

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DA GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E APLICAÇÃO FOLIAR DE PROLINA

Smyth Trotsk de Araújo Silva¹, Geovani Soares de Lima², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Vera Lucia Antunes de Lima⁴, Jean Telvio Andrade Ferreira⁵, Saulo Soares da Silva⁶

RESUMO: O excesso de sais na água de irrigação é um fator limitante para a produção de goiabeira na região semiárida do nordeste brasileiro. Nesse cenário, estratégias têm sido empregadas para mitigar os efeitos deletérios do estresse salino sobre as plantas, destacando-se o uso da prolina. Objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação foliar de prolina nos teores de pigmentos fotossintéticos de goiabeira cv Paluma irrigadas com águas salinas sob condições de semiárido paraibano. O experimento foi conduzido em vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem na fazenda experimental 'Rolando Enrique Rivas Catellón', em São Domingos, PB, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com arranjo fatorial 5×4 , sendo cinco níveis salinos da água de irrigação (0,8; 1,5; 2,2; 2,9; 3,5 dS m^{-1}) e quatro concentrações de prolina (0, 8; 16 e 24 mM) com três repetições. A aplicação foliar de prolina na concentração de 24 mM aumentou os teores de clorofila *a* e carotenóides totais de goiabeiras cv. Paluma cultivadas sob salinidade da água de 2,2 dS m^{-1} . A aplicação foliar de prolina na concentração de 8 mM elevou os teores de clorofila *b*, clorofila total e carotenóides na goiabeira cv Paluma sob salinidade da água de 1,5 dS m^{-1} .

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L.; estresse abiótico; osmorregulação

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF GUAVA TREE UNDER SALINITY OF IRRIGATION WATER AND FOLIAR APPLICATION OF PROLINE

ABSTRACT: Excess salts in irrigation water are a limiting factor for guava production in the

¹ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB., CEP 58429-900. Fone (84) 999196-5605. E-mail: smythtrotsk18@gmail.com

² Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

³ Prof^a. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

⁴ Prof^a. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁵ Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

⁶ Pós-doutorando, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Pombal, PB.

semiarid region of northeastern Brazil. In this scenario, strategies have been employed to mitigate the deleterious effects of saline stress on plants, with emphasis on the use of proline. The aim of this study was to evaluate the effects of foliar application of proline on the photosynthetic pigment contents of guava cv Paluma irrigated with saline water under semiarid conditions in Paraíba. The experiment was conducted in plastic pots adapted as drainage lysimeters at the experimental farm 'Rolando Enrique Rivas Catellón', in São Domingos, PB, using a randomized block design with a 5×4 factorial arrangement, with five irrigation water saline levels (0.8, 1.5, 2.2, 2.9, 3.5 dS m^{-1}) and four proline concentrations (0, 8, 16 and 24 mM) with three replicates. Foliar application of proline at a concentration of 24 mM increased the chlorophyll a and total carotenoid contents of guava cv. Paluma grown under water salinity of 2.2 dS m^{-1} . Foliar application of proline at a concentration of 8 mM increased the levels of chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoids in guava cv Paluma under water salinity of 1.5 dS m^{-1} .

KEYWORDS: *Psidium guajava* L.; abiotic stress; osmoregulation

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma fruteira difundida em diversos países tropicais pela sua importância econômica e social. Na safra de 2022 o Brasil, produziu 564.764 toneladas em uma área de 22.630 hectares, destacando-se a região Nordeste como a principal produtora, sendo responsável por 281.524 toneladas (IBGE, 2025). Apesar do destaque na produção nacional, na região semiárida do Nordeste brasileiro, o cultivo da goiaba está condicionado ao manejo da irrigação (TORRES et al., 2025), e nessa região, a água utilizada para irrigação apresenta altos teores de sais dissolvidos, tanto em fontes superficiais quanto subterrâneas (LIMA et al., 2022). Altas concentrações de sais na água de irrigação podem prejudicar os processos fotossintéticos, restringir a abertura estomática e a assimilação de CO_2 e aumentar a degradação da síntese de clorofila e a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs), desencadeando estresse oxidativo (SILVA et al., 2022) Nesse contexto, é necessário o uso de práticas de manejo que possam reduzir os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas, dentre elas destaca-se a aplicação foliar de prolina. A prolina é um composto com funções osmoprotetoras, com capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio e capacidade de defesa celular, quando a planta é submetida ao estresse salino, induzindo tolerância aos sais e reduzindo os danos oxidativos (WANG et al., 2017). Objetivou-se com este trabalho avaliar os

