

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA 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, Kheila Gomes Nunes⁵, Paloma Moreira dos Anjos⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar a eficiência fotossintética do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' em função da natureza catiônica da água de irrigação. O estudo foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande, PB, no delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos constituídos de 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 eficiência fotossintética do maracujazeiro-azedo é afetada pelo incremento da salinidade, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: escassez hídrica, *Passiflora edulis Sims*, salinidade da água

PHOTOSYNTHETIC EFFICIENCY OF PASSION FRUIT IN AZEDO AS A FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF IRRIGATION WATER

ABSTRACT: The objective was to evaluate the photosynthetic efficiency of passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado' in function of the cationic nature of irrigation water. The study was conducted in a greenhouse in Campina Grande, PB, in a randomized block design, with treatments consisting of eight different cationic types of irrigation water (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. The photosynthetic efficiency of passion fruit is affected by the increase in salinity, regardless of the cationic nature of irrigation water.

KEYWORDS: water scarcity, *Passiflora edulis Sims*, water salinity

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 Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: kheilagomesnunes@gmail.com

⁶ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: paloma.sje@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se como o maior produtor mundial de maracujá (*Passiflora edulis Sims*) desta produção, mais de 95% dos plantios comerciais do país são estabelecidos com o maracujazeiro-azedo, sendo cultivado principalmente por pequenos e médios produtores rurais, devido ao valor dos frutos comercializados (MEDEIROS et al., 2016; SANTOS et al., 2017).

A principal região produtora é o Nordeste, contudo, problemas como a elevada salinidade dos solos e dos mananciais, e o uso de águas superficiais e subterrâneas que apresentam elevada salinidade, com valores superiores a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, tem comprometido a produção do maracujazeiro (CAVALCANTE et al., 2009; BEZERRA et al., 2016).

Além disso, a composição química possui variação em função da época do ano e material de origem. Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência fotossintética do maracujazeiro-azedo 'BRS Rubi do Cerrado' submetidos a diferentes naturezas catiônicas da água de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, PB. 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 $0,4 \text{ dS m}^{-1}$, já os demais tratamentos (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈) utilizou-se CEa de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. 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 adotada com base em Medeiros (1992).

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, composto por oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais. 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. 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).

Após o transplântio, todos os lisímetros foram irrigados com água de baixa salinidade ($0,4 \text{ dS m}^{-1}$) até o início da aplicação dos tratamentos de forma a manter o solo com umidade ao nível correspondente à capacidade de campo. As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical, construída 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 espaldeira. As plantas foram conduzidas em lisímetros de drenagem, com capacidade volumétrica de 250 L, espaçados 1,5 m entre fileiras e 3 m entre plantas, preenchidos com 240 kg de solo.

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, com atributos físico-hídricos e químicos obtidos conforme metodologia proposta por Donagema et al. (2011): Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+ = 1,67$; $1,56$; $0,04$; $79,30$; $7,21 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, respectivamente; pH (água 1:2,5) = $5,3$; $\text{CEes} = 0,41 \text{ dS m}^{-1}$; matéria orgânica = $2,863 \text{ dag Kg}^{-1}$; areia, silte e argila = $68,8$, $9,6$ e $21,6 \text{ dag Kg}^{-1}$, 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 ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), e magnésio ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) conforme os tratamentos pré-estabelecidos, tomando-se como base a condutividade elétrica da água adquirida da rede de abastecimento da cidade de Campina Grande - PB, conforme descrito na equação de Richards (1954) levando em consideração a relação entre a CEa (condutividade elétrica da água de abastecimento) e a concentração de sais ($10 \cdot \text{mmol}_c \text{ L}^{-1} = 1 \text{ dS m}^{-1}$). As irrigações foram realizadas diariamente, aplicando-se o volume de água de forma a manter a umidade do solo próximo à sua capacidade máxima de retenção de água no solo.

