

ÍNDICES FISIOLÓGICOS E CRESCIMENTO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE DE MANIPUEIRA

Jailton Garcia Ramos¹, Vera Lucia Antunes de Lima², Thaimara Ramos Angelino de Souza³, André Alisson Rodrigues da Silva⁴, Maria Sallydelândia Sobral de Farias⁵, Giovanna Ellen Soares Correia⁶

RESUMO: O uso de águas salinas pode ser viabilizado pelo manejo adequado da adubação orgânica. Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito da aplicação de doses de biofertilizante de manipueira como fonte de potássio na mitigação dos efeitos do estresse salino sobre a fisiologia e crescimento do maracujazeiro-azedo. A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, no delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEA (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m⁻¹) considerados as parcelas e quatro doses de manipueira – DM% (50, 75, 100 e 125% da recomendação de potássio), as subparcelas, com três repetições. O conteúdo relativo de água nas folhas, a porcentagem de extravasamento de eletrólitos e o crescimento em diâmetro de caule do maracujazeiro-azedo foram afetados negativamente pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação acima de 0,9 dS m⁻¹. No entanto, a aplicação da dose de 75% de manipueira como fonte de potássio amenizou os efeitos do estresse salino sobre conteúdo relativo de água e reduziu a porcentagem de extravasamentos de eletrólitos. Além disso, a dose de 75% de manipueira aumentou o crescimento em diâmetro de caule das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino, adubação orgânica, maracujá.

¹ Pesquisador, CNPq/UFCG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PPGEA, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 99660-4418, e-mail: jailtonbiosistemas@gmail.com

² Profa. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

³ Mestranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

⁴ Pesquisador, CNPq/UFCG, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

⁵ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEA, UFCG, Campina Grande, PB

⁶ Graduanda em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

PHYSIOLOGICAL INDICES AND GROWTH OF SOUR PASSION FRUIT UNDER SALINE STRESS AND APPLICATION OF MANIPUEIRA BIOFERTILIZER

ABSTRACT: The use of saline water can be made possible by the proper management of organic fertilization. In this sense, the objective of the present study was to evaluate the effect of applying doses of manipueira biofertilizer as a source of potassium in mitigating the effects of salt stress on the physiology and growth of passion fruit. The research was conducted in a greenhouse, in a completely randomized design in a split-plot scheme, with five levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.9, 1.8, 2.7, 3.6 and 4.5 dS m⁻¹) considered as plots and four doses of cassava – DM% (50, 75, 100 and 125% of the potassium recommendation), as subplots, with three replications. The relative water content in the leaves, the percentage of electrolyte leakage and the stem growth of the passion fruit plant are accommodated by increasing the electrical conductivity of the irrigation water above 0.9 dS m⁻¹. However, the application of a 75% dose of cassava as a source of potassium attenuated the effects of saline stress on the relative water content and revealed the percentage of electrolyte leakage. Furthermore, a dose of 75% manipueira increased the growth in stem diameter of the plants.

KEYWORDS: Salt stress, organic fertilization, passion fruit.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro é uma frutífera pertencente à família Passifloraceae, apreciada e cultivada nas mais diversas regiões do Brasil. É uma fruteira que possui versatilidade de usos, podendo ser consumida ‘in natura’ ou processada, na indústria de cosméticos, na medicina tradicional por ser rica em vitaminas A e C, ácido fólico e nutrientes como cálcio, ferro e potássio (CORRÊA et al., 2016).

A região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta distribuição irregular das precipitações, alta evaporação, que intensifica os eventos de escassez hídrica e salinização (DHARPURE et al., 2020). O excesso de sais presentes nas fontes de águas provoca redução do potencial osmótico na solução do solo e restringe a absorção de água e nutrientes pelas plantas, levando a um desequilíbrio nutricional, além de ocasionar toxicidade de íons específicos, interferindo nos processos fisiológicos, que reduz o crescimento e desenvolvimento das plantas (AHMADI & SOURI, 2020).

