

**TROCAS GASOSAS EM GOIABEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E
APLICAÇÃO EXÓGENA DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Cassiano Nogueira de Lacerda¹, Geovani Soares de Lima², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Reynaldo Teodoro de Fátima⁴, Luana Lucas de Sá Almeida Veloso⁵, Leandro de Pádua Souza⁵

RESUMO: A salinidade é dos principais estresses abióticos que limita a produção agrícola na região semiárida do Nordeste brasileiro. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas em plantas de goiabeira cv. Paluma cultivada sob estresse salino e aplicação exógena de ácido salicílico na fase de pós-enxertia. 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. A salinidade da água reduziu a condutância estomática, a transpiração e a taxa de assimilação de CO₂ da goiabeira. Concentrações de ácido salicílico variando de 0 a 3,6 mM não atenuaram o estresse salino em plantas de goiabeira.

PALAVRAS-CHAVE: *Psidium guajava L.*, estresse salino, semiárido

**GAS EXCHANGES IN GUAVA UNDER WATER SALINITY AND EXOGENOUS
APPLICATION OF SALICYLIC ACID**

ABSTRACT: Salinity is one of the main abiotic stresses that limit agricultural production in the semiarid region of northeastern Brazil. Therefore, the objective of this work was to evaluate the gas exchange in guava plants cv. Paluma cultivated under salt stress and exogenous application of salicylic acid in the post-grafting phase. A randomized block design was used, in

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: 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

³ Profa Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br

⁴ 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: reynaldo.t16@gmail.com

⁵ Doutor (a) em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 99945-9864. E-mail: luana_lucas_15@hotmail.com; engenheiropadua@hotmail.com

a 2×4 factorial arrangement, whose treatments resulted from the combination of two factors: two levels of electrical conductivity of the irrigation water - CEa (0.6 and 3.2 dS m⁻¹) and four concentrations of salicylic acid – AS (0; 1.2; 2.4 and 3.6 mM), with three repetitions. Water salinity reduced the stomatal conductance, transpiration and CO₂ assimilation rate of guava. Salicylic acid concentrations ranging from 0 to 3.6 mM did not attenuate salt stress in guava plants.

KEYWORDS: *Psidium guajava* L., salt stress, semiarid

INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma das frutíferas mais produzidas mundialmente e possui grande exploração na região nordeste do Brasil, a sua importância se dar devido a suas diversas formas de uso podendo ser consumida in natura ou também através de processados, seus principais produtos consumidos são: geleias, sucos, doces dentre outros (OLIVEIRA et al., 2015). Apesar da importância da goiabeira para a região semiárida do Nordeste que possui características de clima como altas taxas de evapotranspiração e precipitação pluviométrica com ocorrência de forma irregular afeta negativamente uma produção escalonada durante todo o ano (SANTOS et al., 2018). Nessas condições a irrigação torna-se prática essencial para o cultivo da goiabeira, porém as fontes de água presentes nesta região comumente possuem altos teores de sais (LIMA et al., 2016). Altas concentrações de sais nas águas torna o potencial do solo mais negativo denominado efeito osmótico dificultando absorção de água pela planta e como mecanismo de defesa a planta fecha os estômatos para evitar a perda de água para o meio (LIMA et al., 2020). Dessa forma, se faz necessário o uso de estratégias capazes de mitigar o efeito dos sais nas plantas, sendo o ácido salicílico uma das alternativas promissoras. O ácido salicílico é um composto fenólico que atua na ativação de genes capaz de promover a planta mecanismo de defesa contra estresses bióticos e abióticos (KHOSHBAKHT & ASGHAREI, 2015). Ante o exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar as trocas gasosas em goiabeira cv. Paluma cultivada sob estresse salino e aplicação exógena de ácido salicílico na fase de pós-enxertia.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de abril a dezembro de 2020 sob condições de casa de vegetação, pertencente ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da

Universidade Federal de Campina Grande, PB, localizado pelas coordenadas 07°15'18'' latitude S, 35°52'28'' de longitude O e altitude média de 550 m. 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 graviroleira. Foram utilizados recipientes com capacidade de 200 L adaptados como lisímetros de drenagem o preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1,0 kg de brita nº zero, seguido de 250 kg de um Neossolo Regolítico (Entisol) de textura franco-arenosa (profundidade 0-20 cm), devidamente destorroado e proveniente da zona rural de Lagoa Seca, PB, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme metodologias recomendadas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas 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}	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....Características químicas.....			Características físicas.....				
CE _{es}	CTC	RAS _{es}	PST	Fração granulométrica (g kg^{-1})			Umidade (dag kg^{-1})	
dS m^{-1}	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$	$(\text{mmol L}^{-1})^{0,5}$	%	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; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS_{es} - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Porcentagem 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 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 de 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:

$$C = 10 \times \text{Cea} \quad (1)$$

Em que: C = concentração de sais a ser aplicado ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$); e, CEa = condutividade elétrica da água (dS m^{-1}).