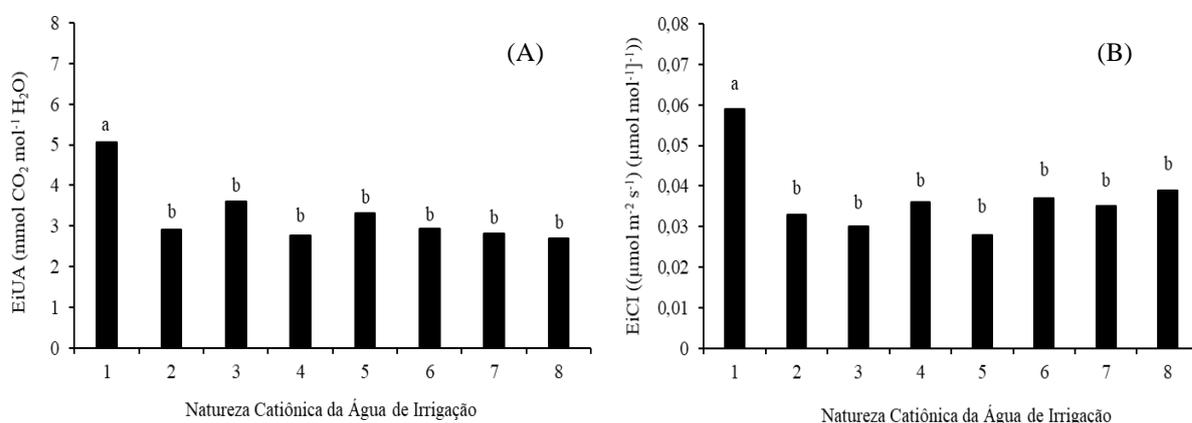
A adubação de fundação foi realizada conforme São José et al. (2000), e a adubação com nitrogênio e potássio foi realizada mensalmente, de acordo com recomendações propostas por Costa et al. (2008). Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a cultura do maracujazeiro-azedo foram mensurados aos 120 e aos 180 DAT, através da avaliação da eficiência instantânea no uso de água (EiUA) e da eficiência instantânea de carboxilação (EiCI) determinadas na terceira folha contada a partir do ápice do ramo terciário, usando-se o equipamento portátil de medição de fotossíntese (IRGA) denominado "LCPro+".

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

Observa-se através do teste de comparação de média para a eficiência instantânea no uso de água (Figura 1A), aos 120 DAT, efeito significativo, onde plantas irrigadas com o tratamento controle (S_1) difeririam estatisticamente de todos demais tratamentos, sendo obtidos valores médios de $5,05 \text{ mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$.



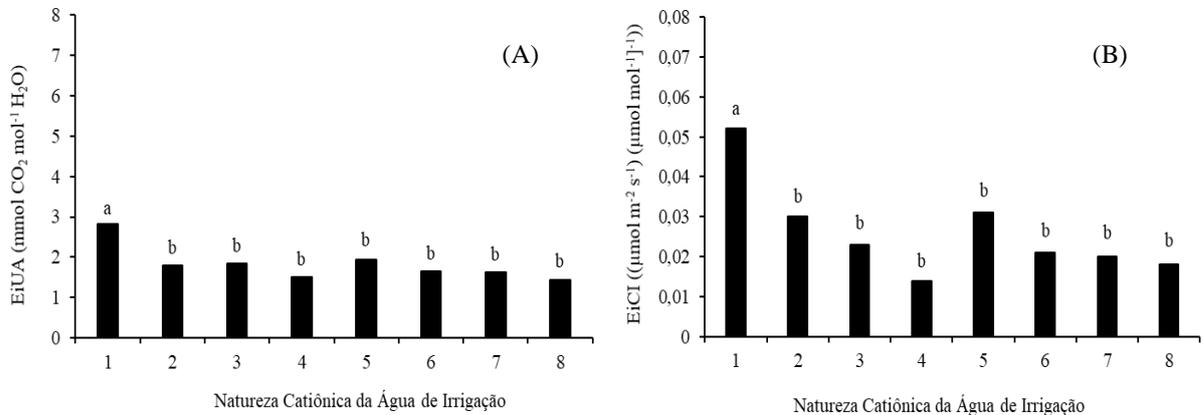
1 - Testemunha; 2 - Na⁺; 3 - Ca²⁺; 4 - Mg²⁺; 5 - Na⁺ + Ca²⁺; 6 - Na⁺ + Mg²⁺; 7 - Ca²⁺ + Mg²⁺ e 8 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. Barras representam erro padrão da média (n = 3). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Eficiência instantânea no uso de água - EiUA (A) e eficiência instantânea de carboxilação - EiCI (B) de plantas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 120 dias após o transplantio.

