

## FLUORESCÊNCIA DA CLOROFILA a DA GOIABEIRA IRRIGADA COM ÁGUAS SALINAS E APLICAÇÃO FOLIAR DE PROLINA

Smyth Trotsk de Araújo Silva<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>3</sup>, Vera Lucia Antunes de Lima<sup>4</sup>, Jean Telvio Andrade Ferreira<sup>5</sup>, Valeska Karolini Nunes Oliveira<sup>5</sup>

**RESUMO:** Diante da escassez qualitativa e quantitativa das fontes hídricas no semiárido do Nordeste brasileiro torna-se uma necessidade a busca por estratégias capazes de amenizar os efeitos deletérios dos estresses abióticos como o salino. Dentre as alternativas que vem sendo utilizado destaca-se a aplicação foliar de prolina. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de prolina na fluorescência da clorofila a da goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas nas 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  $5 \times 4$ , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8; 1,5; 2,2; 2,9; 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e quatro concentrações de prolina (0, 8; 16 e 24 mM) com três repetições. A aplicação foliar de prolina na concentração de 8 mM eleva a fluorescência da clorofila a das plantas de goiabeira sob condutividade elétrica de até 2,3 dS m<sup>-1</sup>. A aplicação de prolina em concentrações de 16 e 24 mM não amenizam os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas de goiabeira.

**PALAVRAS-CHAVE:** estresse salino; aminoácido; *Psidium guajava* L.

## CHLOROPHYLL a FLUORESCENCE OF GUAVA TREE IRRIGATION WITH SALINE WATER AND FOLIAR APPLICATION OF PROLINED

**ABSTRACT:** Given the qualitative and quantitative scarcity of water sources in the semiarid

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

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

<sup>4</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB.

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

region of Northeastern Brazil, it is necessary to seek strategies capable of mitigating the deleterious effects of abiotic stresses such as saline.

Among the alternatives that have been used, foliar application of proline stands out. The objective of this study was to evaluate the effects of foliar application of proline on chlorophyll a fluorescence of guava cv. Paluma irrigated with saline water in the semiarid conditions of 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  $5 \times 4$  factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of the irrigation water – EC<sub>w</sub> (0.8; 1.5; 2.2; 2.9; 3.5 dS m<sup>-1</sup>) and four proline concentrations (0, 8, 16 and 24 mM) with three replicates. Foliar application of proline at a concentration of 8 mM increases the chlorophyll a fluorescence of guava plants under electrical conductivity of up to 2.3 dS m<sup>-1</sup>. Proline application at concentrations of 16 and 24 mM does not alleviate the deleterious effects of salt stress on guava plants.

**KEYWORDS:** saline stress; amino acid; *Psidium guajava* L.

## INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie de grande interesse comercial (Souza & Ferrarezi Júnior, 2020). Na safra de 2023 obteve-se em termos monetários 1.306.013 mil reais, tendo uma produção total de 582.832 toneladas (IBGE, 2025). Apesar da grande importância social e econômica da cultura na região Nordeste, o cultivo dessa frutífera pode ser afetada pelas características de qualidade e quantidade da água disponíveis nos reservatórios hídricos, devido a precipitação pluviométrica irregular, associados aos elevados índices de evaporação (Silva, et al., 2025). Diante disso, é indispensável uso da irrigação para suprir a demanda hídrica da cultura, onde muitas vezes é utilizada águas com altos teores de sais dissolvidos, podendo comprometer o desenvolvimento das plantas (Andrade et al., 2022). Entretanto, algumas estratégias vêm sendo utilizadas como medidas capazes de aliviar o efeito nocivo do estresse salino, como a aplicação foliar de elicitores (Fatima et al., 2024), destacando-se a aplicação foliar a prolina, um aminoácido com funções protetoras e no ajustamento osmótico (Ghosh et al., 2022). Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de prolina na fluorescência da clorofila a da goiabeira cv Paluma em função da irrigação com águas salinas.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi desenvolvido 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  $5 \times 4$ , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,8; 1,5; 2,2; 2,9 e 3,6  $\text{dS m}^{-1}$ ) e quatro concentrações de prolina (0; 8; 16 e 24  $\text{mML}^{-1}$ ) com três repetições. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem com capacidade de 100 L. Na base dos lisímetros foi feito dois furos equidistantes 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 dos 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, 26 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  $\text{dS m}^{-1}$ ), proveniente de um poço artesiano, obedecendo-se a relação entre CEa e a concentração dos sais (RICHARDS, 1954). A irrigação foi realizada diariamente, a partir das 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 transplantio 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 adubações com nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) tiveram início aos 15 DAT e foram aplicadas de forma parcelada via fertirrigação, conforme recomendação de Cavalcanti (2008), considerando as exigências nutricionais e os teores de nutrientes no solo. As concentrações de prolina foram preparadas em cada aplicação a partir da sua diluição em água destilada, as aplicações foram realizadas mensalmente utilizando-se um pulverizador manual. A fluorescência da clorofila a foi mensurada aos 190 DAT através da fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência máxima ( $F_m$ ), fluorescência variável ( $F_v$ ), rendimento quântico potencial do PSII ( $F_v/F_m$ ) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante uso de pinças foliares durante 30 minutos, entre as 7h00min e 08h00min horas da manhã, na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta, utilizando-se fluorômetro de pulso modulado modelo OS5p, da Opti Science. 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 linear e quadrática 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