efeitos da aplicação foliar de prolina os teores de pigmentos fotossintéticos de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas sob condições de semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de outubro de 2022 a outubro de 2023, sob condições de campo na Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', pertencente ao Centro de Ciências Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de São Domingos, Paraíba, PB, situado pelas coordenadas: 06°48'50" de latitude (S) e 37°56'31" de longitude (W), a uma altitude de 190 m. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 5×4 , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,8; 1,5; 2,2; 2,9 e 3,6 dS m^{-1}) e quatro concentrações de prolina (0; 8; 16 e 24 mmol L^{-1}) com três repetições, sendo a parcela experimental composta por uma planta, totalizando 60 unidades experimentais. Nesta pesquisa foi utilizada a cultivar de goiabeira Paluma propagadas por estaquia. Foi utilizado vasos plásticos como adaptados como lisímetros de drenagem com capacidade de 100 L. Na base dos lisímetros foi feito dois furos equidistantes o e instalados duas mangueiras plásticas com 4 mm de diâmetro com a finalidade de drenar o excesso de água do solo. Nos drenos foram acopladas garrafas plásticas com 2 litros de capacidade com o intuito o consumo hídrico das plantas. Na parte interna do lisímetros, foram colocadas uma manta geotêxtil e uma camada de 0,5 kg de brita, seguido pelo preenchimento de 110 kg de solo. O solo utilizado durante a condução do experimento foi um Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico, de textura areia franca coletado na profundidade de 0 – 30 cm, proveniente da fazenda experimental, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), em São Domingo – PB. Os distintos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram preparados, a partir da diluição de NaCl à água do tratamento de menor salinidade (0,8 dS m^{-1}), proveniente de um poço artesiano, obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (Richards, 1954). Antes do transplântio o teor de umidade do solo foi elevado ao nível correspondente à capacidade de campo com água de menor nível salino (0,8 dS m^{-1}). Posteriormente as irrigações foram realizadas diariamente, às 7:30 h aplicando-se em cada lisímetros o volume de água necessário para manter a umidade do solo próximo à capacidade

de campo. Após o período de aclimação das plantas nos lisímetros 40 dias após o transplântio iniciou-se a irrigação com as águas dos distintos níveis salinos, sendo o volume de água aplicado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, determinada pelo balanço hídrico. As concentrações de prolina foram preparadas em cada aplicação a partir da sua diluição em água destilada, e foram aplicadas a cada 20 dias após o transplântio (DAT). A adubação com nitrogênio (N), fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) foi realizada conforme recomendação de Cavalcanti (2008) considerando-se as exigências nutricionais da cultura e os teores dos elementos no solo. Foram avaliados aos 190 DAT os teores de pigmentos fotossintéticos, através dos índices de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides pelo método destrutivo, conforme metodologia de proposta por Arnon (1949). Os dados foram analisados quanto à normalidade (teste de Shapiro Wilk), e, em seguida submetidos à análise de variância (teste F) e nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de prolina, utilizando-se o software estatístico SISVAR - ESAL versão 5.7 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as concentrações de prolina influenciaram significativamente os teores de pigmentos fotossintéticos da goiabeira cv Paluma aos 190 DAT. Para os teores de clorofila *a* (Figura 1A), a aplicação foliar de prolina na concentração de 8 mM proporcionou um valor médio de 1888,44 $mg\ g^{-1}$ MF. Nas plantas cultivadas sob aplicação foliar de prolina nas concentrações de 0 e 16 mM proporcionaram os valores máximos (2220,43 e 2057,78 $mg\ g^{-1}$ MF), respectivamente, sob irrigação com água de 0,8 e 1,1 $dS\ m^{-1}$.

