

**TROCAS GASOSAS DO MARACUJAZEIRO-AZEDO SOB ESTRESSE SALINO EM
DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS E ADUBAÇÃO POTÁSSICA**

Geovani Soares de Lima¹, Francisco Wesley Alves Pinheiro², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Wesley Bruno Bello de Souza⁴, Hans Raj Gheyi¹, Smyth Trotsk de Araújo Silva⁴

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’ em função da irrigação com águas salinas variando-se as fases fenológicas e adubação potássica sob condições de campo em São Domingos, PB, Brasil. O experimento foi desenvolvido utilizando-se o delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 3×2 , sendo os tratamentos constituídos de três estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; floração – FL e de frutificação - FR) e duas doses de potássio (60 e 100% da recomendação), com quatro repetições e três plantas por parcela. A dose de 100% correspondeu 345 g de K_2O por planta por ano. Utilizaram-se dois níveis de salinidade da água (1,3 e 4,0 dS m^{-1}), em diferentes fases fenológicas da cultura. A irrigação com água de 4,0 dS m^{-1} na fase vegetativa diminuiu a condutância estomática, a transpiração e a taxa de assimilação de CO_2 e aumentou a concentração intercelular de CO_2 das plantas de maracujazeiro-azedo. As doses de potássio não influenciaram nas trocas gasosas do maracujazeiro-azedo, aos 200 dias após o transplantio.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora Edulis* Sims, déficit hídrico, aclimação

**GAS EXCHANGES OF THE PASSION FRUIT SUBMITTED TO SALINE STRESS
IN DIFFERENT PHENOLOGICAL PHASES AND POTASSIUM FERTILIZATION**

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the gas exchange of passion fruit ‘BRS GA1’ as a function of irrigation with saline water, varying the phenological phases and potassium fertilization under field conditions in São Domingos, PB, Brazil. The experiment

¹ 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; hans@pq.cnpq.br

² 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: wesley.ce@hotmail.com

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 Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: wesleybruno96@hotmail.com; smythtrotsk18@gmail.com

was developed using a randomized block design in a 3×2 factorial scheme, with treatments consisting of three irrigation strategies with saline water (high salinity water irrigation in the vegetative phase - VE; flowering - FL and fruiting - FR) and two doses of potassium (60 and 100% of the recommendation), with four replications and three plants per plot. The 100% dose corresponded to 345 g of K_2O per plant per year. Two levels of water salinity (1.3 and 4.0 $dS\ m^{-1}$) were used in different phenological stages of the crop. Irrigation with 4.0 $dS\ m^{-1}$ water in the vegetative phase decreased stomatal conductance, transpiration and CO_2 assimilation rate and increased the intercellular concentration of CO_2 in passion fruit plants. Potassium doses did not influence the gas exchange of sour passion fruit at 199 days after transplanting.

KEYWORDS: *Passiflora Edulis* Sims, water deficit, acclimatization

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora Edulis* Sims) é uma frutífera que se destaca pela grande importância econômica e social no setor agrícola brasileiro, devido à aceitação do suco no mercado internacional e do consumo do fruto na forma de suco no mercado interno (MEDEIROS et al., 2014). O cultivo de maracujazeiro-azedo está distribuído em todo o território nacional. Contudo, a região semiárida do Nordeste do Brasil, devido à elevada taxa de evapotranspiração e às baixas precipitações e à ocorrência de fontes hídricas com níveis elevados de sais há limitações para expansão das áreas de cultivos com essa fruteira (LIMA et al., 2022).

O excesso de sais na água induz modificações fisiológicas nas plantas em decorrência do estresse salino. Assim, a adoção de estratégias de manejo de irrigação associado à adubação potássica é de suma importância para melhorar a eficiência do uso da água e minimizar o estresse sobre as plantas (SILVA et al., 2020). Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas do maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' em função da irrigação com águas salinas variando-se as fases fenológicas e adubação potássica sob condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de agosto de 2019 a maio de 2020, na Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', pertencente ao Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG em Santo Domingos (06°48'50"S; 37°56'31"W, 190 m), Paraíba, Brasil. Foram estudadas três

estratégias de irrigação com águas salinas (irrigação com água de alta salinidade na fase vegetativa - VE; floração – FL e de frutificação - FR) e duas doses de potássio (60 e 100% de K₂O da recomendação de Costa et al. (2008), distribuídos em blocos ao acaso em esquema fatorial 3 × 2 com quatro repetições, perfazendo o total de 32 unidades experimentais, cada parcela foi constituída por 3 plantas úteis. A dose de 100% de potássio correspondeu a 345 g de K₂O por planta por ano.