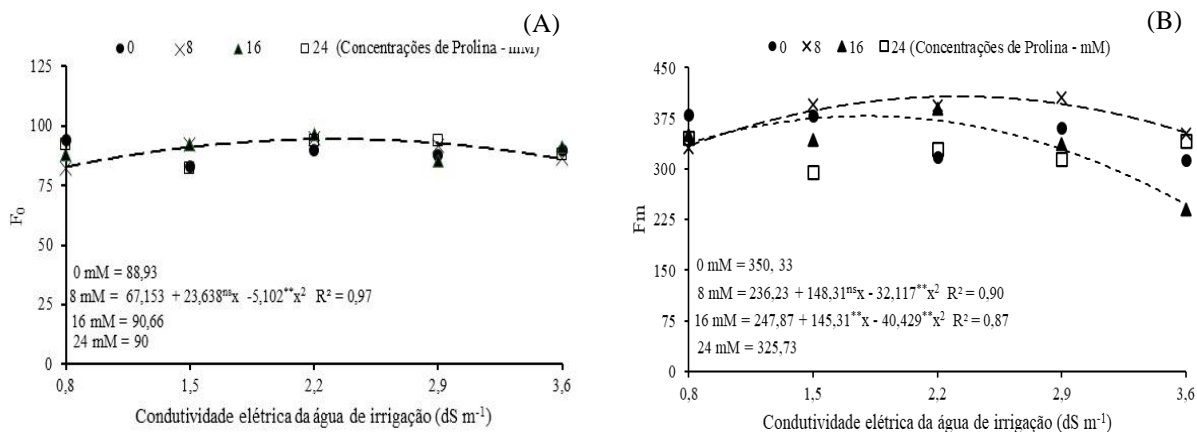
Houve efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e das concentrações de prolina (PRO) sobre os valores de fluorescência inicial (F0), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 190 dias após o transplântio (DAT).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente aos valores de fluorescência inicial (F0), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), da goiabeira cv. Paluma cultivado sob salinidade da água de irrigação (CEa) e aplicação de prolina, aos 190 dias após o transplântio.

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios			
		F0	Fm	Fv	Fv/Fm
CEa	4	69,850*	4392,3**	4151,0**	0,0037**
Regressão Linear	1	4,800 <sup>ns</sup>	7632,1**	8019,7**	0,0089**
Regressão quadrática	1	59,523 <sup>ns</sup>	7614,1**	6302,6**	0,0026*
Prolina (PRO)	3	8,244 <sup>ns</sup>	7471,3**	7755,5**	0,0057**
Regressão Linear	1	14,520 <sup>ns</sup>	10290,2**	11065,6**	0,0079**
Regressão quadrática	1	5,400 <sup>ns</sup>	3792,2*	3496,1*	0,0009 <sup>ns</sup>
Interação (CEa x PRO)	12	59,161**	4134,3**	3831,7**	0,0032**
Blocos	2	28,116	547,31	453,65	0,0004
Resíduo	38	19,642	783,72	752,25	0,0006
CV(%)		4,94	8,09	10,71	3,26

GL- grau de liberdade; CEa – Condutividade elétrica da água; CV (%) - coeficiente de variação; \*significativo em nível de 0,05 de probabilidade; \*\* significativo em nível de 0,01 de probabilidade; ns não significativo.

