊNCIAS

- Amara, H.; Syeda, F. A.; Muhammad, H. S.; Humaira Y.; Muhammad, I.; Muhammad, R.; Qurban, A.; Faiz, A. J.; Mobeen; Shakeel, A.; Shafaqat, A.; Abdulaziz, A. A; Mohammed, N. A.; Foliar application of ascorbic acid enhances salinity stress tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.) through modulation of morpho-physio-biochemical attributes, ions uptake, osmo-protectants and stress response genes expression, *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 28, p. 4276-4290, 2021.
- Bezerra, J. D.; Pereira, W. E.; Silva, J. F.; Raposo, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. *Ceres*, v. 63, n. 4, 2016.
- Cavalcante, L. F; Vieira, M. S.; Santos, A. F.; Oliveira, W. M.; Nascimento, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.
- Dias, A. S.; Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019
- 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.

- Lima, G. S. de; Silva, A. R. P. da; Sá, F. V. da S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. *Revista Caatinga*, v.33, p.217-225, 2020.
- Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Sousa, P. F. Do N.; Fernandes, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology and fruit production of yellow passion fruit. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.26, p.180-189, 2022.
- Lopes, M. de F. de Q.; Silva, T. I. da; Nóbrega, J. S.; Silva, R. T. da; Figueiredo, F. R. A.; Bruno, R. de L. A. Crescimento de *Erythrina velutina* willd. submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Colloquium Agrariae*, v. 15, n. 4, p. 3138, 2019.
- Onias, E. E.; Teodosio, A. E. M. M.; Bomfim, M. P.; Rocha, R. H. C.; Lima, J. F. de; Medeiros, M. L. S. de. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba *Paluma* mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. *Revista de Ciências Agrárias*, v.1, p.849-860, 2018
- 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. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.49, p.1-10, 2019.
- 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.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook*, p.160, 1954.
- Veloso, L. L. de S. A., Silva, 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. Research developed at Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* [online]. v. 26, n. 2022
- Xavier, A. V. O.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Silva, A. A. R. da; Soares, L. A. dos A; Lacerda; C. N. de. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. *Revista Ambiente e Água* vol. 17 n. 3, e2816, 2022.