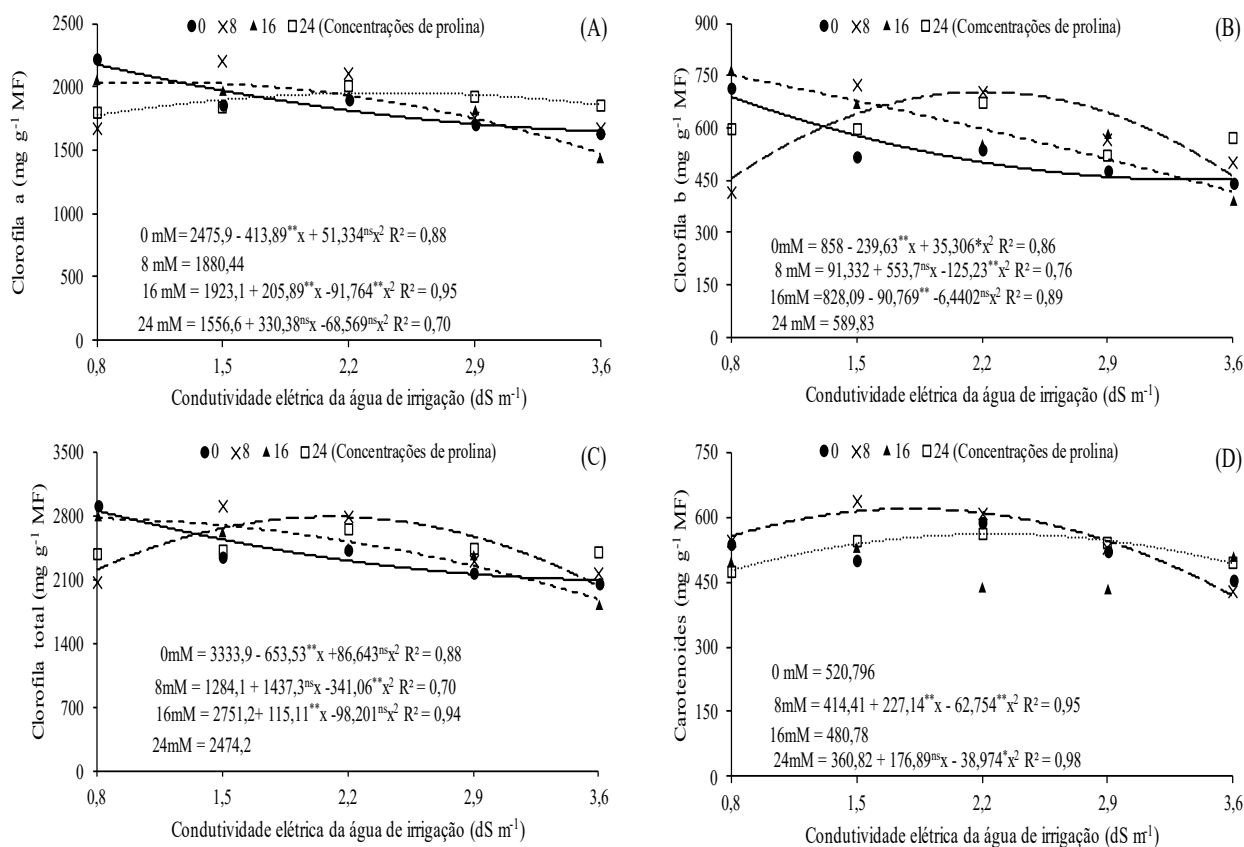


Figura 1. Teores de clorofila *a* (A), *b* (B), total (C) e carotenoides (D) de goiabeira cv. Paluma, em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa e as concentrações de prolina, aos 190 dias após o transplante.

Já a concentração de prolina de 24 mM, proporcionou um valor máximo de 2010,1 mg g⁻¹ MF nos teores de Cl *a* foi obtido nas plantas irrigadas com CEa de 2,2 dS m⁻¹ (Figura 1A). A ocorrência deste efeito indica que a prolina pode ter estimulado a biossíntese de clorofila nas plantas sob estresse salino, devido à sua ação como composto antioxidante que contribui para a regulação da atividade das EROs, reduzindo o efeito do estresse oxidativo (Hayat et al., 2012).

Quanto aos teores de clorofila *b* (Figura 1B) e clorofila total (Figura 1C) nota-se resposta quadrática para as concentrações de 0 e 16 mM com maiores valores de clorofila *a* (714,1 e 763,18 mg g⁻¹ MF) e clorofila *b* (714,1 e 763,18 mg g⁻¹ MF) e clorofila total, respectivamente, obtidos nas plantas irrigadas com CEa de 0,8 dS m⁻¹. Já as plantas que receberam a concentração de 24 mM de prolina obtiveram um valor médio de 589,83 mg g⁻¹ MF e 2474,2 mg g⁻¹ MF para os teores de clorofila *b* e total, respectivamente. Já a aplicação foliar de prolina na concentração de 8mM, proporcionou os maiores teores de clorofila *b* (720,83 mg g⁻¹ MF) e clorofila total (2929,1 mg g⁻¹ MF) até a CEa de 1,5 dS m⁻¹.

