

IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALOBRAS E DOSES DE MANIPUEIRA NO CULTIVO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO

Thaimara Ramos Angelino de Souza¹, Maria Viviane Palmeira da Costa², Thaís Aparecida Rocha da Costa³, Vera Lucia Antunes de Lima⁴, Maria Sallydelândia de Farias Araújo⁴, Geovani Soares de Lima⁵

RESUMO: O maracujazeiro-azedo se destaca entre as fruteiras de maior importância econômica e social no semiárido do Nordeste brasileiro. Apesar de ser uma cultura adaptada às condições edafoclimáticas da região do semiárido brasileiro, a salinidade do solo e da água que acometem nessa região são um fator limitante para a expansão do seu cultivo. Assim, estratégias que minimizem os efeitos deletérios do estresse salino são de extrema importância, como o uso de biofertilizante a base de manipueira. Assim, objetivou-se avaliar o efeito das doses de biofertilizante de manipueira na mitigação do estresse salino nos atributos pós-colheita do maracujazeiro cv. BRS Sol do Cerrado. A pesquisa foi desenvolvida sob condições de casa de vegetação pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande – PB. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizados, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pelos cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8; 2,7; e 3,6 dS m⁻¹) e as subparcelas de quatro doses de potássio (25; 50; 75% e 100%) em função da concentração do elemento no biofertilizante de manipueira) com três repetições. O aumento das doses de manipueira elevou o peso dos frutos e o rendimento de polpa, sendo recomendado a dose de manipueira de 75%. Doses de manipueira de 75% resultaram em frutos de maracujá com casca mais espessa.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse salino, água residual, adubação orgânica.

¹ Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB. e-mail: thai.angelino79@hotmail.com.

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

⁵ Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Pombal, PB.

IRRIGATION WITH BRAZILIAN WATER AND DOSES OF MANIPUEIRA IN THE CULTIVATION OF SOUR PASSION FRUIT

ABSTRACT: Passion fruit stands out among the most economically and socially important fruit trees in the semiarid region of Northeast Brazil. Although it is a crop adapted to the edaphoclimatic conditions of the Brazilian semiarid region, the soil and water salinity that affect this region are a limiting factor for its expansion. Therefore, strategies that minimize the deleterious effects of salt stress are extremely important, such as the use of cassava-based biofertilizer. Thus, the objective was to evaluate the effect of cassava biofertilizer doses in mitigating salt stress on the postharvest attributes of passion fruit cv. BRS Sol do Cerrado. The research was conducted under greenhouse conditions at the Agricultural Engineering Academic Unit of the Federal University of Campina Grande in Campina Grande, Paraíba. A completely randomized experimental design was used, with a split-plot arrangement. The plots consisted of five levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.9; 1.8; 2.7; and 3.6 dS m⁻¹) and subplots of four potassium doses (25; 50; 75% and 100% according to the concentration of the element in the cassava biofertilizer) with three replicates. Increasing the cassava doses increased fruit weight and pulp yield, with a cassava dose of 75% being recommended. Cassava doses of 75% resulted in passion fruit with thicker skin.

KEYWORDS: Saline stress, wastewater, organic fertilization.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera tropical de grande importância econômica para o Brasil, sendo amplamente utilizada na produção de sucos, néctares e outras bebidas industrializadas. Além da polpa, que é o principal produto comercial, da casca, gera-se a farinha, que é rica em fibra e pectina para consumo humano, podendo ser usada no controle de glicemia e colesterol, na formulação de doces, geleias e como fonte de pectina para uso na indústria de alimentos (Faleiro; Junqueira, 2016).

O cultivo do maracujazeiro-azedo em regiões semiáridas enfrenta limitações em decorrência das altas concentrações de sais dissolvidos nas fontes hídricas e afeta o desenvolvimento das plantas e a qualidade dos frutos, principalmente por provocar estresse osmótico e desequilíbrios nutricionais (Santos et al., 2016). Para mitigar os efeitos deletérios da salinidade, estratégias vêm sendo adotadas, como o uso de biofertilizantes orgânicos em

diferentes culturas (Silva et al., 2018; Silva et al., 2008; Mesquita et al., 2012). Nesse contexto, surge a necessidade de avaliar práticas que conciliem sustentabilidade e eficiência produtiva. Assim, o uso de águas residuárias, como a manipueira, tem sido investigado por seu potencial agrônomo e por contribuir para o aproveitamento de resíduos e redução de impactos ambientais (Costa et al., 2020; Araújo et al., 2019; Ramos et al., 2018), embora seus efeitos sob condições de estresse salino ainda careçam de estudos mais aprofundados.

