

TROCAS GASOSAS DA GOIABEIRA ENXERTADA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO SALICÍLICO

CASSIANO NOGUEIRA DE LACERDA¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES³, THIAGO FILIPE DE LIMA ARRUDA⁴, LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS⁴

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, cassianonogueiraagro@gmail.com;

²Dr. Pesquisador do CNPq, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, geovani.soares@cnpq.pq.br;

³Dra. Pesquisadora do CNPq, PPHT/UFCG, Pombal-PB, lauriane.soares@cnpq.pq.br;

⁴Mestrando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, thiago.filipe.la@gmail.com; englarissafss@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: A limitação de água de baixa condutividade elétrica para irrigação no semiárido nordestino é uma realidade nos dias atuais, sendo comum a ocorrência de elevadas concentrações de sais. Dessa forma, o cultivo de fruteiras irrigadas nesta região necessita de alternativas para amenizar os efeitos do estresse salino. Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas da goiabeira cv. Paluma sob condições de estresse salino e aplicação foliar de ácido salicílico na fase de pós-enxertia. O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação em Campina Grande - PB, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2×4 , sendo dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), com três repetições. Irrigação com água de 3,2 dS m⁻¹ reduziu a concentração interna de CO₂, a transpiração, a e a taxa de assimilação de CO₂ da goiabeira cv. Paluma, aos 610 dias após o transplântio. O ácido salicílico em concentração de até 3,6 Mm não amenizou o estresse salino em plantas de goiabeira cv. Paluma.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava* L., semiárido, escassez hídrica.

PHYSIOLOGICAL INDEXES OF GOIABEIRA EXERTED UNDER SALINITY OF WATER AND FOLIAR APPLICATION OF SALICYLIC ACID

ABSTRACT: The limitation of water with low electrical conductivity for irrigation in the northeastern semi-arid region is a reality nowadays, and high concentrations of salts are common. Thus, the cultivation of irrigated fruit trees in this region needs alternatives to mitigate the effects of saline stress. Given the above, the objective of this work was to evaluate the gas exchange of guava tree cv. Paluma under saline stress conditions and foliar application of salicylic acid in the post-grafting phase. The experiment was carried out under greenhouse conditions in Campina Grande - PB, using the experimental design of randomized blocks, in a 2×4 factorial scheme, with two levels of electrical conductivity of the irrigation water - ECa (0.6 and 3.2 dS m⁻¹) and four concentrations of salicylic acid (0; 1.2; 2.4 and 3.6 mM), with three replications. Irrigation with water of 3.2 dS m⁻¹ reduced the internal concentration of CO₂, transpiration, a and the CO₂ assimilation rate of guava tree cv. Paluma, at 610 days after transplanting. Salicylic acid in concentrations up to 3.6 Mm did not alleviate saline stress in guava plants cv. Paluma.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., semiarid, water scarcity.

INTRODUÇÃO

A goiabeira é uma frutífera pertencente à família myrtacea, sendo sua produção distribuída em todo território nacional, em função da versatilidade de formas de uso deste fruto, seu consumo pode

ser de forma *in natura* ou através de processados como, por exemplo, geleias, sucos, comportas dentre outros (Oliveira et al., 2015).

Apesar da goiabeira se destacar pela grande importância para a região semiárida do nordeste, as características de clima como irregularidade pluviométrica e altas taxas de evaporação fazem com que a sua produção seja limitada durante parte do ano (Machado; Serralheiro, 2017). Dessa forma, a prática de irrigação é uma das alternativas indispensável pra uma produção contínua (Silva et al., 2018; Lima et al., 2022), no entanto as principais fontes com água disponível nesta região se caracteriza com altas concentrações de sais, que ocasiona efeitos deletérios sobre as plantas, em função dos efeitos osmóticos e iônico sendo necessário o uso de estratégias para atenuar tais efeitos (Lima et al., 2016).