No estabelecimento das estratégias de irrigação, foram utilizados dois níveis de condutividade elétrica CEa (1,3 e 4,0 dS m⁻¹), aplicados nas diferentes fases fenológicas da cultura: irrigação com de alta salinidade nas fases VE – do início da emissão dos ramos secundários até o surgimento do primórdio floral (50-113 DAT); FL – do surgimento do primórdio floral e o total desenvolvimento do botão floral (antese) (114-198 DAT); FR – da fecundação do botão floral até o surgimento dos frutos com manchas amarelas entremeadas (199-253 DAT).

Foram utilizadas sementes de maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’. Para formação das mudas foram semeadas duas sementes em sacolas plásticas de 500 mL com dimensões de 15×20 cm, preenchidas com substrato, constituído de 84% de solo, 15% de areia autoclavada e 1% de esterco bovino curtido em base de volume. Aos 61 dias após o semeio (DAS), foi realizado o transplântio para a área no campo sendo irrigadas com água de baixa salinidade. Iniciou-se o manejo de irrigação com diferentes águas aos 50 DAT.

No preparo do solo foi realizada uma aração seguida de gradagem, visando o destorroamento e nivelamento da área. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico de textura areia franca. Antes do transplântio das mudas em campo, fez-se coleta de amostras de solo na área experimental na camada de 0-40 cm que posteriormente foram misturadas para formar uma amostra composta, cujas características químicas e físicas (Tabela 1) foram obtidas conforme a metodologia propostas por Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo (camada 0-40 m) da área experimental.

Características químicas								
pH H ₂ O) (1:2,5)	MO dag kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
7,82	0,81	10,60	0,30	0,81	2,44	1,81	0,00	0,00
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CEes (dS m ⁻¹)	CTC cmolc kg ⁻¹	RAS (mmol L ⁻¹) 0,5	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
1,52	5,36	6,67	15,11	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
				820,90	170,10	9,00	12,87	5,29

pH – Potencial hidrogeniônico; MO – 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; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Porcentagem de sódio trocável; ¹ umidade do solo na capacidade de campo; ² umidade do solo no ponto de murchamento permanente.

As dimensões da cova foram de 40 × 40 × 40 cm. Após a abertura das covas, realizou a adubação com 20 L de esterco bovino e 50 g de superfosfato simples (18% de P₂O₅ e 20% de Ca²⁺), conforme recomendação de Costa et al. (2008). A adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, utilizando-se como fonte de nitrogênio a ureia (45 % de N) e como fonte de potássio o cloreto de potássio (60% de K₂O). Na fase de formação da cultura, utilizou-se 65 g de N por planta e nas fases de floração e frutificação foram aplicados 160 g de N por planta. Na dose de 100% de potássio foram aplicados 65 g de K₂O por planta na fase vegetativa e na fase de floração e frutificação 280 g de K₂O por planta.

A aplicação de micronutrientes foi realizada quinzenalmente aplicando-se um composto de Dripsol micro (Mg²⁺ = 1,1%; Boro = 0,85%; Cobre (Cu-EDTA) = 0,5%; Ferro (Fe-EDTA) = 3,4%; Manganês (Mn-EDTA) = 3,2%; Molibdênio = 0,05%; Zinco = 4,2%) na concentração de 1 g L⁻¹, via pulverização foliar nas faces adaxial e abaxial.

O espaçamento utilizado foi de 3 m entre fileiras e 3 m entre plantas, utilizando-se o sistema de espaldeira vertical com arame liso n° 14. Para a condução da planta até a espaldeira foi utilizado fio de barbante. Quando as plantas atingiram 10 cm acima da espaldeira foi efetuada a poda da gema apical, visando à emissão dos ramos secundários, onde foram conduzidos um para cada lado até o comprimento de 1,10 m. Após os ramos secundários atingirem tal comprimento, foi efetuada uma nova poda da gema apical destes, visando à emissão dos ramos terciários, os quais foram conduzidos até 30 cm do solo formando uma cortina. Ao longo da condução do experimento foi realizado à eliminação de gavinhas e de ramos ladrões, visando favorecer o desenvolvimento da cultura.

