

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO EXÓGENA DE ÁCIDO SALICÍLICO

Adnelba Vitória Oliveira Xavier¹, Hans Raj Gheyi², Geovani Soares de Lima², André Alisson Rodrigues da Silva³, Cassiano Nogueira de Lacerda¹, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso⁴

RESUMO: A goiabeira é uma frutífera amplamente cultivada no Brasil, principalmente na região Nordeste. Esta região é caracterizada por altas taxas de evaporação, baixas precipitações e fontes de água com elevados teores de sais que tendem a prejudicar o desenvolvimento das plantas. Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico na mitigação do estresse salino em goiabeira ‘Paluma’ durante a fase de formação de mudas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial 5×5 , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,6; 1,5; 2,4, 3,3 e 4,2 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 irrigação com água salina afetou negativamente o teor de carotenóides e promoveu incremento nos teores de clorofila *a*, *b* e *total*. As concentrações de ácido salicílico promoveram aumento nos teores de carotenóides, clorofila *b* e clorofila *total* de mudas de goiabeira ‘Paluma’, aos 159 dias após a semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium Guajava* L., Mitigação, Estresse salino

GUAVA PLANTS PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS UNDER WATER SALINITY AND EXOGENOUS SALICYLIC ACID APPLICATION

ABSTRACT: Guava is a fruit that is widely cultivated in Brazil, mainly in the Northeast region. This region is characterized by high evaporation rates, low rainfall and water sources with high levels of salts that tend to harm plant development. Thus, the objective was to evaluate

¹ Discente do Curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: adnelba_vitoria@hotmail.com; cassianonogueiraagro@gmail.com

² Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 99945-9864. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; hans@pq.cnpq.br

³ Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: andrealisson_cgpb@hotmail.com

⁴ Doutora em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: luana_lucas_15@hotmail.com

the effect of exogenous application of salicylic acid in the mitigation of salt stress in guava 'Paluma' during the seedling formation phase. The experiment was carried out in a greenhouse, in Campina Grande - PB, using a randomized block design in a 5×5 factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of water - CEa (0.6; 1.5; 2.4, 3.3 and 4.2 dS m⁻¹) 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 installment. Irrigation with saline water negatively affected the content of carotenoids and promoted an increase in the levels of a, b and total chlorophyll. The concentrations of salicylic acid promoted an increase in the contents of carotenoids, chlorophyll b and total chlorophyll of 'Paluma' guava seedlings at 159 days after sowing.

KEYWORDS: *Psidium Guajava* L., Mitigation, Salt stress

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera amplamente cultivada no Brasil, com destaque para a região Nordeste, sendo responsável por 47,95% (IBGE, 2019) da produção nacional, e apresenta alta comercialização devido a sua versatilidade para consumo *in natura* e industrialização de frutas (BEZERRA et al., 2019). A variedade 'Paluma' é adaptada à produção intensiva com o manejo adequado de irrigação e nutricional, permitindo assim a programação da produção e comercialização das frutas (MONTES et al., 2016). A região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por altas taxas de evapotranspiração, chuvas irregulares, inadequada drenagem do solo e as águas dos poços na maioria de vezes apresentam elevadas concentrações de sais, destacando-se como fator limitante para a produção de várias culturas (BEZERRA et al., 2019). A salinidade na água de irrigação traz prejuízos à produção agrícola devido à redução do potencial osmótico do solo, a toxicidade de íons específicos e desequilíbrio nutricional (SOUZA et al., 2016). O ácido salicílico é um regulador endógeno vegetal que auxilia no mecanismo de defesa das plantas sob estresses abióticos como o salino, melhorando o crescimento, a fotossíntese e outras respostas metabólicas e fisiológicas (FARIDUDDIN et al., 2018). Apesar de existir pesquisas avaliando a utilização do ácido salicílico, poucas pesquisas relacionadas à mitigação do estresse salino foram encontradas na literatura, principalmente com a goiabeira. Desta forma, objetivou-se como trabalho avaliar o efeito da aplicação exógena de ácido salicílico sob os teores de pigmentos fotossintéticos em goiabeira 'Paluma' irrigadas com águas salinas durante a fase de formação de mudas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de outubro de 2020 a abril de 2021 em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB, Brasil. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,6; 1,5; 2,4; 3,3 e 4,2 dS m⁻¹) e cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), distribuídos em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 × 5 com quatro repetições e duas plantas por parcela. A cultivar de goiabeira utilizada no experimento foi a ‘Paluma’, uma cultivar vigorosa com fácil propagação e com tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.).