Uso de compostos aplicados de forma exógena vem sendo difundido e dentre eles se destaca o ácido salicílico, cujo papel está relacionado a sinalização de genes capaz de mitigar os efeitos de estresses podendo ser de origem biótico e abiótico (Wang et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas da goiabeira cv. Paluma sob condições de estresse salino e aplicação foliar de ácido salicílico na fase pós-enxertia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril de 2020 a dezembro de 2021 sob condições de casa de vegetação, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas locais 07°15'18" latitude S, 35°52'28" de longitude O e altitude média de 550 m. Possui um clima com temperaturas mais moderadas: Tropical com estação seca do tipo As, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (Azevedo et al, 2015).

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 × 4, cujos tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), com três repetições. O maior nível de CEa foi estabelecido com base em estudos desenvolvidos por Bezerra et al. (2019) com a goiabeira cv. Paluma. Já as concentrações de ácido salicílico (AS) foram determinadas de acordo com pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2020) com a cultura da gravioleira (*Annona muricata* L.).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas a partir da dissolução em 30% de álcool etílico (pureza de 95,5%) em água destilada, devido ser uma substância que possui baixa solubilidade em água à temperatura ambiente. No preparo da solução utilizou-se um adjuvante Wil fix® na concentração de 0,5 mL L⁻¹ de solução para diminuir a tensão superficial das gotas na superfície foliar (nas faces adaxial e abaxial).

Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem. Na base inferior de cada lisímetro foi instalado um dreno com 16 mm de diâmetro para a drenagem do excesso de água e conectada em recipiente para coleta de água drenada e posterior determinação do consumo de água pelas plantas. A extremidade do dreno no interior do vaso foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo.

O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-argilo-arenoso (profundidade 0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento

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 ⁻³cmolc kg ⁻¹					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....Características químicas.....			Características físicas.....				
CE _{es}	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)		Umidade (dag kg ⁻¹)		

dS m ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, 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; Al^{3++H+} extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

A água de menor condutividade elétrica (0,6 dS m⁻¹) foi obtida no sistema de abastecimento de água de Campina Grande-PB. Já o maior nível de CEa (3,2 dS m⁻¹) foi preparada dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente sugerida em 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento de Campina Grande, PB, considerando-se a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q = 640 \times CEa \dots\dots\dots(1)$$

Em que:

Q = quantidade de sais a ser dissolvida (mg L⁻¹ e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m⁻¹)

O transplantio foi realizado em covas com dimensões de 20 × 20 × 20 cm e antes de serem transplantadas foram observadas se haviam enovelamento das raízes, depois de transplantio das mudas as mesmas foram aclimatadas por um período de 50 dias, nesse período foram irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,6 dS m⁻¹.

Antes do transplantio das mudas, elevou-se o teor de umidade do solo até alcançar a capacidade máxima de retenção de água com água de CEa de 0,6 dS m⁻¹. A diferenciação dos níveis salinos tiveram início aos 75 DAT, sendo que a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro foi determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

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

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

Vd - volume drenado (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10.

Realizou-se a adubação com nitrogênio, potássio e fósforo, de acordo com recomendação de Cavalcanti (2008), aplicando-se 100, 100 e 60 g por planta de N, P₂O₅ e K₂O. Como fontes foram utilizadas a ureia (45% de N), o cloreto de potássio (60% de K₂O) e o monoamônio fosfato (50% de P₂O₅ e 11% de N). As adubações tiveram início aos 15 DAT e foram realizadas em aplicações quinzenais e as adubações com micronutrientes foram realizadas quinzenalmente via foliar, com início aos 30 DAT, nas faces adaxial e abaxial, considerando-se as exigências nutricionais da cultura com concentração de 1 g L⁻¹ de Dripsol Micro® (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdênio).

Aos 610 DAT foram analisadas as trocas gasosas através da taxa de assimilação de CO₂ – A (mol CO₂ m⁻² s⁻¹), transpiração – E (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), condutância estomática – gs (mol m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ – Ci (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹). As trocas gasosas foram determinadas utilizando-se um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK).

