

TEOR DE ÁGUA E DANO CELULAR DO MARACUJAZEIRO-AZEDO EM FUNÇÃO DA NATUREZA CATIÔNICA DA ÁGUA

Francisco Jean da Silva Paiva¹, Geovani Soares de Lima², Vera Lucia Antunes de Lima³,
Jailton Garcia Ramos⁴, Paloma Moreira dos Anjos⁵, Mailson Gonçalves Gregório⁶

RESUMO: Objetivou-se avaliar o teor relativo de água e o dano celular do maracujazeiro-azedo em função da natureza catiônica da água de irrigação. O estudo foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande, PB. Utilizou-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. Sob salinidade da água de 3,5 dS m⁻¹, houve redução no teor relativo de água dos tecidos foliares do maracujazeiro-azedo. Houve aumento no dano celular quando se utilizou água de maior salinidade, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis*, irrigação, salinidade

WATER CONTENT AND CELL DAMAGE OF THE PASSION FRUIT AS A FUNCTION OF THE CATIONIC NATURE OF THE WATER

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the relative water content and cellular damage of passion fruit in function of the cationic nature of irrigation water. The study was conducted in a greenhouse in Campina Grande, PB. A randomized block design was used, with the treatments being eight different cationic natures of the 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. Under water salinity of 3.5 dS m⁻¹, there was a reduction in the relative water content of leaf tissues of passion fruit. There was an

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: geovaniisoareslima@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: jailtonbiossistemas@gmail.com

⁵ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: paloma.sje@hotmail.com

⁶ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: gregoriomailson@gmail.com

increase in cell damage when water with higher salinity was used, regardless of the cationic nature of the irrigation water.

KEYWORDS: *Passiflora edulis*, irrigation, salinity

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) possui grande importância econômica no cenário nacional, destacando-se dentre os estados do Nordeste como os principais produtores: a Bahia, o Ceará e o Rio Grande do Norte (IBGE, 2019). Contudo, nesta região, os altos teores de sais no solo e na água de irrigação é um dos principais entraves para a expansão da agricultura irrigada (NOBRE et al., 2013).

Segundo Silva Júnior et al. (1999), na composição química das águas da região semiárida do Brasil há predominância, sobretudo nas áreas do cristalino, de águas cloretadas e sódicas com baixas concentrações de sulfato e concentrações variáveis de cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos. Assim, objetivou-se avaliar o teor relativo de água e dano celular do maracujazeiro-azedo em função da natureza catiônica 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. 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 o nível da espaldeira.

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 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).

Adotou-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 em 1,5 m entre fileiras e 3 m entre plantas. O solo utilizado foi coletado a uma profundidade de 0-30 cm (horizonte A), classificado como franco-argilo-arenosa, e possui 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 da cidade de Campina Grande, PB, conforme descrito na equação de Richards (1954).

Em cada evento de irrigação, foi aplicado o volume de água determinado mediante o balanço de água na zona radicular, obtido pela diferença entre o volume aplicado e o drenado, calculado 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).

Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a cultura do maracujazeiro foram mensurados aos 120 e aos 180 dias após o transplântio (DAT), através da avaliação do teor relativo de água, realizado de acordo com a metodologia de Weatherley (1950). Foram retiradas cinco amostras de discos foliares com área conhecida. Em seguida os discos foram pesados em balança analítica de precisão (0,0001 g) para a determinação do peso fresco (PF). Após pesagem os discos foram acondicionados em béqueres, imersos em 10 mL de água destilada. Passadas 24 horas, retirou-se o excesso de água dos discos e procedeu-se a pesagem novamente para a determinação do peso túrgido (PT) e em seguida, os discos foram colocados em estufa com circulação forçada de ar, e após 3 dias, realizou-se a pesagem novamente, obtendo assim o peso seco dos disco (PS). Os dados obtidos foram aplicados para determinação do teor relativo de água através da fórmula: TRA= [(PF-PS/PT-PS)] x 100.