As águas de irrigação com diferentes CEa foram preparadas dissolvendo-se NaCl, CaCl₂ e MgCl₂ em água de abastecimento local (0,28 dS m⁻¹) seguindo a proporção comumente encontrada no Nordeste brasileiro de 7:2:1 entre Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ (MEDEIROS, 1992); as quantidades dos sais foram determinadas considerando a relação entre a CEa e a concentração de sais conforme a Eq. 1:

$$C(\text{mmol}_c\text{L}^{-1}) = 640 \times \text{CEa} (\text{dS m}^{-1}) \quad (1)$$

Em que: C = Concentração de sais na água de irrigação (mmol_c L⁻¹); CEa = Condutividade elétrica da água (dS m⁻¹).

As concentrações de AS (0; 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 mM) foram obtidas a partir da dissolução do ácido em 30% de álcool etílico. O preparo da solução foi realizado sempre nos eventos de aplicações quinzenais e adicionado o espalhante Wil fix 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.

A formação das mudas deu-se em sacolas plásticas de dimensões 10 × 20 cm, sendo preenchidas com um substrato na proporção de 3:1 (em base de volume) de um solo classificado como *Neossolo Regolítico* de textura franco arenosa, proveniente do município de Lagoa Seca, PB, foi coletado na profundidade de 0-20 cm (horizonte A) (Tabela 1).

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

Características químicas								
pH (H ₂ O)	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
(1:2,5)	(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)cmol _c kg ⁻¹					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CE _{es} (dS m ⁻¹)	CTC (cmol _c kg ⁻¹)	RAS _{es} (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
				Areia	Silte	Argila	CC ¹	PMP ²

2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96
------	-------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------

M.O.– Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos com acetato de cálcio 0,5 M pH 6,5; PST- Percentagem de sódio trocável; CEes – Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS_{es} – Relação de absorção de sódio do extrato de saturação do solo; ¹Capacidade de campo a tensão de 33,42 kPa; ²Ponto de murcha permanente a tensão de 1519,50 kPa.

A semeadura foi realizada colocando-se 4 sementes por sacola de forma equidistante a uma profundidade de 2 cm. A emergência das plântulas teve início aos 20 dias após a semeadura (DAS) e após o estabelecimento da emergência iniciou-se a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio conforme recomendação de Novais et al. (1991) e levando-se em consideração os teores apresentados na análise de solo, sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150 mg kg⁻¹ de solo de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Realizaram-se aplicações com micronutrientes na concentração de 2,5 g de Ubyfol[®] L⁻¹ via foliar nas faces adaxial e abaxial, sendo aplicadas quinzenalmente para suprir necessidades de micronutrientes. Iniciou-se a aplicação das concentrações de AS aos 67 DAS quando as plantas apresentaram crescimento uniforme e as demais aplicações foram realizadas quinzenalmente até os 165 DAS. Já a irrigação com os distintos níveis de salinidade da água teve início aos 75 DAS, realizada de forma manual diariamente utilizando-se uma proveta graduada. Os efeitos dos tratamentos pelos teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a* e *b*, *total* e carotenoides) de acordo com metodologia de Arnon (1949). Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenóides nas folhas foram expressos em mg g⁻¹ MF (matéria fresca). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste ‘F’, e quando significativo foi realizada a análise de regressão polinomial linear, quadrática utilizando-se do software estatístico ao nível de 0,01 e 0,05 de probabilidade através do programa SISVAR 5.6 (FEREIRA, 2014).

