

## EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DE MUDAS DE GOIABEIRA SOB ESTRESSE SALINO E ÁCIDO SALICILICO

Geovani Soares de Lima<sup>1</sup>, Adnelba Vitória Oliveira Xavier<sup>2</sup>, Hans Raj Gheyi<sup>3</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>4</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>5</sup>, Wesley Bruno Belo de Souza<sup>6</sup>

**RESUMO:** A escassez qualitativa e quantitativa de fontes hídricas no semiárido do Nordeste brasileiro se destaca como um fator limitante para expandir a agricultura irrigada. Neste contexto, o uso de água com teores de moderados a elevados de sais é uma alternativa para atender a crescente necessidade de alimentos. Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de mudas de goiabeira cv. Paluma sob irrigação com águas salinas e aplicação foliar de ácido. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de casa-de-vegetação em Campina Grande, PB. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial  $5 \times 5$ , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água – CEa (0,6; 1,5; 2,4, 3,3 e 4,2 dS m<sup>-1</sup>) 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 de condutividade elétrica a partir de 0,6 dS m<sup>-1</sup> elevou a fluorescência inicial, variável, máxima, eficiência quântica do fotossistema II de mudas de goiabeira, aos 143 dias após a semeadura. Ácido salicílico em concentração de até 3,2 mM não influenciou na eficiência fotoquímica de plantas de goiabeira na fase de formação de mudas.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Psidium Guajava* L., fitormônio, águas salinas

## PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF GUAVA SEEDLINGS UNDER SALINE STRESS AND SALICYLIC ACID

<sup>1</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: adnelba\_vitoria@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: hgheyi@gmail.com

<sup>4</sup> Bolsista de Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: andrealisson\_cgpb@hotmail.com

<sup>5</sup> Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. E-mail: laurispo.agronomia@gmail.com

<sup>6</sup> Mestrando em Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: wesleybruno96@hotmail.com

**ABSTRACT:** The qualitative and quantitative scarcity of water sources in the semi-arid region of the Brazilian Northeast stands out as a limiting factor for expanding irrigated agriculture. In this context, the use of water with moderate to high levels of salts is an alternative to meet the growing need for food. In view of the above, the aim of this work was to evaluate gas exchange in guava seedlings cv. Paluma under irrigation with saline water and foliar application of acid. The research was carried out under greenhouse conditions in Campina Grande, PB. A randomized block design was used in a  $5 \times 5$  factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of water - ECw (0.6; 1.5; 2.4, 3.3 and 4.2 dS m<sup>-1</sup>) and five concentrations of salicylic acid - AS (0; 0.8; 1.6; 2.4 and 3.2 mM), with four replications and two plants per plot. Irrigation with water of electrical conductivity from 0.6 dS m<sup>-1</sup> increased the initial, variable, maximum fluorescence, quantum efficiency of photosystem II of guava seedlings, at 143 days after sowing. Salicylic acid in a concentration of up to 3.2 mM did not influence the photochemical efficiency of guava plants in the seedling formation phase.

**KEYWORDS:** *Psidium Guajava* L., phytohormone, saline waters

## INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma frutífera tropical encontrada em todo o território brasileiro, destacando-se a cultivar Paluma pela grande aceitação do seu fruto pelos consumidores, sendo consumida in natura ou como produtos processados (MONTES et al., 2016). Na região semiárida no nordeste brasileiro a disponibilidade de recursos hídricos de qualidade e em quantidade suficiente para suprir as demandas de irrigação das culturas é baixa, devido às características edafoclimáticas da região.

As fontes de água presentes na região apresentam em sua grande parte salinidade elevadas que pode trazer danos tanto ao desenvolvimento e produção das culturas, quanto aos solos (SILVA et al., 2020). Dessa forma se faz necessário a busca constante por técnicas que permitam a utilização das águas de qualidade inferior para a produção de alimentos capazes de suprir a demanda do mercado.