Várias alternativas têm sido avaliadas com o objetivo de possibilitar o uso de águas salinas na agricultura irrigada, dentre estas, podemos destacar o manejo adequado da adubação orgânica. A manipueira é um resíduo líquido, com elevado teor de matéria orgânica e rico em nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, podendo ser utilizado como fertilizante orgânico (DANTAS et al., 2015).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar o efeito da aplicação de doses de biofertilizante de manipueira como fonte de potássio na mitigação dos efeitos do estresse salino sobre a fisiologia e crescimento do maracujazeiro-azedo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de outubro de 2022 e fevereiro de 2023 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEEA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

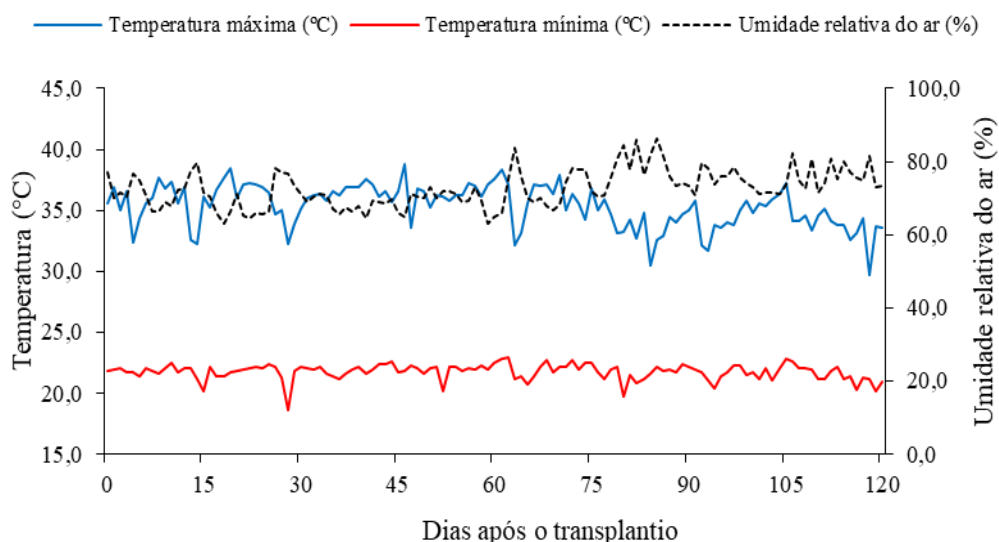


Figura 1. Temperatura máxima, média e mínima e, umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

A pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEA (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m^{-1}) considerados as parcelas e quatro doses de manipueira – DM%

(50, 75, 100 e 125% da recomendação de potássio), as subparcelas, com três repetições e uma planta por parcela.

As mudas foram propagadas de forma sexuada e o período de formação foi de 70 dias. Após esse período foi realizado o transplântio para vasos plásticos. Para condução do experimento foram usados vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 200 L, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 230 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico (Entisol), coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Riachão do Bacamarte - PB, cujas as características físico-químicas foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017): Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , $\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$ trocáveis = 2,60; 3,66; 0,16; 0,22 e 1,93 cmolc kg^{-1} , respectivamente; pH (água: solo, 1:2,5) = 5,9; CEes = 1,0 dS m^{-1} ; matéria orgânica = 1,36 dag kg^{-1} ; P = 6,80 mg kg^{-1} ; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 g kg^{-1} , respectivamente; densidade aparente = 1,39 kg dm^{-3} ; umidade a 33,42 e 1519,5 kPa = 11,98 e 4,32 dag kg^{-1} , respectivamente.

As águas de irrigação com diferentes níveis de condutividade elétrica foram preparadas dissolvendo-se os sais de NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m^{-1}). No preparo das águas de irrigação, foi considerada a relação entre CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954).

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio serão baseadas na metodologia proposta por Costa & Silva (2008) para a cultura do maracujazeiro. O volume de manípueira foi aplicado de acordo com análise da concentração de potássio (1,41 g por litro), a ureia foi aplicada como fonte de nitrogênio e o superfosfato simples como fonte de fósforo.

Aos 80 e 120 dias após o transplântio (DAT) das mudas foi avaliado o crescimento do maracujazeiro por meio do diâmetro de caule (mm), medido as 2 cm do colo da planta, aos 120 DAT também foram avaliados o conteúdo relativo de água nas folhas (CRA) e a porcentagem de extravasamento de eletrólitos (% EE).