Os dados coletados neste estudo foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) seguido da análise de variância pelo teste ‘F’. O teste ‘F’ foi aplicado para os níveis de condutividade elétrica da água (p ≤ 0,05), e, quando significativo, realizou-se a análise de regressão polinomial linear, quadrática para as concentrações de ácido salicílico (p ≤ 0,05), usando o programa estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

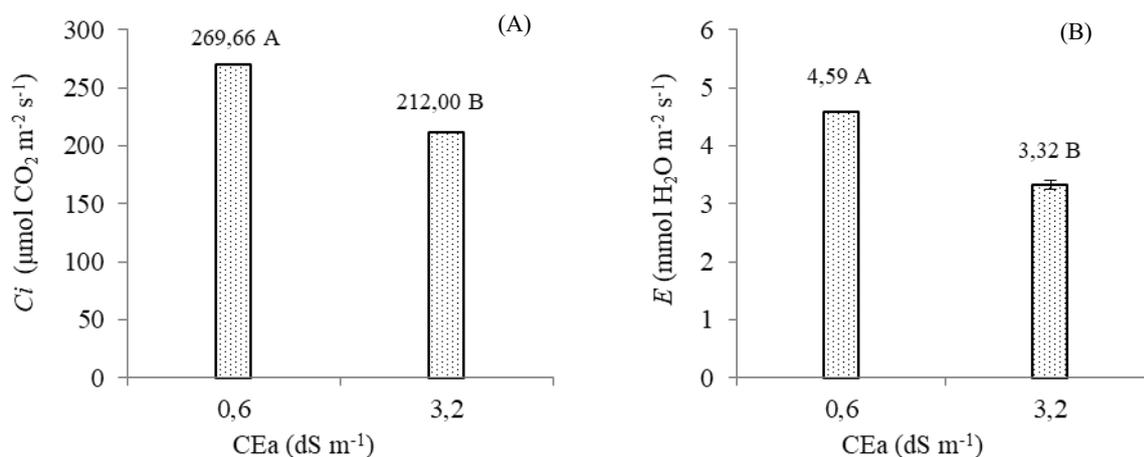
Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água para concentração interna de CO₂ (*C_i*), a transpiração (*E*), e a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) da goiabeira cv. Paluma (Tabela 2). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS × AS) não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas, aos 610 DAT.

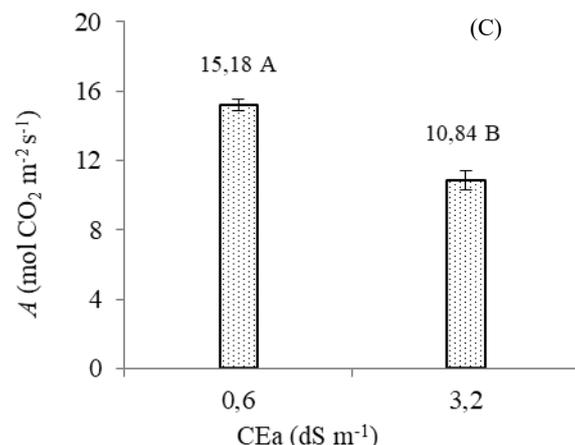
Tabela 2. Resumo do teste F para a concentração interna de CO₂ (*C_i*), a transpiração (*E*), a condutância estomática (*g_s*), e a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, aos 610 dias após o transplântio.