A manipueira é um resíduo líquido resultante do processamento da mandioca (*Manihot esculenta*), e se destaca como uma fonte de potássio e outros nutrientes para o manejo de adubação das plantas rica em matéria orgânica, potássio, contribuindo como biofertilizante na melhoria da fertilidade do solo e no crescimento de diversas culturas, inclusive sob condições de estresse (Souza et al., 2021).

Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da adubação com manipueira no cultivo de maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com águas salinas numa região semiárida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de outubro de 2022 a dezembro de 2023, sendo o segundo ciclo consecutivo do maracujazeiro, em casa de vegetação da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba. A pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8; 2,7 e 3,6 dS m⁻¹) e quatro doses de manipueira – DM% (25, 50, 75% e 100%) da recomendação de potássio), as subparcelas, com três repetições.

As mudas foram propagadas de forma sexuada e o período de formação foi de 70 dias. Após esse período foi realizado o transplante para vasos plásticos adaptados com lisímetros de drenagem com capacidade de 200 L, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 250 kg de solo classificado como Neossolo Regolítico (Entisol), coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Lagoa Seca – PB, cuja as características físico-químicas foram determinadas de acordo com Teixeira et al., (2017): Potencial de hidrogênio (1: 2,5 solo / água) = 7,64, matéria orgânica = 0,84 dag kg⁻¹, P = 0,01 mg/10g, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺ + H⁺ equivalente a 0,60; 0,10, 6,91; 3,65 e 0,00 cmolc kg⁻¹, Fração granulométrica: areia, silte,

argila = 60,66; 28,17; 11,17%, respectivamente, Teor de umidade (dag kg^{-1}) na capacidade de campo (33,44 kPa) e em murcha permanente (1519,9 kPa) = 17,14; 7,36, 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 ($\text{CEa} = 0,38 \text{ dS m}^{-1}$). Essa proporção de sais é comumente encontrada em fontes de águas para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (Medeiros et al., 1992). 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 foram baseadas na recomendação de Costa et al., (2008) para o cultivo maracujazeiro-azedo. A dose de potássio foi aplicada considerando-se os teores de K_2O obtidos na análise química do biofertilizante (1,41 g por litro), a ureia foi aplicada como fonte de nitrogênio e o superfosfato simples como fonte de fósforo. Os frutos maduros (com casca amarela) foram colhidos no período de 380 a 410 DAT. Logo após, foram avaliados a peso do fruto (PF, g por fruto), peso da casca (PC, g por fruto), rendimento de polpa (RP) e espessura da casca (EC).

Os dados coletados, foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk). Subsequente foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de condutividade elétrica da água e doses de manipueira utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.7 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso de frutos (PF), o rendimento de polpa (RP) e espessura da casca (EC) foram influenciados de forma significativa ($p \leq 0,01$) pelas doses de biofertilizante de manipueira, com exceção do peso da casca (PC). Já os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e a interação entre os fatores (CEa \times DM) não afetaram de forma significativa ($p > 0,05$) nenhuma das variáveis mensuradas do maracujazeiro-azedo, aos 410 dias após a transplântio (DAT).

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao peso de frutos (PF), peso da casca (PC), rendimento de polpa (RP) e espessura da casca (EC) da polpa do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e submetido a doses de manipueira, aos 410 dias após o transplantio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		PF	PC	RP	EC
Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	4	5782,9198 ^{ns}	882,227321 ^{ns}	630,623259 ^{ns}	0,402901 ^{ns}
Regressão linear	1	270,41623 ^{ns}	0,163187 ^{ns}	1773,369384 ^{ns}	0,508405 ^{ns}
Regressão quadrática	1	374,41209 ^{ns}	2579,3275 ^{ns}	23,535987 ^{ns}	0,004091 ^{ns}
Resíduo 1	8	52,6711	703,007335	93,777207	0,257948
Doses de manipueira (DM)	3	2965,3642 ^{**}	265,776024 ^{ns}	1212,2763 ^{**}	1,890412 ^{**}
Regressão linear	1	6775,7490 ^{**}	242,144135 ^{ns}	1678,7144 ^{**}	1,386547 ^{**}
Regressão quadrática	1	2021,2540 ^{**}	200,629969 ^{ns}	1792,9039 ^{**}	3,106103 ^{**}
Interação (CEa × DM)	12	5401,3813 ^{ns}	1035,697555 ^{ns}	1271,8324 ^{ns}	0,457122 ^{ns}
Resíduo 2	30	161,7350	461,942073	167,127052	0,347401
CV 1 (%)		3,68	28,09	9,90	12,41
CV 2 (%)		6,45	22,77	13,22	14,41