Os dados coletados, foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade. Subsequente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão linear e quadrática, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019). A escolha do modelo foi feita pela significância dos coeficientes. Em caso de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software SigmaPlot v.12.5 para a elaboração das superfícies de resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre a condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de manípueira (CEa × DM) influenciou de forma significativa ($p \leq 0,05$) o conteúdo relativo de água (CRA) e a porcentagem de extravasamento de eletrólitos (% EE) do maracujazeiro. Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as doses de manípueira, analisados de forma isolada, afetaram significativamente ($p \leq 0,01$) todas as variáveis analisadas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao conteúdo relativo de água (CRA), porcentagem de extravasamento de eletrólitos (% EE), diâmetro de caule aos 80 dias após o transplântio (DC80) e aos 120 dias (DC120) do maracujazeiro irrigado com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dose de manípueira.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Cl a	Cl b	DC80	DC120
Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	4	44389,01**	193,63**	47935,32**	10180,70**
Regressão linear	1	111232,02**	0,02 ^{ns}	111127,92**	39361,72**
Regressão quadrática	1	50303,21*	455,63**	60334,53 ^{ns}	911,03*
Resíduo 1	8	261,13	30,96	268,01	8,99
Doses de manípueira (DM)	3	41761,57**	585,72**	52157,39**	219,34**
Regressão linear	1	49982,61*	879,35*	64115,42*	244,05*
Regressão quadrática	1	44164,92**	426,02**	53266,31**	399,22**
Interação (CEa × DM)	12	808,29*	21,69*	699,31 ^{ns}	10,11 ^{ns}
Resíduo 2	32	726,65	49,52	897,97	7,44
CV 1 (%)		3,71	5,98	3,10	1,79
CV 2 (%)		6,19	7,56	5,67	1,63

ns, *, ** respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV: Coeficiente de variação, GL: Grau de liberdade.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente o conteúdo relativo de água (Figura 2A) e a porcentagem de extravasamento de eletrólitos (Figura 2B) do maracujazeiro azedo. Entretanto, é possível observar que a aplicação da dose de 75% do biofertilizante de manípueira como fonte de potássio foi capaz de reduzir os efeitos do estresse salino sobre essas variáveis, obtendo o maior valor de CRA (82,55%) nas plantas irrigadas com CEa de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$, correspondendo aumento de 11,33% (9,01) em relação as plantas irrigadas com o mesmo nível salino ($0,9 \text{ dS m}^{-1}$) e submetida a adubação com 125% de manípueira. Além disso, também foi verificada redução na porcentagem de eletrólitos, com menor valor de % EE (11,47) registrado nas plantas irrigadas com CEa de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$. Verifica-se ainda, que aplicação de 125% da dose manípueira intensificou os efeitos do estresse salino, registrando o menor valor de CRA (63,95%) e maior valor de % EE (25,74) nas plantas irrigadas com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$.

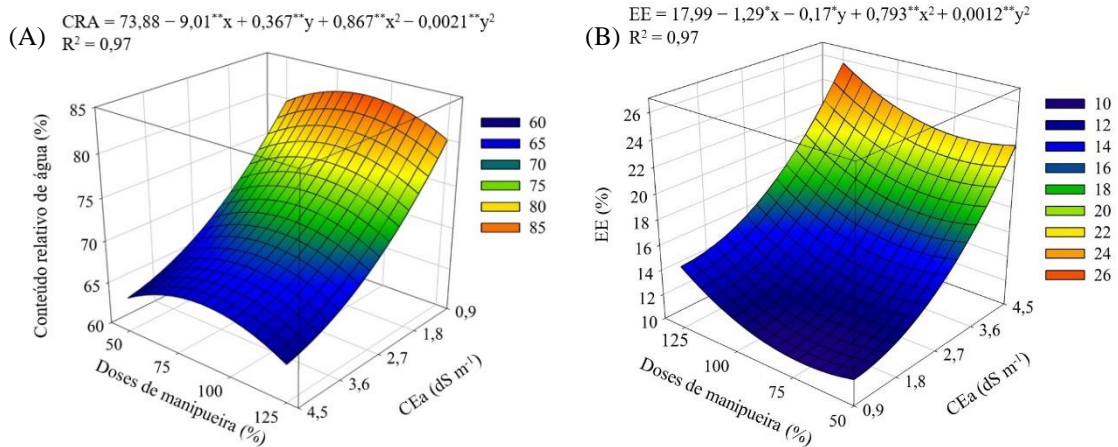


Figura 2. Superfície de resposta para conteúdo relativo de água nas folhas – CRA (A) e porcentagem de extravasamento de eletrólitos – % EE (B) do maracujazeiro azedo em função da interação da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e das doses de manipueira (DM%), aos 120 dias após o transplântio. X e Y – CEa e doses de manipueira, respectivamente; * e ** Significativo em $p \leq 0,05$ e $\leq 0,01$, respectivamente.

A ocorrência dessa redução no CRA é oriunda da perda de turgescência dos tecidos vegetais, uma vez que a salinidade promove o estresse osmótico, o que dificulta a absorção e translocação de água do solo para a planta, afetando o crescimento e o metabolismo vegetal (SKIDER et al., 2020). Além disso, a toxicidade iônica, desencadeia o desbalanceamento nutricional, podendo resultar em deficiência de Ca^{+} , afetando a formação da parede celular, resultando no aumento de extravasamento de eletrólitos, com forme observado no presente estudo.