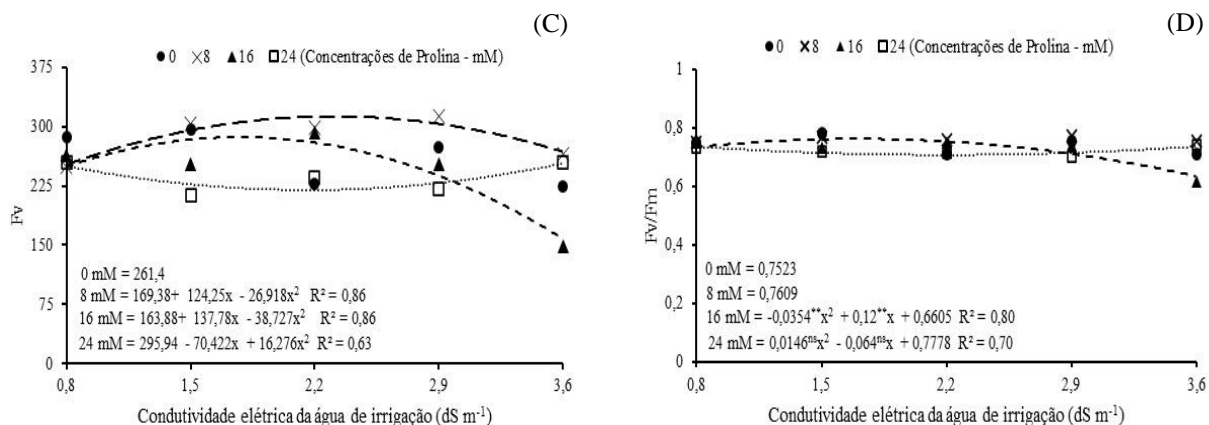
Para a fluorescência inicial (Figura 1A) a pulverização foliar de prolina na concentração de 8 mM, proporcionou o valor máximo estimado (94,53) nas plantas irrigadas com CEa estimada de 2,31 dS m<sup>-1</sup>. Já as plantas cultivadas sob 0, 16 e 24 mM obtiveram uma F0 média de 88,93; 90,66 e 90,00, respectivamente. O aumento da F0 indica danos no aparato fotossintético o que induz diminuição na capacidade de transferir energia do centro de reação para o PSII (GALVÃO SOBRINHO et al., 2023). Por outro lado, a redução em F0 pode estar relacionado aos mecanismos de dissipação não fotoquímica, além de um potencial efeito estabilizador da prolina sobre as membranas dos tilacóides (Hayat et al., 2012).



**Figura 1:** Fluorescência inicial – F0 (A) e fluorescência máxima - Fm (B) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da interação dos níveis de condutividade elétrica da água (CEa) e das concentrações de prolina, aos 190 dias após o transplantio.

Com relação a fluorescência máxima - Fm (Figura 1B), constata-se que aplicação de 8 e 16 mM de prolina proporcionou os valores máximos (407,45 e 378,44) nas plantas irrigadas com água com condutividade elétrica estimada de 2,30 e 1,79  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. Já para a aplicação de prolina nas concentrações de 0 e 24 mM, alcançaram um valor médio de 350,33 e 325,73, respectivamente. Esse comportamento na fluorescência máxima pode estar relacionado ao efeito deletério causado pelo estresse salino, havendo uma diminuição nas atividades fotossintéticas (SOUZA et al., 2025).