A água de irrigação do tratamento de menor nível de condutividade elétrica (1,3 dS m⁻¹) foi proveniente de um poço artesiano situado na área experimental; a água no nível de CEa de 4,0 dS m⁻¹ foi preparado dissolvendo NaCl sem iodo na água de poço (CEa de 1,3 dS m⁻¹). No preparo da água de irrigação do maior nível de salinidade, foi considerada a relação entre CEa e concentração de sais (RICHARDS, 1954): $C \text{ (mmolc L}^{-1}\text{)} = 10 \times \text{CEa (dS m}^{-1}\text{)}$.

O sistema de irrigação adotado foi o localizada por gotejamento, utilizando-se tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade, de 16 mm nas linhas laterais com gotejadores de vazão 10 L h⁻¹. Em cada planta foram instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule. As plantas foram irrigadas diariamente, às 07:00 horas da manhã, com fornecimento de água, conforme estratégia adotada, sendo a lâmina estimada com base na evapotranspiração da cultura, de acordo com (BERNARDO et al., 2013), determinada pela obtida pela Eq. 1:

$$ETc = ET_o \times Kc \tag{1}$$

Em que: E_{Tc} - evapotranspiração da cultura, mm dia⁻¹; E_{To} - evapotranspiração de referência de Penman-Monteith, mm d⁻¹; e K_c - coeficiente de cultivo, adimensional.

A evapotranspiração de referência (E_{To}) foi determinada diariamente a partir de dados climáticos coletados na Estação Meteorológica de São Gonçalo, localizada no município de Sousa – PB, sendo os dados utilizados para determinação a E_{To} pelo método de Penman-Monteith. Utilizou-se o coeficiente de cultivo de 0,4 (de 50-113 DAT), 0,8 (de 114-198 DAT) e 1,2 (de 199-253 DAT), de acordo com Nunes et al. (2017).

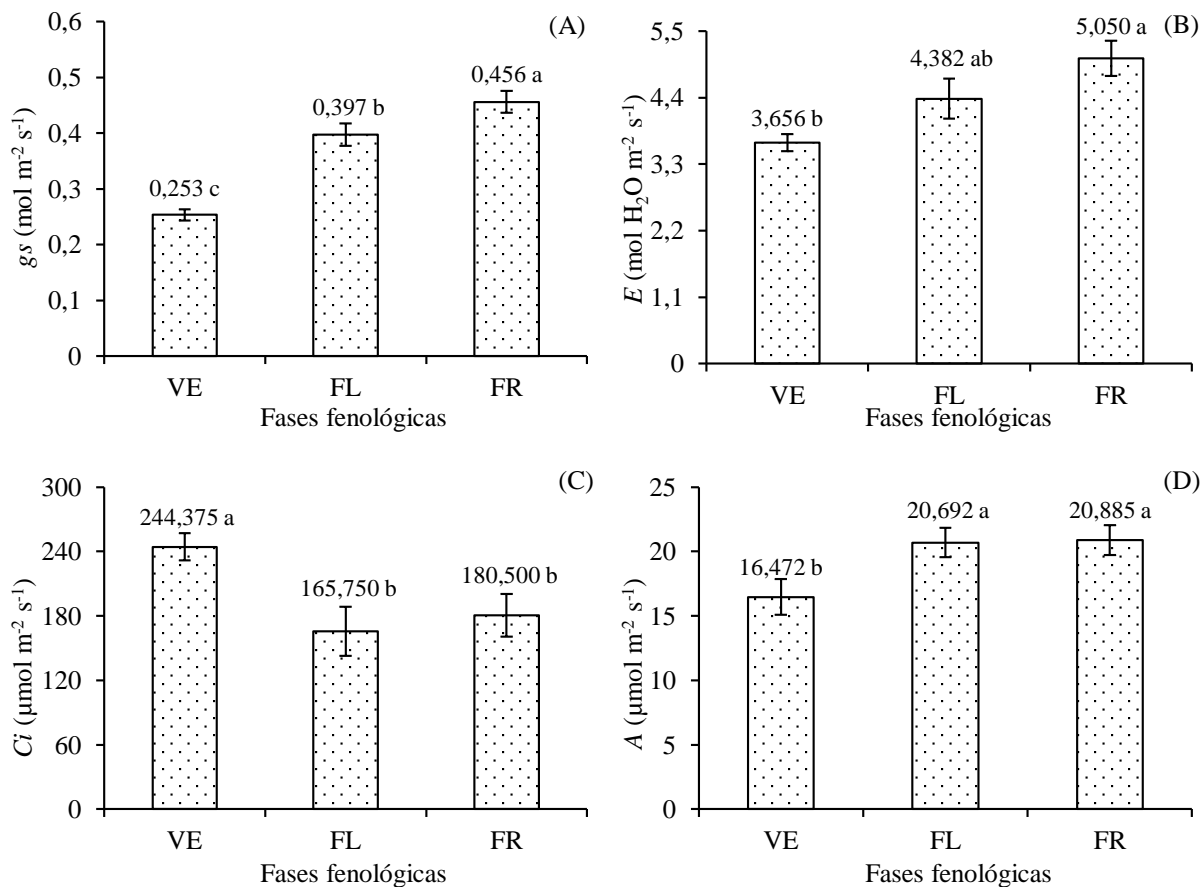
Avaliaram-se aos 200 dias após o transplântio (DAT), as trocas gasosas através da condutância estomática - g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de transpiração - E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 - A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a concentração intercelular de CO_2 - C_i ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na terceira folha contada a partir do ápice dos ramos frutíferos, usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda. Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’ após teste de normalidade e homogeneidade dos dados. Nos casos de significância, usou-se o teste Tukey ($p < 0,05$) para as estratégias de irrigação com águas salinas e teste de F ($p < 0,05$) para as doses de potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutância estomática (Figura 1A) das plantas de maracujazeiro-azedo irrigadas com água de elevada na fase de frutificação foi superior estatisticamente em relação as que receberam o estresse salino na fase vegetativa ou floração. Destaca-se que o uso de água com CEa de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na fase vegetativa resultou em menor g_s . O fechamento estomático é consequência da restrição do excesso de sais na solução do solo que diminui o potencial osmótico e dificulta a absorção de água pela planta. A redução na condutância estomática limita a entrada de CO_2 no mesófilo foliar, diminuindo sua concentração interna e influência na sua assimilação (LIMA et al., 2020). De forma semelhante ao observado para g_s (Figura 1A), as plantas cultivadas com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na fase de floração e frutificação obtiveram os maiores valores ($4,382$ e $5,050 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de transpiração foliar (Figura 1B). A redução na transpiração é um reflexo do fechamento estomático.