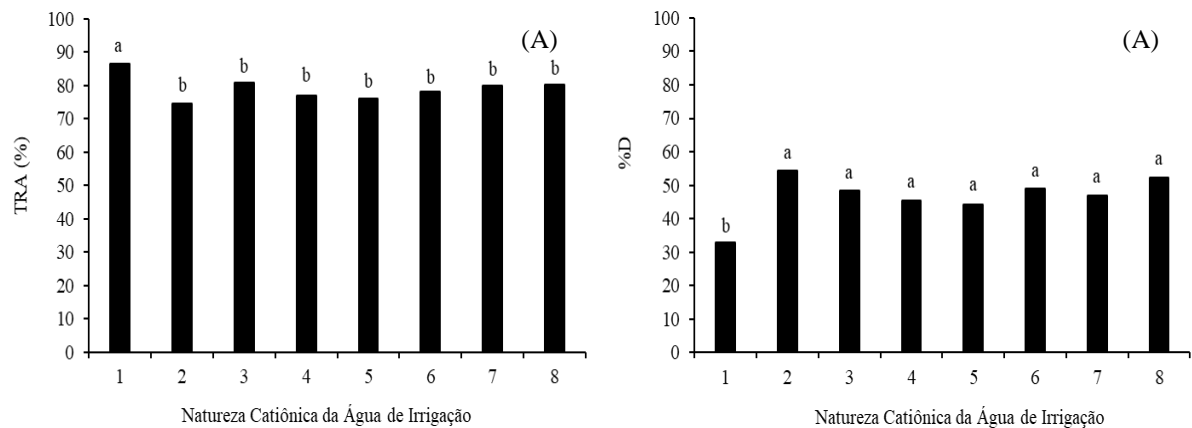
O percentual de dano na membrana celular (%D) foi obtido de acordo com metodologia proposta por Scotti-Campos et al. (2013). Foram coletadas dez amostras foliares com área conhecida e após limpeza superficial os discos foram acondicionados em béqueres contendo 50 mL de água destilada e cobertos com papel alumínio em temperatura ambiente. Após 90 minutos foi medido com auxílio de condutímetro de bancada a condutividade elétrica inicial (X_i), logo em seguida os béqueres foram levados para uma estufa à temperatura de 80 °C durante o tempo de 90 minutos, em seguida determinou-se a condutividade elétrica final (X_f). O dado celular foi calculado através da fórmula: $\%D = [(X_i/X_f) \times 100]$.

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

Através do teste de comparação de média, observa-se para o teor relativo de água - TRA (Figura 1A), aos 120 DAT, efeito significativo, onde plantas irrigadas com água de baixa salinidade (S_1) difeririam estatisticamente dos demais tratamentos (S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8), tendo obtido valor de 86,55% no teor relativo de água. A redução no teor relativo de água em função do aumento da condutividade elétrica da água observado neste trabalho pode estar relacionada ao efeito dos sais através da redução do potencial osmótico do solo o que dificultou a absorção de água pelas plantas e conseqüentemente o teor de água presente nas células.

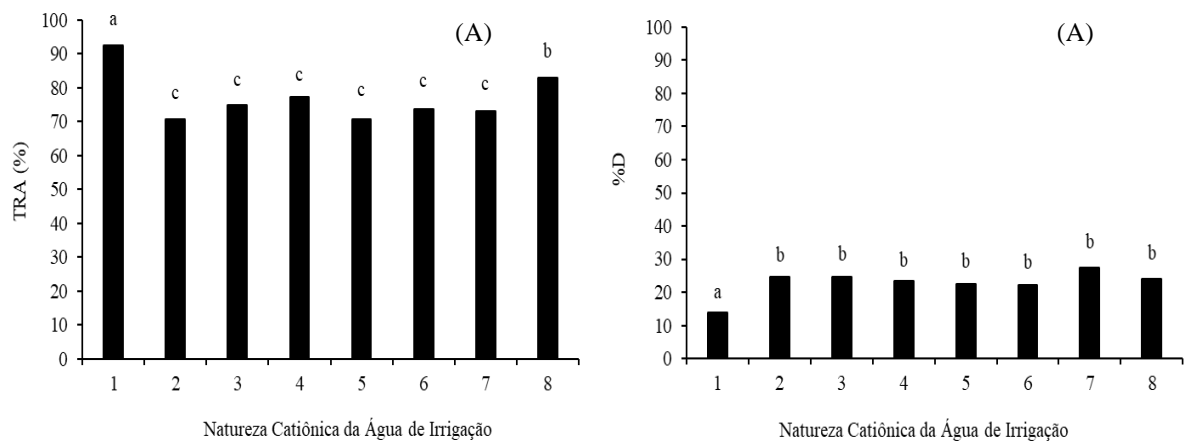
Já para o percentual de dano celular (Figura 1B), as plantas cultivadas sob baixa salinidade (S_1) apresentaram menor valor (32,87%), diferindo-se de forma significativa em relação aos demais tratamentos. Possivelmente, as plantas submetidas aos tratamentos S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8 obtiveram maiores valores de porcentagem de dano celular devido a condição de estresse promovida pelo aumento na condutividade elétrica da água de irrigação ($CEa = 3,5$ ds m^{-1}). Não houve diferença significativa dentre as distintas naturezas catiônicas da água para o TRA e o EE aos 120 DAT.