A fluorescência variável (Figura 1C), na ausência de prolina, as plantas de goiabeira obtiveram valor médio de 261,4, já nas concentrações de 8 e 16 mM de prolina alcançaram os valores máximos estimados (312,76 e 282,02) sob irrigação com água de condutividade elétrica de 2,31 e 2,11  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. No entanto, a aplicação foliar de prolina na concentração de 24 mM promoveu comportamento inverso, obtendo-se o maior valor (253,36) nas plantas cultivadas sob irrigação com água de 3,6  $\text{dS m}^{-1}$ . Já o menor valor foi estabelecido na CEa de 2,2  $\text{dS m}^{-1}$  (219,77). Tal fato que pode estar relacionado à degradação dos pigmentos fotossintéticos, causados pela toxicidade de íons associado a diminuição do potencial osmótico da solução do solo, resultando em estresse hídrico (XAVIER et al., 2022).



**Figura 2:** Fluorescência variável – Fv (C) e eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm (D) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da interação dos níveis de condutividade elétrica da água (CEa) e das concentrações de prolina, aos 190 dias após o transplante.

Quanto a eficiência quântica do fotossistema II (Figura 2D), nota-se que o maior valor (0,762) foi observado nas plantas submetidas a irrigação com CEa estimada de 1,69 dS m<sup>-1</sup> e aplicação de 16 mM de prolina. Já para a concentração de 24 mM de prolina, constata-se o maior valor (0,7366) foi obtido nas plantas irrigadas com CEa de 3,6 dS m<sup>-1</sup>. Entretanto, o menor valor foi estabelecido na CEa de 2,2 dS m<sup>-1</sup> (0,7076). Já as plantas que receberam as concentrações de prolina de 0 e 8 mM obtiveram média de 0,7523 e 0,7609, respectivamente.

## CONCLUSÕES

A aplicação foliar de prolina na concentração de 8 mM eleva a fluorescência da clorofila a das plantas de goiabeira sob condutividade elétrica de até 2,3 dS m<sup>-1</sup>. A aplicação de prolina em concentrações de 16 e 24 mM não amenizam os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas de goiabeira.

## 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

- Andrade, E. M.; Lima, G. S. de; Lima, V. L. A. de; Silva, S. S. da; Dias, A. S.; Gheyi, H. R. Hydrogen peroxide as attenuator of salt stress effects on the physiology and biomass of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p. 571-578, 2022.
- Fatima, R. T. de; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Sá, V. K. N. O. de; Guedes, M. A., Ferreira, J. T. A.; Nóbrega, J. S.; Gheyi, H. R.; Souto, A. G. de L.; Pereira, W. E. Effect of different timing of water deficit combined with foliar application of ascorbic acid on physiological variables of sour passion fruit. **Arid Land Research and Management**, v. 39, p. 237-261, 2024.
- 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.
- Galvão Sobrinho, T.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Lima, V. L. A. de; Borges, V. E.; Nunes, K. G.; Soares, L. A. dos A.; Saboya, L. M. F.; Gheyi, H. R.; Gomes, J. P.; Fernandes, P. D.; Azevedo, C. A. V. de. Foliar applications of salicylic acid on boosting salt stress tolerance in sour passion fruit in two cropping cycles. **Plants**, v. 12, e2023, 2023.
- Ghosh, U. K.; Islam, M. N.; Siddiqui, M. N.; Cao, X.; Khan, M. A. R. Proline, a multifaceted signalling molecule in plant responses to abiotic stress: understanding the physiological mechanisms. **Plant Biology**, v. 24, p. 227-239, 2022.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/br>>. Acesso em: 12 mai. 2025.
- 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).
- Souza, A. R. de; Lima, G. S. de; Silva, A. A. da; Azevedo, C. A. de; Borborema, L. D.; Nunes, K. G.; Costa, D. S.; Arruda, T. F. de L. Morphophysiological aspects of eggplant grown under irrigation with brackish water and foliar application of chitosan. **Revista Caatinga**, v. 38, e12786, 2025.
- Souza, L. A. F. de; Ferrarezi Junior, E. Perspectivas para o mercado da goiaba: cenário atual e principais desafios. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, p. 198–209, 2022.