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

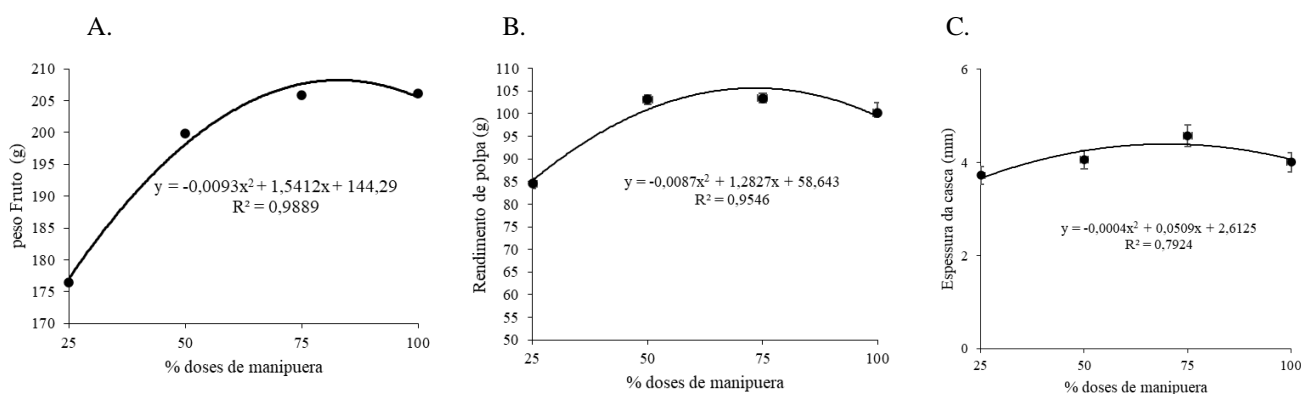


Figura 1. peso do fruto - PF (A), rendimento de polpa - RP (B) e espessura da casca (C) da polpa do maracujazeiro-azedo, em função das doses de biofertilizante de manipueira, aos 410 dias após o transplantio.

Para o peso do fruto (Figura 1A) verifica-se que a adubação com manipueira na dose estimada de 75% proporcionou o valor máximo estimado (207,57 g por planta). Por outro lado, o valor mínimo estimado (177 g por planta) foi obtido com adubação de 25% de manipueira, compatível com as exigências tanto para o consumo in natura quanto para a industrialização da polpa. O rendimento de polpa dos frutos de maracujazeiro-azedo foi significativamente influenciado pelas doses crescentes de manipueira (Figura 1B), cujo valor máximo (105,91 g) foi alcançado nas plantas cultivadas sob dose de 75% de manipueira. Contudo, aplicação de doses de 25% da manipueira resultaram no valor mínimo de (85,27 g).

A espessura da casca é um parâmetro importante na avaliação pós-colheita, pois quanto maior for esse valor, tende a ser menor o rendimento de polpa, conforme observado por Vianna-Silva et al. (2010). A espessura da casca dos frutos de maracujazeiro-azedo foi significativamente influenciada pelas doses de manipueira (Figura 1C), cujo maior valor (4,15

mm), foi alcançado nas plantas que receberam doses de manipueira de 75%. Entretanto, o fornecimento de manipueira e dose de 25% resulta em menor espessura de casca nos frutos de maracujazeiro-azedo (3,63 mm). Esse resultado é comparável ao estudo de Souza et al. (2025) que avaliando o peso médio de frutos de maracujazeiro-azedo produzidos sob adubação potássica com biofertilizante de manipueira também demonstrou uma redução significativa na espessura da casca.

De acordo com Freire et al. (2014), frutos voltados para a indústria devem apresentar casca fina e cavidade interna completamente preenchida, favorecendo um maior rendimento de suco. Esse comportamento indica que doses moderadas de manipueira podem estimular o crescimento de tecidos estruturais do fruto, possivelmente por efeito nutricional ou pela mitigação parcial de estresses ambientais. No entanto, doses elevadas podem ter causado efeitos osmóticos ou toxidez, reduzindo o acúmulo de biomassa na casca. De acordo com Lúcio et al. (2013), o aumento na espessura da casca esteve associado à redução no rendimento de suco, um aspecto relevante tanto para o consumo in natura quanto para a indústria de processamento.

A dose de 75 % pode estar relacionada ao aporte de potássio e outros nutrientes essenciais presentes na manipueira, os quais contribuem para a regulação osmótica, a translocação de fotoassimilados e a expansão celular. O fornecimento adequado de K às plantas durante condições de estresse pode reduzir a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) e melhorar o estado fisiológico da planta. Além disso, o potássio desempenha papel fundamental nos sistemas de sinalização celular, auxiliando na defesa contra diferentes estresses por meio da ativação dos mecanismos antioxidantes (HASANUZZAMAN et al., 2018).