Dentre as estratégias utilizadas para reduzir os efeitos do estresse salino destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico (AS). O AS pode contribuir na regulação de atividades de enzimas antioxidantes e auxiliar no transporte de íons, fotossíntese, condutância estomática, transpiração e outros (RAJESHWARI & BHUVANESHWAR, 2017).

O AS favorece a absorção de água e nutrientes, proteção da membrana e manutenção da fotossíntese, podendo interagir também com vias de sinalização de espécies reativas de oxigênio reduzindo o estresse oxidativo (LOTFI et al., 2020). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico na eficiência fotoquímica de mudas de goiabeira sob estresse salino.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida sob condições de casa-de-vegetação, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), em Campina Grande, PB, situado pelas coordenadas geográficas locais 07°15'18" latitude S, 35°52'28" de longitude W e altitude média de 550 m.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial 5 × 5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,6 - controle; 1,5; 2,4; 3,3 e 4,2 dS m<sup>-1</sup>) e cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0 - controle; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com quatro repetições e duas plantas por parcela. Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação foram estabelecidos com base em estudo de Bezerra et al. (2019). Já as concentrações de ácido salicílico foram adaptadas de acordo com Silva et al. (2020).

As mudas foram formadas em sacolas plásticas com dimensões 10 × 20 cm, sendo preenchidas com 1,6 kg de substrato na proporção de 3:1 (em base de volume) de um solo classificado como Neossolo Regolítico de textura franco arenosa (0-20 cm, horizonte A), proveniente do município de Lagoa Seca, PB, cujas características químicas e físico-hídricas estão apresentadas na Tabela 1.

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

		Características químicas						
pH (H <sub>2</sub> O)	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
(1:2,5)	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	.....cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> .....					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....Características químicas.....				.....Características físicas.....				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	(cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	(%)	Areia	Silte	Argila	CC <sup>1</sup>	PMP <sup>2</sup>
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

MO– Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup> extraídos com acetato de cálcio 1 M pH 6,5; RAS – Relação de adsorção de

sódio, PST- Percentagem de sódio trocável; CEes – Condutividade elétrica do extrato de saturação; 1Capacidade de campo a tensão de 33,42 kPa; 2Ponto de murcha permanente a tensão de 1519,5 kPa.

Antes do semeio, elevou-se o teor de umidade do solo ao nível correspondente a capacidade máxima de retenção com água de menor nível de condutividade elétrica ( $CEa = 0,6 \text{ dSm}^{-1}$ ). A semeadura foi realizada colocando-se 4 sementes por sacola de forma equidistante a uma profundidade de 2 cm. Após a semeadura, a irrigação foi realizada, diariamente, às 16 horas, aplicando-se em cada sacola o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, determinado pela Eq. 1:

$$\frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Em que:

VI - Volume de água a ser usado no próximo evento de irrigação (mL);

Va - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - Volume drenado (mL) e

FL = fração de lixiviação de 0,15.

Após o estabelecimento da emergência, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta por sacola. A partir dos 40 DAS em intervalos de 15 dias iniciou-se a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150  $\text{mg kg}^{-1}$  de solo de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, via fertirrigação. Como fonte de macronutrientes utilizou-se Ureia para nitrogênio, MAP para fósforo e complementar de nitrogênio e  $\text{K}_2\text{O}$  como fonte de potássio. Realizaram-se aplicações com micronutrientes na concentração de 2,5 g de Ubyfol®  $\text{L}^{-1}$  [(N (15%);  $\text{P}_2\text{O}_5$  (15%);  $\text{K}_2\text{O}$  (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)] via foliar nas faces adaxial e abaxial, sendo aplicadas quinzenalmente para suprir necessidades de micronutrientes.