Antes do transplântio 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} . Após o transplântio, a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, sendo o volume de água a ser aplicado em cada lisímetro foi determinado pela Eq. 2:

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

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 no evento anterior (mL); e, FL - fração de lixiviação de 0,10.

As aplicações de ácido salicílico tiveram início aos 45 dias após o transplântio (DAT) se estendeu até o estágio de plena floração (205 DAT). A frequência de aplicação foi de 30 dias e durante este período aplicou-se um valor médio de 683,33 mL da respectiva solução por planta. As aplicações foram realizadas às 17 horas e durante a aplicação a planta era isolada utilizando-se cortinas plásticas para evitar a deriva da solução. As adubações com NPK foram feitas de acordo com Cavalcanti (2008), aplicado com intervalo de 15 DAT, os tratos culturais no controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram feitos de acordo com a necessidade da cultura. 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, 11% de N). As adubações tiveram início aos 15 dias após o transplântio (DAT) e foram realizadas em aplicações quinzenais. As adubações com micronutrientes também foram realizadas quinzenalmente via fo-liar, com início aos 30 DAT, sendo aplicadas nas faces adaxial e abaxial, com solução na concentração de 1,0 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). O controle fitossanitário foi realizado de forma preventiva para controlar o possível surgimento das pragas: psilídio (*Triozioida limbata*), mosca das frutas (*Anastrepha* spp, *Ceratitis capitata*), percevejo (*Leptoglossus gonagra*) e cochonilha (*Ceroplastes flori-densis*), através de produtos químicos seletivos a base de Imidacloprido e Abamectina utilizando-se no preparo da calda 1,0 g 10L⁻¹ e 2,5 mL 10L⁻¹, respectivamente.

Aos 310 dias após o transplântio foram avaliadas a condutância estomática (mol m⁻² s⁻¹), a transpiração (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), a concentração interna de CO₂ (μmol H₂O m⁻² s⁻¹), e a taxa de assimilação de CO₂ (mol H₂O m⁻² s⁻¹) utilizando-se um analisador de gás infravermelho - IRGA (Infra Red Gás Analyser, modelo LCpro – SD, da ADC Bioscientific, UK). As leituras foram realizadas entre 7:00 e 9:00 horas da manhã, na terceira folha totalmente expandida contada a partir da gema apical, conduzidas sob condições naturais de temperatura do ar e concentração de CO₂, utilizando-se uma fonte artificial de radiação de 1.200 μmol m⁻² s⁻¹.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de F para os níveis de salinidade da água ($p \leq 0,05$) e análise de regressão polinomial linear e quadrática para as concentrações de ácido salicílico ($p \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