De uma forma geral a prolina atua como um importante metabólito protetor, contribuindo para a preservação dos pigmentos fotossintéticos em condições de estresse. Porém como

observado nos teores de clorofila *b* (Figura 1B) e clorofila total (Figura 1C) das plantas de goiabeira desse estudo, o incremento nas concentrações de prolina reduziram o teor desses pigmentos nas plantas, indicando que concentrações excessivas de prolina podem ser prejudiciais ao metabolismo, principalmente em condições de estresse. A diminuição na síntese de pigmentos fotossintéticos também pode estar associada a ação da enzima clorofilase, responsável pela degradação das moléculas de clorofila, o que contribui para a desestruturação dos cloroplastos e a consequente redução da eficiência fotossintética, quando em quantidades excessivas, podem induzir ao estresse oxidativo, levando à desestabilização dos pigmentos envolvidos na fotossíntese (LIMA et al., 2020).

Para os teores de carotenoides (Figura 1D), verifica-se que para as concentrações de 0 e 16 mM proporcionaram um valor médio de 520,796 e 2474,2 mg g⁻¹ MF, respectivamente. Entretanto, a aplicação foliar de prolina nas concentrações de 8 e 24 mM, verifica-se que os valores máximos estimados (637,16 e 562,87 mg g⁻¹ MF) nas plantas irrigada com CEa de 1,5 e 2,2 dS m⁻¹, respectivamente.

O incremento na síntese de carotenoides nas plantas de goiabeira sob cultivadas sob essas concentrações pode ser considerada ação fotoprotetora do aparato fotoquímico, reduzindo os danos foto-oxidativos às moléculas de clorofila (TAIZ et al., 2017). Além disso, a prolina desempenha um papel indireto na manutenção dos carotenoides em plantas, especialmente sob condições de estresse, já que atua como um antioxidante, reduzindo a peroxidação lipídica nas membranas tilacoides, o que protege os carotenoides (como β-caroteno e luteína) da degradação oxidativa (SIGNORELLI et al., 2016).

CONCLUSÕES

A aplicação foliar de prolina na concentração de 24 mM aumenta os teores de clorofila *a* e carotenóides de goiabeiras cv. Paluma cultivadas sob salinidade da água de 2,2 dS m⁻¹, aos 190 dias após o transplantio. A aplicação foliar de prolina na concentração de 8 mM estimula a síntese de clorofila *b*, clorofila total e carotenóides das plantas de goiabeira cv. Paluma cultivadas sob salinidade da água de 1,5 dS m⁻¹.

AGRADECIMENTO

Agradecimentos ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.
- 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.
- Hayat, S.; Hayat, Q.; Alyemeni, M. N.; Wani, A. S.; Pichtel, J.; Ahmad, A. Role of proline under changing environments: a review. **Plant Signaling & Behavior**, v.7, p.1456-1466, 2012.
- IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <**Produção agrícola - lavoura permanente**. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954> > Acessado em: 17 de maio de 2025.
- 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, p.184-194, 2020.
- Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; 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.
- Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. 1. ed. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).
- Signorelli, S. The fermentation analogy: a point of view for understanding the intriguing role of proline accumulation in stressed plants. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p. 1339, 2016.

Silva, T. I. da; Silva, J. de S.; Dias, M. G.; Martins, J. V. da S.; Ribeiro, W. S.; Dias, T. J. Salicylic acid attenuates the harmful effects of salt stress on basil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, p.399-406, 2022.

Torres, R. A. F.; Nóbrega, J. S.; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Ferreira, J. T. A.; Dantas, M. V.; Gheyi, H. R.; Roque, I. A. Ascorbic acid as an elicitor of salt stress on the physiology and growth of guava. **Revista Caatinga**, v.38, e12425, 2025.

Wang, C. P.; Yan, L.; Qiao, G. X.; Li, J. Proline inhibits plant growth by reactive oxygen species signaling. **Plant Physiology Communications**, v.53, p.1788-1794, 2017.