Comportamento semelhante também foi observado para a eficiência instantânea de carboxilação (Figura 1B), onde as plantas cultivadas sob baixa salinidade (S_1) apresentaram o maior valor ($0,059 \text{ ((}\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) \text{ (}\mu\text{mol mol}^{-1}\text{)]}^{-1}$)), diferindo-se significativamente das demais composições catiônicas da água. Não houve diferença significativa dentre as distintas naturezas catiônicas da água para a EiUA e a EiCI nas plantas de maracujazeiro-azedo, aos 120 DAT.

A eficiência instantânea no uso de água (Figura 2A) foi influenciada significativamente, em que as plantas irrigadas com o tratamento controle (S_1) obtiveram os maiores valores de EiUA ($2,82 \text{ mmol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$) diferindo-se das demais composições catiônicas da água. Aos 180 DAT, a eficiência instantânea de carboxilação (Figura 2B), das plantas cultivadas sob baixa salinidade (S_1) apresentaram os maiores valores ($0,052 \text{ ((}\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) \text{ (}\mu\text{mol mol}^{-1}\text{)]}^{-1}$)), diferindo de forma significativa de todos os demais tratamentos. O excesso de sais presentes na água de irrigação pode promover alterações fisiológicas nas plantas, através do fechamento estomático, reduzindo a transpiração e também o suprimento de CO_2 para as

folhas (AMORIM et al., 2010). As maiores eficiências intrínsecas no uso da água garantem maiores absorções de CO₂ com mínimas perdas de água (TAIZ et al., 2017).



1 - Testemunha; 2 - Na⁺; 3 - Ca²⁺; 4 - Mg²⁺; 5 - Na⁺ + Ca²⁺; 6 - Na⁺ + Mg²⁺; 7 - Ca²⁺ + Mg²⁺ e 8 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺. Barras representam erro padrão da média (n = 3). As médias seguidas por letras iguais não diferem pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05).

Figura 2. Eficiência instantânea no uso de água - EiUA (A) e eficiência instantânea de carboxilação - EiCI (B) de plantas de maracujazeiro-azedo cv. 'BRS Rubi do Cerrado' em função da natureza catiônica da água de irrigação, aos 180 dias após o transplantio.

Observa-se através do resumo da análise de variância dos contrastes de médias (Tabela 1) que para a EiUA aos 120 DAT, houve efeito significativo apenas para o contraste \hat{y}_1 , havendo incremento de 5,05 mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O nas plantas submetidas ao S₁ em relação a todos os demais tratamentos (S₂; S₃; S₄; S₅; S₆; S₇ e S₈). Para o EiCI aos 120 DAT, observa-se haver efeito significativo para os contrastes \hat{y}_1 e \hat{y}_5 , em que, no \hat{y}_1 houve incremento de 0,025 ((μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹ J⁻¹)), e no \hat{y}_5 redução de 0,008 ((μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹ J⁻¹)). Para o EiUA aos 180 DAT também houve significância apenas para o \hat{y}_1 , em que houve incremento de 1,13 mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O nas plantas submetidas ao S₁. Para o EiCI aos 180 DAT, houve efeito significativo para os contrastes \hat{y}_1 e \hat{y}_6 , havendo incremento de 0,029 ((μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹ J⁻¹)) nas plantas submetidas ao S₁ em relação às demais e redução de 0,016 ((μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹ J⁻¹)) nas plantas que receberam o S₄ em relação as que receberam o S₅.

Tabela 1. Eficiência instantânea no uso de água - EiUA (A) e eficiência instantânea de carboxilação - EiCI das plantas de maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 120 e aos 180 dias após o transplantio (DAT).

Contrastes [#]	Estimativa de Média			
	EiUA	EiCI	EiAU	EiCI
	120 DAT		180 DAT	
\hat{y}_1	2,04**	0,025**	1,13**	0,029**
\hat{y}_2	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_3	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_4	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_5	ns	-0,008*	ns	ns
\hat{y}_6	ns	ns	ns	-0,016*
\hat{y}_7	ns	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.

CONCLUSÃO

A eficiência fotossintética do maracujazeiro-azedo é afetada pelo incremento da salinidade, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. F.; GOMES FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T.; LACERDA, C. F. de. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 1, p. 113-121, 2010.

BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, M. J.; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 502-508, 2016.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, G. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, T. J.; ALVES, J. C.; COSTA, A. P. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, p. 414-420. 2009.

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.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Brasil: EMBRAPA Solos. 230 p, 2011.

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>

MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; BEZERRA, F. T. C.; PRAZERES, S. S. Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, v. 21, n. 4, p. 779-795, 2016.

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

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 33-40, 2017.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.