As concentrações de AS foram obtidas a partir da dissolução do ácido em 30% de álcool etílico. O preparo da solução foi realizado em todos os eventos de aplicações quinzenais, sendo adicionado à solução de AS o espalhante Wil Fix ( $0,5 \text{ mL L}^{-1}$ ) 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.

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. Aos 143 dias após a semeadura (DAS) foram mensuradas a fluorescência da clorofila a através da fluorescência inicial (F0), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema

II (Fv/Fm) em folhas pré-adaptadas ao escuro mediante a utilização de pinças foliares durante 30 minutos (garantindo que todos os centros de reação estão abertos), entre as 07:00 e 08:00 horas da manhã usando o fluorômetro modulado Plant Efficiency Analyser – PEA II®.

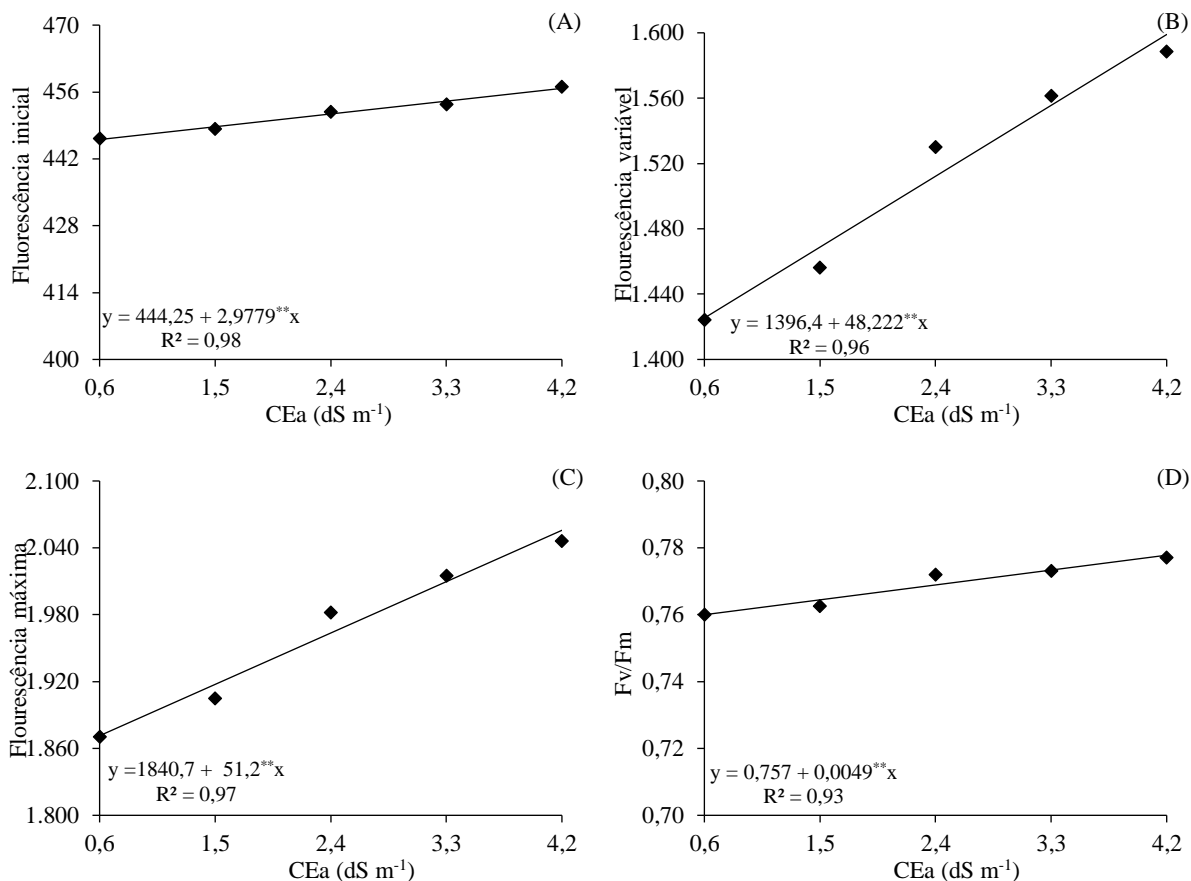
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F', e quando significativo foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de salinidade da água e concentrações de ácido salicílico ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.7 (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de condutividade elétrica elevaram a fluorescência inicial, a variável e a máxima das mudas de goiabeira (Figura 1A, 1B e 1C), sendo o incremento de 0,67; 3,45 e 2,78% por aumento unitário da condutividade elétrica da água. Em termos relativos, nota-se ao comparar as plantas submetidas a salinidade da água de  $4,2 \text{ dS m}^{-1}$  em relação as irrigadas com CEa de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$  aumento de 2,34, 10,85, 8,96% na F0, Fv e Fm, respectivamente.