A salinidade da água de irrigação afetou negativamente o diâmetro de caule do maracujazeiro-azedo aos 80 e 120 dias após o transplântio (Figura 3A), com reduções de 6,29% (80 DAT) e 9,28% (120 DAT), por incremento unitário da CEa. Ao comparar o diâmetro de caule das plantas cultivadas com CEa de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ em relação as submetidas a CEa de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$, nota-se redução de 23,98% (2,71 mm) e 36,48% (5,25 mm) aos 80 e 120 DAT, respectivamente.

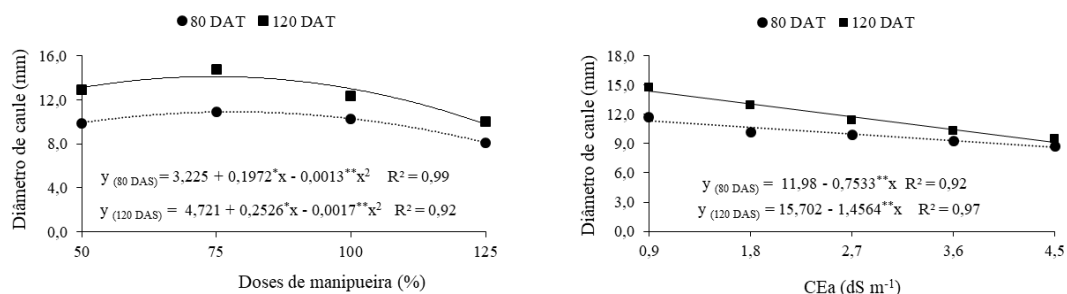


Figura 3. Diâmetro de caule aos 80 e 120 dias após o transplântio, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (A) e em função das doses de manipueira (B).

Apesar das reduções observadas sobre o crescimento em diâmetro de caule sob estresse salino, os resultados obtidos nesse estudo, revelam que o diâmetro de caule foi beneficiado pela

aplicação da dose de 75% do biofertilizante de manipueira como fonte de potássio (Figura 3B), tanto aos 80 DAT como aos 120 DAT, obtendo os valores de 10,70 mm aos 80 DAT e 15,79 mm aos 120 DAT, demonstrando o efeito benéfico da aplicação de manipueira como fonte de potássio em doses adequadas.

CONCLUSÕES

O conteúdo relativo de água nas folhas, a porcentagem de extravasamento de eletrólitos e o crescimento em diâmetro de caule do maracujazeiro-azedo são afetados negativamente pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação acima de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$. No entanto, a aplicação da dose de 75% de manipueira como fonte de potássio ameniza os efeitos do estresse salino sobre conteúdo relativo de água e reduz a porcentagem de extravasamentos de eletrólitos. Além disso, a dose de 75% de manipueira aumenta o crescimento em diâmetro de caule das plantas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela concessão de bolsa de PDJ ao primeiro autor e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/UFCG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADI, M.; SOURI, M. K. Growth characteristics and fruit quality of chili pepper under higher electrical conductivity of nutrient solution induced by various salts. **Agrivita Journal of Agricultural Science**, v. 42, p. 143-152, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17503/agrivita.v42i1.2225>>.

CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. M.; HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R. The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit).

Trends in Food Science & Technology, v. 58, p. 79-95, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.006>>.

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

DANTAS, M. S.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. D. S.; PEDROSA, E. M.; TABOSA, J. N.; DANTAS, D. D. C. Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 350-357, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p350-357>>.

DHARPURE, J. K; GOSWAMI, A; PATEL, A; KULKARNI, A. V; MELOTH, T. Drought characterization using the Combined Terrestrial Evapotranspiration Index over the Indus, Ganga and Brahmaputra River basins. **Geocarto International**, v. 37, p. 1-25, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10106049.2020.1756462>>.

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. Disponível em: <<https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>>.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Brazilian Production of Passion Fruit**; IBGE: Rio de Janeiro, Brazil, 2021.

MEDEIROS, J. F. DE. **Qualidade de água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados de RN, PB e CE**. (Dissertação Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 173p. 1992.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, p. 189-253, 1991.

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

SKIDER, R. K.; WANG, X.; ZHANG, H.; GUI, H.; DONG, Q.; JIN, D.; SONG, M. Nitrogen enhances salt tolerance by modulating the antioxidant defense system and osmoregulation substance content in *Gossypium hirsutum*. **Plants**, v. 9, e450, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/plants9040450>>.

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