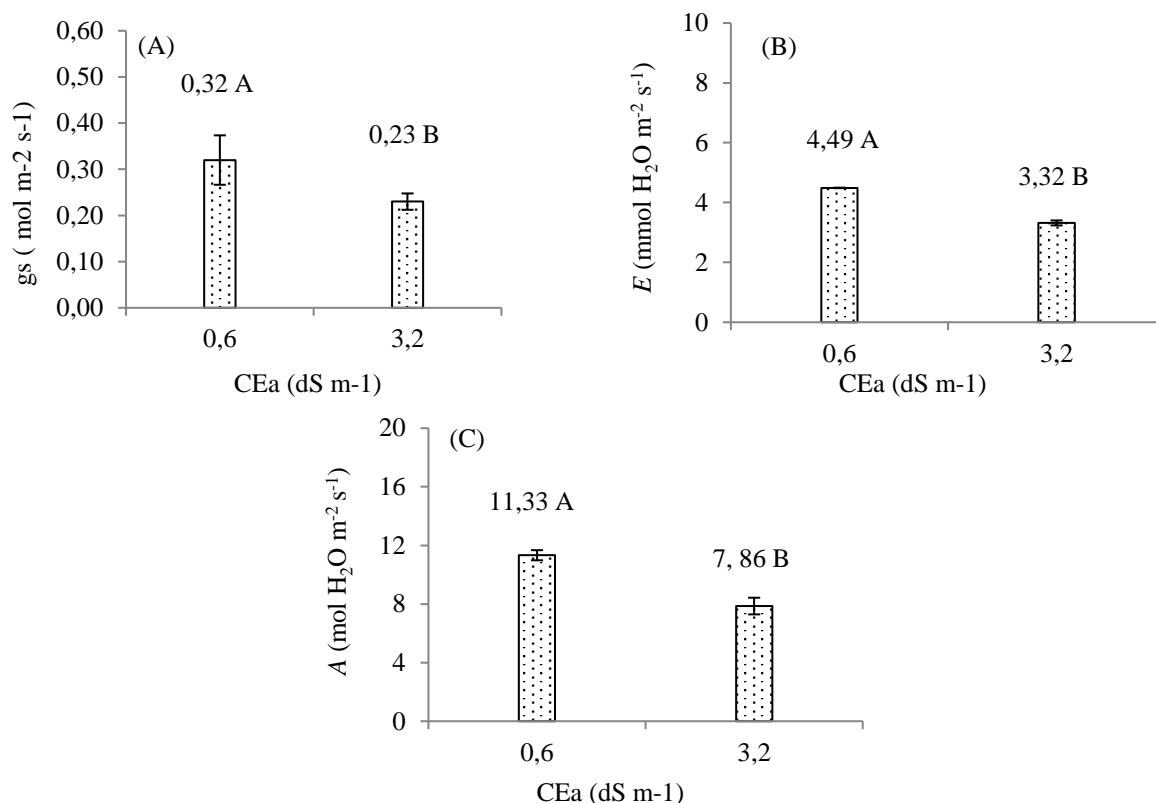
Houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água sobre a condutância estomática (gs), transpiração (E), e taxa de assimilação de CO₂ (A), das plantas de goiabeira cv. Paluma, aos 310 dias após o transplântio (Tabela 1). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (NS×AS) não influenciaram de significativa nenhuma das variáveis analisadas aos 310 DAT.

Tabela 2. Resumo da análise de variância pelo teste F, para a condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de assimilação de CO₂ (A), das plantas de goiabeira cv. Paluma irrigadas com águas salinas e submetidas à aplicação exógena de ácido salicílico, aos 310 dias após o transplântio.

Fonte de variação	Teste F			
	gs	E	Ci	A
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 (%)	7,05	7,83	9,17	4,47

**significativo à probabilidade de 0,01 pelo teste F; ns não significativo pelo teste F. Análise estatística realizada após transformação de dados em $\sqrt{x + 1}$.

O incremento da salinidade da água promoveu reduções na condutância estomática, transpiração e na taxa de assimilação de CO₂ das plantas de goiabeira cv. Paluma (Figura 1A, 1B e 1C). Nota-se decréscimos na gs, E e A de 28,13% (0,09 mol m⁻² s⁻¹), 26,06% (1,17 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e 30,62% (3,47 mol H₂O m⁻² s⁻¹) respectivamente, nas plantas irrigadas com água de maior nível salino (3,2 dS m⁻¹) em comparação com as plantas irrigadas sob o menor nível de salinidade da água (0,6 dS m⁻¹). A redução nas trocas gasosas pode estar relacionada como sendo mecanismo de defesa da planta ao estresse salino, onde tendem a fechar os estômatos a fim de evitar a perda de água para o ambiente, consequentemente afeta diretamente na transpiração e taxa de assimilação de CO₂ (LIMA et al., 2020).



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ($p < 0,05$).

Figura 1. Condutância estomática – *gs* (A), transpiração – *E* (B) e taxa de assimilação de CO₂ - *A* (C), das plantas de goiabeira cv. Paluma, em função da condutividade elétrica da água – CEa, aos 310 dias após o transplantio.

CONCLUSÕES

A salinidade da água reduz a condutância estomática, a transpiração e a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de goiabeira, aos 310 dias após o transplantio. Concentrações de ácido salicílico variando de 0 a 3,6 mM não atenua o estresse salino em plantas de goiabeira cv. Paluma.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

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.

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2.** aproximação. 3.ed. Recife: IPA. 212 p. 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split-plot type de-signs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

KHOSHBAKHT, D.; ASGHAREI, M. R. Influence of foliar-applied salicylic acid on growth, gas exchange characteristics and chlorophyll fluorescence in citrus under saline conditions. **Photosynthetica**, v. 53, n. 1, p. 410-418, 2015.

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.

LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B.; SOARES, L. A. 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.

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.

SANTOS, E. S.; SILVA, E. F.; MONTENEGRO, A. A.; SOUZA, E. S.; SOUZA, R. M. S.; SILVA, J. R. I. Produtividade do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em região semiárida. **Irriga**, v. 23, n. 3, p. 518-534, 2018.

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.