O aumento da F0 em plantas cultivadas sob condições de estresse salino é um indicativo de danos no aparato fotossintético, já que esta variável indica a perda de energia luminosa, tal situação ocorre em estado de oxidação da quinona (receptora primária de elétrons) no centro de reação (P680), prejudicando a transferência de energia do fotossistema II (SILVA et al., 2014). Por outro lado, a fluorescência máxima reflete a capacidade da planta em transferir energia para a formação do redutor NADPH, ATP e ferredoxina reduzida e, conseqüentemente, com reflexos na assimilação do  $\text{CO}_2$  na fase bioquímica da fotossíntese (LIMA et al., 2019).

Com relação a eficiência quântica do fotossistema II (Figura 1D), nota-se que houve um aumento linear em função dos níveis de salinidade da água de irrigação, cujo acréscimo foi de 0,65% por incremento unitário da CEa. Comparando-se a Fv/Fm das plantas submetidas a CEa de  $4,2 \text{ dS m}^{-1}$  em relação as cultivadas sob salinidade da água de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$ , verifica-se aumento de 2,26%. Pelos resultados obtidos para Fv/Fm, observa-se que não há indicativo de dano fotossistema II, tendo em vista que o valor mínimo alcançado neste estudo foi de 0,76. De acordo com Reis & Campostrini (2011) quando o aparato fotossintético se encontra intacto, os valores de Fv/Fm variam entre 0,75 e 0,85.



**Figura 1.** Fluorescência inicial – F0 (A), variável – Fv (B), máxima – Fm (C), eficiência quântica do fotossistema II – Fv/Fm (D) de mudas de goiabeira, em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa, aos 143 dias após a semeadura.

## CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de  $0,6 \text{ dS m}^{-1}$  eleva a fluorescência inicial, variável, máxima, eficiência quântica do fotossistema II de mudas de goiabeira, aos 143 dias após a semeadura. Ácido salicílico em concentração de até  $3,2 \text{ mM}$  não influencia na eficiência fotoquímica de plantas de goiabeira na fase de formação de mudas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, p. 837-848, 2019.

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.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, p. 214-225, 2019.

LOTFI, R.; GHASSEMI-GOLEZANI, K.; PESSARAKLI, M. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 26, e101635, 2020.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. ENSAIO EM AMBIENTE CONTROLADO. IN: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília, DF: Embrapa SEA. Cap. 2, 1991. p.189-198.

RAJESHWARI, V.; BHUVANESHWARI, V. Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. **International Journal of Plant Biology and Research**, v. 5, p. 1067-1073, 2017.

REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E. Microaspersão de água sobre a copa: um estudo relacionado às trocas gasosas e à eficiência fotoquímica em plantas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, p. 284-295, 2011.

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, p. 1092-1101, 2020.

SILVA, L. A.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V. S.; MOREIRA, R. C. L.; SOARES FILHO, W. S.; FERNANDES, P. D. Mecanismos fisiológicos de percepção do estresse salino de híbridos de porta-enxertos citros em cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. S1-S7, 2014.