Fonte de variação	Teste F			
	<i>g_s</i>	<i>E</i>	<i>C_i</i>	<i>A</i>
Níveis salinos (NS)	ns	**	**	**
Ácido salicílico (AS)	ns	ns	ns	ns
Regressão Linear	ns	ns	ns	ns
Regressão Quadrática	ns	ns	ns	ns
Interação (NS × AS)	ns	ns	ns	ns
Blocos	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,91	9,98	4,79	9,77

ns, **, *: não significativo e significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$, respectivamente; CV – Coeficiente de variação

O incremento da salinidade afetou de forma negativa a concentração interna de CO₂ (Figura 1A), a transpiração (Figura 1B), e a taxa de assimilação de CO₂ (Figura 1C) da goiabeira cv. Paluma quando irrigadas com água de 3,2 dS m⁻¹. As plantas submetidas ao maior nível salino (3,2 dS m⁻¹) tiveram redução de 21,38% (57,66 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹); 27,66% (1,27 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e 28,59% (4,34 mol CO₂ m⁻² s⁻¹) respectivamente na concentração interna de CO₂, transpiração e taxa de assimilação de CO₂, diferindo de forma significativa das irrigadas com água de 0,6 dS m⁻¹. As alterações nas trocas gasosas são decorrentes do efeito osmótico e iônico, ocasionando a redução na absorção de água e nutrientes e causando toxidez nas células devido a produção de EROs resultando em danos a eficiência fotoquímica e a atividade da Ribulose 1,5 bisfosfato carboxilase oxigenase (Arif et al., 2020). Resultados semelhantes foram constatados por outros autores onde observaram que a medida que aumentava a salinidade da água as trocas gasosas foram reduzidas como observados por Fernandes et al. (2021) em pinheira (*Annona squamosa* L.), Silva et al. (2020) em gravioleira (*Annona muricata* L.) e Bezerra et al. (2018) em goiabeira (*Psidium guajava* L.).





Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Barra na vertical representa o erro padrão da média ($n=3$).

Figura 1. Concentração interna de CO₂ – Ci (A), transpiração - E (B), taxa de assimilação de CO₂ - A (C) das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da salinidade da água - CEa, aos 610 dias após o transplantio.

CONCLUSÃO

A irrigação com água de 3,2 dS m⁻¹ reduz a concentração interna de CO₂, a transpiração, a e a taxa de assimilação de CO₂ da goiabeira cv. Paluma aos 610 dias após o transplantio. O ácido salicílico em concentração de até 3,6 Mm não ameniza o estresse salino em plantas de goiabeira cv. Paluma.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Arif, Y.; Singh, P.; Siddiqui, H.; Bajguz, A.; Hayat, S. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.156, n.1, p. 64-77, 2020.
- 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.
- Bezerra, I. L.; Nobre, R. G.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S. de; Barbosa, J. L. Physiological indices and growth of 'Paluma' guava under saline water irrigation and nitrogen fertigation. *Revista. Caatinga*, v.31, n.4, p.808-816, 2018.
- Fernandes, E. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Silva Neta, A. M de S.; Roque, I. A.; Silva, F. A. da; Fernandes, P. D.; Lacerda, C. N. de. Cell damage, gas exchange, and growth of *Annona squamosa* L. under saline water irrigation and potassium fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v.42, n.3, p.999-1018, 2021.
- 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; 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, n.3, p.180-189, 2022.
- Lima, G. S. de; Santos, J. B.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Pereira, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. *Comunicata Scientiae*, v.7, n. 4, p. 513-522, 2016.
- Machado, R. M. A.; Serralheiro, R. P. Effect on vegetable crop growth: Management practices to prevent and mitigate soil salinization. *Horticulturae*, v.30, n.3, p.1-13, 2017.

- Oliveira, F.T; Hafle, O. M.; Mendonça, V.; Moreira, J. N.; Pereira Junior, E. B.; Rolim, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. *Comunicata Scientiae*, v.6, n.1, p.17-25, 2015.
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160p. Handbook 60.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. 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, 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, n.11, p.776-781, 2018.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (Org.), *Manual de métodos de análise de solo*. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA. 2017. 577p.
- Wang, Y. Y.; Wang, Y.; Li, G. Z.; Hao, L. Arabidopsis plant response that alters salicylic acid to cadmium exposure: underlying mechanisms affecting antioxidation and photosynthesis-related processes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v.169, n.1, p. 645 - 653. 2019.