Diferentemente do observado para g_s e E (Figura 1A e 1B), as plantas sob irrigação com água de elevada salinidade na fase se destacaram com a maior concentração intercelular de CO_2 ($244,37 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) em relação às submetidas ao estresse salino nas fases de floração e de frutificação. Ao comparar as plantas que receberam CEa de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ nas fases de floração de

frutificação, verifica-se ausência de efeito significativo entre si. A redução na concentração intercelular de CO_2 nas fases FL e FR está em consonância com o aumento na taxa de assimilação de CO_2 (Figura 1D), ou seja, o CO_2 que adentrou ao mesófilo foliar foi assimilado pela ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Barras na vertical representam o erro padrão da média ($n=4$); VE - irrigação com água de elevada salinidade na fase vegetativa (50-113 DAT); FL = floração (114-198 DAT); FR = frutificação (199-253 DAT).

Figura 1. Condutância estomática – g_s (A), transpiração – E (B), concentração intercelular de CO_2 – C_i (C) e taxa de assimilação de CO_2 – A (D) do maracujazeiro-azedo 'BRS GA1' em função das estratégias de irrigação com águas salinas e adubação potássica.

CONCLUSÕES

A irrigação com água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ na fase vegetativa diminui a condutância estomática, a transpiração e a taxa de assimilação de CO_2 e aumenta a concentração intercelular de CO_2 das plantas de maracujazeiro-azedo. As doses de potássio não influenciam nas trocas gasosas do maracujazeiro-azedo, aos 200 dias após o transplantio.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de auxílio financeiro (Proc. CNPq 429732/2018-0) e bolsa de produtividade em pesquisa (Proc. CNPq 309127/2018-1) ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa: Ed. UFV. 2013. 625p.
- COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. de M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. de. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56p. Incaper. Documentos, 162.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- 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; 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.
- MEDEIROS, W. J. F. de; OLIVEIRA, F. I. F. de; CAVALCANTE, L. F.; COSTA, L. C. da; ROCHA, R. H. C.; SILVA, A. R. Qualidade química em frutos de maracujazeiro amarelo cultivado em solo com biofertilizantes bovino. **Magistra**, v. 26, n. 2, p. 156-168, 2014.
- NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; SOUZA, J. T. A.; ALMEIDA, D. J. de; ORESCA, D.; FERNANDES, P. D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 2, p. 168-183, 2017.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S. Department of Agriculture. 1954. 160 p.

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, n. 4, p. 1092-1101, 2020.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (org.) **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.