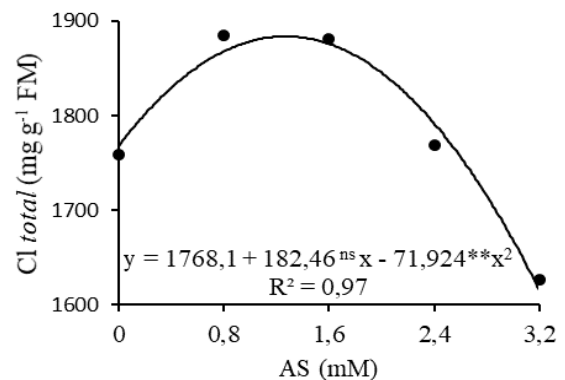
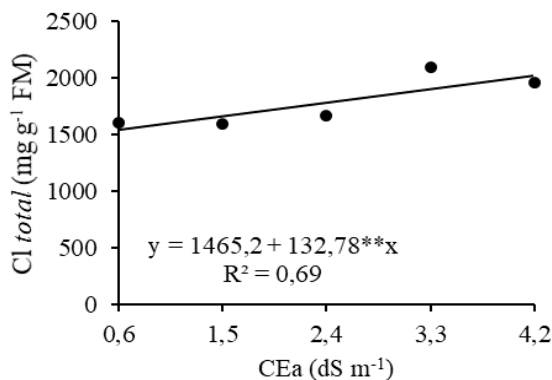
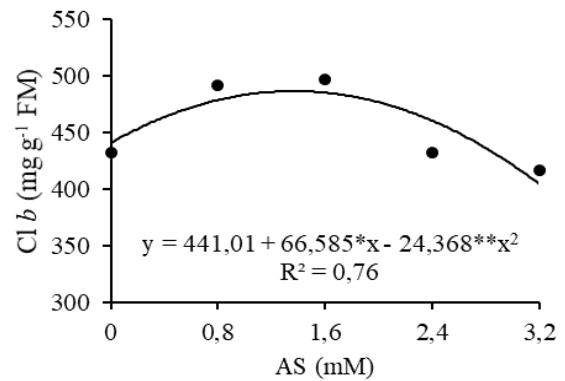
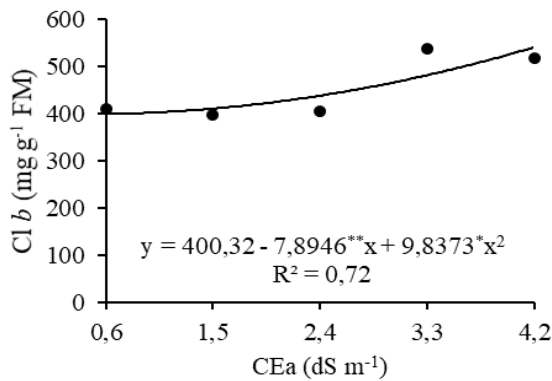
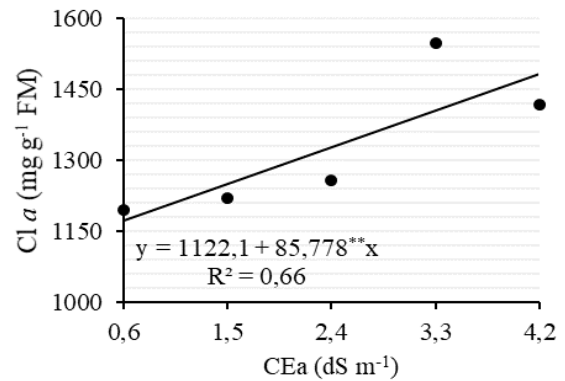
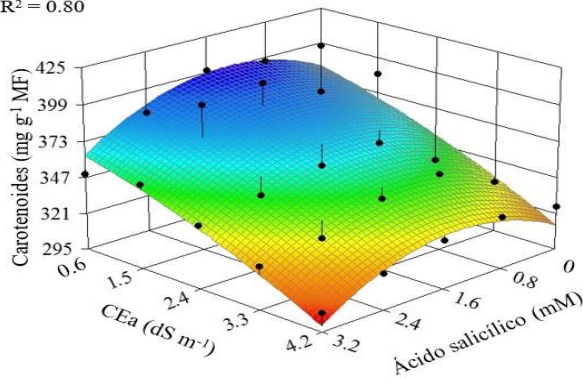
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de goiabeira que não estavam submetidas a aplicação de ácido salicílico (0 mM) tiveram seus teores de carotenoides reduzidos com o aumento da CEa de irrigação (Figura 1A), obtendo seu menor valor (340,134 mg g⁻¹ MF) quando irrigadas com água de 4,2 dS m⁻¹. O estresse salino pode desacelerar a produção de pigmentos fotossintéticos, o que induz a degradação de β – caroteno, causando assim diminuição no teor de carotenoides, que são componentes integrados dos tilacóides, e atuam na absorção e transferência de luz para a clorofila (SILVA et al., 2016). Por outro lado, a aplicação de 1,3 mM de AS promoveu aumento nos teores de carotenoides (405,517 mg g⁻¹ MF) das plantas submetidas a salinidade da água de de 0,6 dS m⁻¹.

