

TROCAS GASOSAS DO MARACUJAZEIRO-AZEDO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Francisco Jean da Silva Paiva¹, Geovani Soares de Lima², Vera Lucia Antunes de Lima³,
Jailton Garcia Ramos⁴, Airton Gonçalves de Oliveira⁵, Thiago Galvão Sobrinho⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar as trocas gasosas do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado irrigado com águas de distintas naturezas catiônicas. O estudo foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande, PB. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos oito diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação (S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca⁺²; S₄ - Mg⁺²; S₅ - Na⁺ + Ca⁺²; S₆ - Na⁺ + Mg⁺²; S₇ - Ca⁺² + Mg⁺² e S₈ - Na⁺ + Ca⁺² + Mg⁺²) com três repetições. A transpiração, concentração interna de CO₂ e a condutância estomática do maracujazeiro-azedo foram afetadas pelo incremento da salinidade, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação. Águas salinizadas com Mg²⁺ e pela mistura de Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ promoveram maiores reduções na taxa de assimilação de CO₂ das plantas de maracujazeiro-azedo, aos 120 dias após o transplântio.

PALAVRAS-CHAVE: fruticultura, *Passiflora edulis*, estresse salino

GASEOUS EXCHANGES OF PASSION FRUIT AS A FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF THE IRRIGATION WATER

ABSTRACT: The objective was to evaluate the gas exchange passion fruit-sour cv. BRS Rubi do Cerrado irrigated with waters of different cationic natures. The study was conducted in a greenhouse in Campina Grande, PB. A randomized block design was used, with eight different cationic types of irrigation water treatments (S₁ - Control; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca⁺²; S₄ - Mg⁺²; S₅ - Na⁺ + Ca⁺²; S₆ - Na⁺ + Mg⁺²; S₇ - Ca⁺² + Mg⁺² and S₈ - Na⁺ + Ca⁺² + Mg⁺²) with three replications. Sweating, internal CO₂ concentration and stomatal conductance of passion fruit were affected by the increase in salinity, regardless of the cationic nature of irrigation

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. Fone: (83) 99694-2079. E-mail: je.an_93@hotmail.com

² Professor Doutor, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: geovanisoareslima@gmail.com

³ Professora Doutora, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: vera.lucia@professor.ufcg.edu.br

⁴ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: jailtonbiosistemas@gmail.com

⁵ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: airtonifce@yahoo.com.br

⁶ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: tgs_galvao@hotmail.com

water. Saline water with Mg^{+2} and the mixture of $Na^{+} + Ca^{+2} + Mg^{+2}$ promoted greater reductions in the CO_2 assimilation rate of passion fruit plants, 120 days after transplanting.

KEYWORDS: fruit growing, *Passiflora edulis*, saline stress

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) tem ganhado destaque entre os produtores de frutas no Brasil, principalmente na região Nordeste, responsável por mais de 60% de toda a produção nacional (IBGE, 2019).

Contudo, esta região em sua grande parte tem como clima o semiárido, cujas características climáticas como a alta taxa de evapotranspiração anual, a baixa pluviosidade distribuída de maneira irregular no espaço e no tempo, a má drenagem agrícola e o cultivo inadequado do solo, contribuem para que as águas utilizadas nos cultivos agrícolas contenham elevadas concentrações de sais, predominantemente os cátions Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+2} , K^{+} e os ânions Cl^{-} , SO_4^{-2} , HCO_3^{-} e CO_3^{-2} (MUNNS & GILLIHAM, 2015; BEZERRA et al., 2019; LIMA et al., 2019; RIBEIRO et al., 2009).

Com isto, se faz necessário a realização de novas pesquisas que investiguem a salinidade da água a partir dos diferentes cátions presentes na água de irrigação sobre a cultura do maracujazeiro-azedo. Ante o exposto, objetivou-se avaliar as trocas gasosas do maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado submetido a diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *campus* de Campina Grande-PB. As mudas foram formadas em sacos de polietileno com capacidade volumétrica de 1.472 mL, preenchidos com substrato composto pela mistura de solo, areia lavada, e húmos de minhoca, na proporção de 84, 15 e 1%, respectivamente.

Após o semeio as irrigações foram realizadas diariamente com água de baixa salinidade ($CEa = 0,4 \text{ dS m}^{-1}$). O transplântio foi realizado quando as mudas atingiram 50 cm de altura e iniciaram a emissão de gavinhas (aos 45 dias após o semeio - DAS). As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical, fazendo-se uso de arame liso de aço galvanizado nº 12, disposta a 1,7 m de altura da superfície do solo do lisímetro.