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. Teor relativo de água – TRA (A) e percentual de dano celular – %D (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 transplântio.

Para o TRA aos 180 DAT (Figura 2A) observa-se efeito significativo, onde as plantas irrigadas com água de baixa salinidade obtiveram o maior valor médio (92,37%), sendo estatisticamente superior a todos os demais tratamentos. Dentre as distintas naturezas catiônicas, houve efeito significativo, destacando-se os menores valores (70,63; 74,94; 77,17; 70,77; 73,66; 73 e 15%), ao se utilizar água dos tratamentos S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 e S_7 com valores de 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 2. Teor relativo de água – TRA (A) e percentual de dano celular – %D (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 transplântio.

Para o %D aos 180 DAT (Figura 2B), observa-se comportamento semelhante ao ocorrido aos 120 DAT, em que as plantas do tratamento controle (S_1) obtiveram o menor valor (13,87%), diferindo-se de todos os outros tratamentos testados (S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 ; S_8).

Através do resumo da análise de variância dos contrastes de médias (Tabela 1) observa-se para o TRA aos 120 DAT, que houve efeito significativo para o contraste \hat{y}_1 , havendo incremento de 8,38% nas plantas submetidas ao S_1 em relação aos demais tratamentos (S_2 ; S_3 ; S_4 ; S_5 ; S_6 ; S_7 e S_8). Constata-se efeito significativo para o contraste \hat{y}_2 , sendo a redução de 6,18% nas plantas que receberam o tratamento S_2 em relação as que foram submetidas ao tratamento S_3 .

Para o %D, avaliado aos 120 DAT, observa-se haver efeito diferença significativa para os contrastes \hat{y}_1 , \hat{y}_3 e \hat{y}_7 , em que, no \hat{y}_1 houve diminuição de 15,81%, no \hat{y}_3 aumento de 8,79 e para o \hat{y}_7 , aumento de 7,53% no %D. Para o TRA, aos 180 DAT, houve significância apenas para o \hat{y}_1 , com incremento de 17,62 % nas plantas submetidas ao S_1 . Da mesma forma, também se observou efeito significativo no \hat{y}_1 para o %D aos 180 DAT, havendo redução de 10,25% nas plantas que receberam o S_1 em comparação a todos os demais tratamentos.

Tabela 1: Estimativa de média referente ao teor relativo de água (TRA%) e percentual de dano celular (%D) 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 transplântio (DAT).

Contrastes [#]	Estimativa de Média			
	TRA (%) 120 DAT	%D 120 DAT	TRA (%) 180 DAT	%D 180 DAT
\hat{y}_1	8,38**	-15,81**	17,62**	-10,25**
\hat{y}_2	-6,18*	ns	ns	ns
\hat{y}_3	ns	8,79*	ns	ns
\hat{y}_4	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_5	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_6	ns	ns	ns	ns
\hat{y}_7	ns	7,33*	ns	ns

[#] \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); *, **: significativo a 5 e 1%, respectivamente; (ns) não significativo.

CONCLUSÕES

O aumento da salinidade da água ocasiona redução no teor relativo de água das folhas do maracujazeiro-azedo, aos 120 e aos 180 dias após o transplântio, independentemente da natureza catiônica da água de irrigação.

O maior dano na membrana celular é obtido nas plantas irrigadas com água de maior salinidade, aos 120 e 180 dias após o transplântio.

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.

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

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>

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; LOURENÇO, G. S.; SOARES, L. A. dos A. Emergência, crescimento e produção da mamoneira sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 76-85, 2013.

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

SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, ANH-THU; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, n. 12, p. 1002-1013, 2013.

SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 11-17, 1999.

WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I - The field easurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v. 49, n. 1, p. 81-97, 1950.