AGRADECIMENTOS

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

CONCLUSÕES

O aumento das doses de manipueira eleva o peso dos frutos e o rendimento de polpa, sendo recomendado a dose de manipueira de 75%. Doses de manipueira de 75% resultaram em frutos de maracujá com casca mais espessa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, N. C. D.; LIMA, V. L. A.; RAMOS, J. G.; ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. D.; OLIVEIRA, S. J. C. Contents of macronutrients and growth of 'BRS Marataoã' cowpea fertigated with yellow water and cassava wastewater. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 3, e2309, 2019.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; MOTA, J. D. M.; RODRIGUES, A. C.; DINIZ, A. A. Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 59-71, 2007.

COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. D. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. **Recomendações Técnicas Para o Cultivo do Maracujazeiro**. Vitória, ES: Incaper, 2008.

COSTA, A. G.; COVA, A. M. W.; SOUZA, L. D. S.; XAVIER, F. A. D. S.; CORREIA, M. R. S.; GONÇALVES, D. R.; ALMEIDA, W. F. D. Use of cassava wastewater in Capsicum chinense production. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e64756, 2020.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (Ed.). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 341.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um sistema de análise computacional para delineamentos de parcelas subdivididas de efeitos fixos. **Revista Brasileira de Biometria**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FREIRE, J. S.; CALVACANTE, L.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; BREHM, M. A.; SANTOS, J. B. Physical characteristics of fruit of yellow passion fruit produced in soil with bio-fertilizer, mulching and saline water. **Idesia**, Arica, v. 32, n. 1, p. 71-78, 2014.

HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M. B.; NAHAR, K.; HOSSAIN, M. S.; MAHMUD, J. A.; HOSSSEN, M. S.; FUJITA, M. Potassium: a vital regulator of plant responses and tolerance to abiotic stresses. **Agronomy**, v. 8, n. 3, p. 31, 2018.

LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; KRAUSE, W.; GONÇALVES, R. Q.; NIED, A. H. Relações entre os caracteres de maracujazeiro-azedo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 225-232, 2013.

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.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; REBEQUI, A. M.; NETO, A. J. L.; NUNES, J. C. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo submetidas à salinidade em solo com biofertilizante bovino. **Ciencia del Suelo**, v. 30, p. 31-41, 2012.

RAMOS, J. G.; LIMA, V. D.; SALES, E. S.; MEDEIROS, G. D.; PEREIRA, M. D. O.; GUIMARÃES, R. F.; et al. Growth of fertilized maize via fertirrigation and foundation with treated human urine and cassava wastewater. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 5, p. 188-197, 2018.

SANTOS, S. M.; PAIVA, A. L. R.; SILVA, V. F. Qualidade da água em barragem subterrânea no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p. 651-662, 2016.

SILVA, J. G. D.; BARROS, G. N. S.; NOBRE, R. G. Fontes de adubação orgânica e níveis salinos no crescimento inicial de maracujazeiro. *Colloquium Agrariae*, v. 14, p. 58-66, 2018.

SILVA, J. K. M.; OLIVEIRA, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; FREITAS, R. D. S.; MESQUITA, L. X. Efeito da salinidade e adubos orgânicos no desenvolvimento da rúcula. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, 2008.

SOUZA, E. P. D.; SILVA, J. E. V. C. D.; FERREIRA, L. E. Uso da manipeira no desenvolvimento das culturas alimentares: revisão narrativa. In: MENDONÇA, M. D. S. **Agronegócio: Técnicas, inovação e gestão**. 1. ed. Editora Científica Digital, 2021. p. 136-148. DOI: 10.37885/210404372.

SOUZA, T. R. A. DE; SILVA, A. A. R. DA; RAMOS, J. G.; LIMA, V. L. A. DE; ARAÚJO, M. S. F.; LIMA, G. S. DE; ARRUDA, T. F. DE L.; COSTA, M. V. P. DA; CORREIA, G. E. S. Irrigated cultivation of sour passion fruit under saline stress and application of cassava

wastewater biofertilizer. **Arid Land Research and Management**, p. 1-24, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1080/15324982.2025.2532088>.

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.

VIANNA-SILVA, T.; LIMA, R. V.; AZEVEDO, I. G. D.; ROSA, R. C. C.; SOUZA, M. S. D.; OLIVEIRA, J. G. D. Determinação da maturidade fisiológica de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos na região norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 57-66, 2010.