A aplicação dos tratamentos iniciou-se quando a haste principal das plantas atingiu a altura da espaladeira. Os tratamentos foram constituídos de oito combinações de água de irrigação de diferentes naturezas catiônicas: S₁ - Testemunha; S₂ - Na⁺; S₃ - Ca²⁺; S₄ - Mg²⁺; S₅ - Na⁺ + Ca²⁺; S₆ - Na⁺ + Mg²⁺; S₇ - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S₈ - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. As plantas do tratamento testemunha (S₁) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,4 dS m⁻¹, já os demais tratamentos (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈) utilizou-se CEa de 3,5 dS m⁻¹. Os tratamentos Na⁺ + Ca²⁺; Na⁺ + Mg²⁺ e Ca²⁺ + Mg²⁺ foram preparados de modo a se ter uma proporção equivalente de 1:1 e o tratamento Na⁺:Ca²⁺:Mg²⁺, a proporção 7:2:1, respectivamente. A proporção 7:2:1 foi utilizada por ser a proporção melhor condizente com a concentração dos cátions presentes nas águas de mananciais da região semiárida referente a sódio, cálcio e magnésio, respectivamente (MEDEIROS, 1992).

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, composto por oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. As plantas foram conduzidas em lisímetros de drenagem espaçados 1,5 m entre fileiras e 3 m entre plantas. O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 0-30 cm (horizonte A) com classificação franco-argilo-arenosa, proveniente do município de Alagoa Nova, PB, o qual apresentava os seguintes atributos físico-hídricos e químicos: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Al³⁺ + H⁺ = 1,67; 1,56; 0,04; 79,30; 7,21 cmol_c kg⁻¹, respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,3; CEes = 0,41 dS m⁻¹; matéria orgânica = 2,863 dag Kg⁻¹; areia, silte e argila = 68,8, 9,6 e 21,6 dag Kg⁻¹, respectivamente; densidade do solo (kg dm⁻³) = 1,16.

As águas de irrigação foram obtidas a partir da dissolução dos cloretos de sódio (NaCl), cálcio (CaCl₂.2H₂O), e magnésio (MgCl₂.6H₂O) conforme os tratamentos pré-estabelecidos, tomando-se como base a condutividade elétrica da água adquirida da rede de abastecimento de Campina Grande, PB, conforme descrito na equação de Richards (1954). Em cada irrigação, foi aplicado o volume de água determinado para atender à necessidade hídrica das plantas, mediante balanço de água na zona radicular, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o drenado, calculados semanalmente. Com a finalidade de se evitar o acúmulo de sais na zona radicular das plantas, semanalmente aplicou-se uma fração de lixiviação de 0,15 (AYERS & WESTCOT, 1999), sendo quantificado o volume drenado e a aferição da condutividade elétrica da água drenada, e estas características foram utilizadas nos cálculos para determinação da fração de lixiviação.

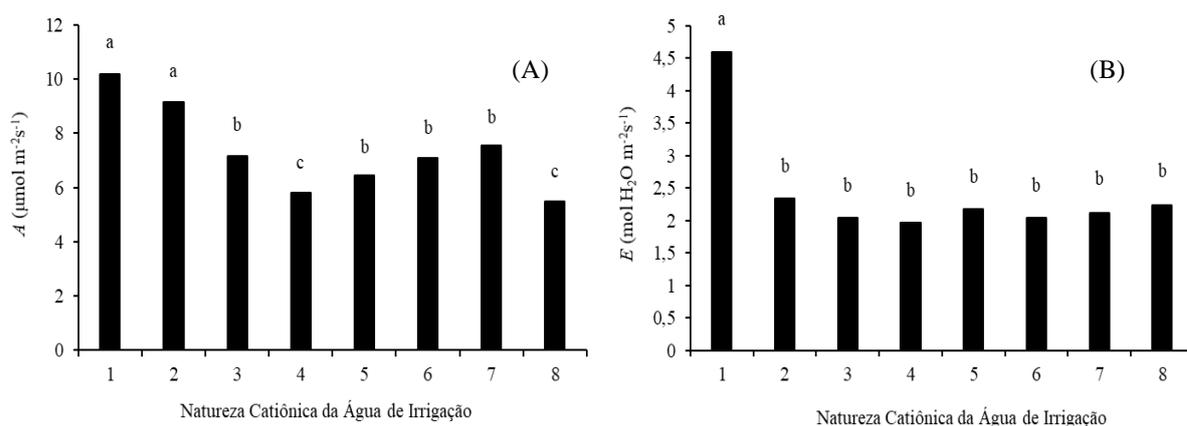
A adubação de fundação foi realizada conforme São José et al. (2000), e a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, de acordo com recomendações propostas por Costa et al. (2008). Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a cultura do