Os teores de clorofila *a* (Figura 1B), *b* (Figura 1C) e *total* (Figura 1E), aumentaram com os níveis salinos da água. Os teores de clorofila *a* e *total* (Figura 1B e 1E) aumentaram de forma linear, com acréscimos de xx e xx por incremento unitário da CEa. Já para os teores de clorofila *b* ocorreu um aumento com os níveis de CEa, obtendo-se o valor máximo estimado de xx mg g⁻¹ MF sob salinidade da água de 4,2 dS m⁻¹.

$$\text{Car} = 388.82 + 26,83^{**}x - 10,25^*y - 10,36^*x^2 - 1,87^*y^2 + 0,52^{**}xy$$

$$R^2 = 0,80$$



X e Y – concentração de AS e CEa, respectivamente; *, ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente. O ponto e as linhas verticais representam a média +/- o erro padrão (n=3).

Figura 1. Superfície de resposta para Carotenóides em função da interação entre salinidade de água - CEa e concentrações de ácido salicílico - AS (A); clorofila *a* (B), *b* (C) e *total* (E) em função da salinidade da água de irrigação - CEa; e Clorofila *b* (D) e clorofila total (F) em função das concentrações de ácido salicílico - AS de mudas de goiabeira 'Paluma', aos 159 dias após a semeadura (DAS).

Geralmente, as plantas submetidas à salinidade sofrem decréscimos nos seus teores de clorofila devido ao aumento da atividade da enzima clorofilase na degradação das moléculas

desse pigmento (FIGUEIREDO et al., 2019). Contudo, o aumento na síntese de clorofila *b* sob salinidade é uma resposta adaptativa, pois esse pigmento ajuda na ampliação da faixa de absorção de luz e transfere para a Cl *a*, que age diretamente nas reações fotoquímicas da fotossíntese, o que faz a captura de luz um processo mais eficiente (LIMA et al., 2020).

As pulverizações com ácido salicílico promoveram incremento no teor de clorofila *b* (Figura 1D) até a concentração de 1,36 mM, obtendo o valor máximo de 486,49 mg g⁻¹ MF quando comparadas as plantas submetidas a 0 mM de AS (0 mM). Para os teores de clorofila *total* (Figura 1F), o valor máximo estimado (1883,81 mg g⁻¹ MF) foi obtido sob a concentração de 1,26 mM de AS. Farheen et al. (2018), sugerem que o aumento nos conteúdos de carotenoides e clorofila em decorrência da aplicação de AS quando as plantas estão sob estresse salino, se deve a mudanças no tamanho do complexo antena em relação aos centros de reação e melhorias na atividade da RuBisCO.

CONCLUSÕES

A salinidade da água influenciou negativamente o teor de carotenóides e a aplicação exógena de ácido salicílico promoveu incremento no pigmento. A salinidade da água de irrigação promove incremento nos teores de clorofila *a*, *b* e *total* das plantas de goiabeira. A aplicação de ácido salicílico aumenta os teores de Cl *b* e *total* de mudas de goiabeira ‘Paluma’, aos 159 dias após a semeadura.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, Z.; WARAICH, E. A.; TARIQ, R. M. S.; IQBAL, M. A.; ALI, S.; SOUFAN, W.; HASSAN, M. M.; ISLAM, M. S.; SABAGH, A. El. Foliar Applied Salicylic Acid Ameliorates Water And Salt Stress By Improving Gas Exchange And Photosynthetic Pigments In Wheat. **Pakistan Journal of Botany**, v. 53, n. 5, p. 1553-1560, 2021.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- 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, n. 3, p. 837-848, 2019.

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.

FARHEEN, J.; MANSOOR, S.; ABIDEEN, Z. Exogenously applied salicylic acid improved growth, photosynthetic pigments and oxidative stability in mungbean seedlings (*Vigna radiata*) at salt stress. **Pakistan Journal of Botany**, v. 50, n. 3, p. 901-912, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FIGUEIREDO, F. R. A.; LOPES, M. de F. Q.; SILVA, R. T. da; NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. DA; BRUNO, R. de L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

LIMA, G. S. de; FERNANDES, C. G. J; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 1, p. 184-194, 2020.

MEDEIROS, J. F. de. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992, 173p.

MONTES, R. M.; PARENT, L. E.; AMORIM, D. A. de; ROZANE, D. E.; PARENT, S. E.; NATALE, W. MODESTO, V. C. Nitrogen and potassium fertilization in a guava orchard evaluated for five cycles: soil cationic balance. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016.

NOVAIS, R. F. de; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. de. Ensaio em ambiente controlado. In: **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**, v. 1, p. 89-253, 1991.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U. S, Department of Agriculture, 1954, 160p.

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, n. 4, p. 1092-1101, 2020.

SILVA, A. R. A. da; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F. de; SOUSA, C. H. C. de; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Agroambiente On-Line**, v. 10, n. 4, p. 317-325, 2016.