maracujazeiro-azedo foram mensurados aos 120 dias após o transplântio (DAT), através da avaliação da taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), da transpiração (E) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-1} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO₂ (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e da condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-1} \text{s}^{-1}$), determinadas na terceira folha contada a partir do ápice, usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese (IRGA) denominado “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’; quando significativo, realizaram-se o teste de comparação de médias (Skott-Knott $p \leq 0,05$) e os contrastes entre as médias dos tratamentos utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL. Os contrastes ortogonais foram definidos da seguinte forma: \hat{y}_1 (S_1 vs S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8); \hat{y}_2 (S_2 vs S_3); \hat{y}_3 (S_2 vs S_4); \hat{y}_4 (S_3 vs S_5); \hat{y}_5 (S_5 vs S_6 ; S_7 ; S_8); \hat{y}_6 (S_4 vs S_5) e \hat{y}_7 (S_2 vs S_7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, através do teste de comparação de médias referente à taxa de assimilação de CO₂ (A) (Figura 1A) que as plantas cultivadas com água de baixa salinidade (S_1) e as irrigadas com água de composição sódica (S_2) obtiveram os maiores valores (10,20 e 9,14 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (S_3 , S_4 , S_5 , S_6 , S_7 e S_8). Os menores valores de A (5,81 e 5,49 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foram obtidos quando as plantas de maracujazeiro foram irrigadas com água salinizada por Mg^{2+} (S_4) e pela mistura de $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S_8), respectivamente.

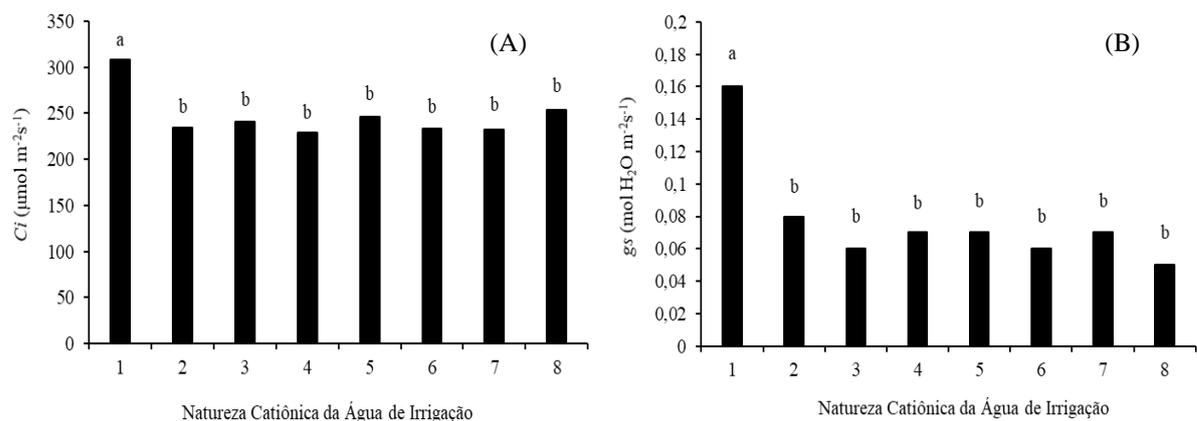


1 - Testemunha; 2 - Na^+ ; 3 - Ca^{2+} ; 4 - Mg^{2+} ; 5 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; 6 - $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$; 7 - $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e 8 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Barras representam erro padrão da média ($n = 3$). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Taxa de assimilação de CO₂ - A (A) e transpiração - E (B) das plantas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 120 dias após o transplântio.

Para a E (Figura 1B), verifica-se que as plantas sob o menor nível salino (S_1) obtiveram o maior valor médio, correspondente a $4,6 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, diferindo estatisticamente de todas as que foram submetidas as diferentes naturezas catiônicas ($S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$ e S_8).

Para a concentração interna de CO_2 (C_i) (Figura 2A), verifica-se comportamento semelhante ao obtido na transpiração, em que as plantas irrigadas com o tratamento de menor nível salino ($0,4 \text{ ds m}^{-1}$) obtiveram os maiores valores ($308,33 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), diferindo-se de forma significativa em relação aos demais tratamentos.



1 - Testemunha; 2 - Na^+ ; 3 - Ca^{2+} ; 4 - Mg^{2+} ; 5 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; 6 - $\text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$; 7 - $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e 8 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$. Barras representam erro padrão da média ($n = 3$). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Concentração interna de CO_2 – C_i (A) e condutância estomática – g_s (B) das plantas de maracujazeiro-azedo cv. ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 120 dias após o transplantio.

A condutância estomática (g_s) manteve a tendência observada para C_i e E , em que as plantas irrigadas com o tratamento controle apresentaram os maiores valores ($0,16 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), sendo superior estatisticamente aos demais tratamentos.

Através do resumo da análise de variância dos contrastes de médias (Tabela 1), para a A verifica-se efeito significativo quando se testaram todos os contrastes de médias ($\hat{y}_1; \hat{y}_2; \hat{y}_3; \hat{y}_4; \hat{y}_5; \hat{y}_6$ e \hat{y}_7), havendo com isto, incrementos e reduções na A das plantas submetidas as distintas naturezas catiônicas da água de irrigação. Para as variáveis de C_i , g_s e E observa-se que houve efeito significativo apenas para o contraste \hat{y}_1 para ambas as variáveis, em que houve incremento de $69,79 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0,098$ e $2,46 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente, nas plantas que receberam o tratamento controle (S_1), em relação as demais composições catiônicas da água de irrigação ($S_2; S_3; S_4; S_5; S_6; S_7$ e S_8).

Tabela 1: Estimativa de média referente à taxa de assimilação de CO_2 (A), concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s) e transpiração (E) das plantas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 120 dias após o transplantio (DAT).

Contrastes [#]	Estimativa de Média			
	A ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	C_i ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	E ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
\hat{y}_1	2.72**	69.76**	0.098**	2.46**
\hat{y}_2	1.99**	ns	ns	ns

\hat{y}_3	3.34**	ns	ns	ns
\hat{y}_4	-2.94**	ns	ns	ns
\hat{y}_5	3.38**	ns	ns	ns
\hat{y}_6	-4.29**	ns	ns	ns
\hat{y}_7	1.58*	ns	ns	ns

[#] \hat{y}_1 (S₁ vs S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇; S₈); \hat{y}_2 (S₂ vs S₃); \hat{y}_3 (S₂ vs S₄); \hat{y}_4 (S₃ vs S₅); \hat{y}_5 (S₅ vs S₆; S₇; S₈); \hat{y}_6 (S₄ vs S₅) e \hat{y}_7 (S₂ vs S₇); *, **: significativo a 5 e 1%, respectivamente; (ns) não significativo.

CONCLUSÕES

Com exceção da taxa de assimilação de CO₂, as trocas gasosas do maracujazeiro-azedo são afetadas pelo incremento da salinidade, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação aos 120 dias após o transplantio.

A taxa de assimilação de CO₂ das plantas de maracujazeiro-azedo reduz quando se utiliza águas salinizadas com Mg²⁺ e pela mistura de Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade de água na agricultura**. Campina Grande, PB, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.153p. (Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 29), 1999.

BEZERRA, M. A. F.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, F. T. C.; SILVA, A. R.; OLIVEIRA, F. F.; MEDEIROS, S. A. S. Saline water, pit coating and calcium fertilization on chlorophyll, fluorescence, gas exchange and production in passion fruit. **Journal of Agricultural Science**. n. 11, p. 319-329, 2019.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 56 p. (Incaper. Documentos, 162), 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. **Produção Agrícola Municipal em 2018**.

LIMA, L. K. S.; JESUS, O. N.; SOARES, T. L.; SANTOS, I. S.; OLIVEIRA, E. J.; COELHO FILHO, M. A. Crescimento, respostas fisiológicas, anatômicas e nutricionais de duas espécies fenotipicamente distintas de maracujá (*Passiflora* L.) e seu híbrido em condições salinas. **Scientia Horticulturae**, 109037, 2019.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 173f. Dissertação de

Mestrado - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, Brasil. 1992. Recuperado de <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2896>

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops - what is the cost? **New Phytol.** n. 208, p. 668–673, 2015.

RIBEIRO, M. R.; BARROS, M. F. C.; FREIRE, M. B. G. S. QUÍMICA DOS SOLOS SALINOS E SÓDICOS. IN: MELO, V. F.; ALLEONI, L. R. (ed). In: **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. v. 2., cap. 19, p. 449- 484, 2009.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Department of Agriculture, Washington, USA. 160p, 1954.

SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; PIERES, M. M.; ANGEL, D. N.; SOUSA, I. V. B.; BONFIM, M. P. **Maracujá**: Práticas de cultivo e comercialização. UESB, Vitória da Conquista, Brasil. 79p. 2000.