

QUALIDADE PÓS-COLHEITA DO MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRA E BIOFERTILIZANTE DE MANIPUEIRA

Thaimara Ramos Angelino de Souza¹, Maria Viviane Palmeira da Costa¹, Thiago Filipe de Lima Arruda², André Alisson Rodrigues da Silva³, Vera Lúcia Antunes de Lima⁴, Maria Sallydelândia de Farias Araújo²

RESUMO: O Nordeste brasileiro é caracterizado por precipitações irregulares e elevadas taxas de evapotranspiração, ocasionando déficit hídrico na maior parte do ano. Assim, para garantir a produção de alimentos nesta região torna-se necessário o uso da irrigação, todavia, as fontes hídricas disponíveis possuem elevada concentração de sais dissolvidos. Neste sentido, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da aplicação das doses de biofertilizante de manipueira na qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-azedo cv. BRS Sol do Cerrado irrigado com águas salobras. O experimento foi desenvolvido em lisímetros de drenagem sob condições de casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande em Campina Grande – PB. Foi utilizado o delineamento foi inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,9; 1,8; 2,7; 3,6 e 4,5 dS m⁻¹) e as subparcelas de quatro doses de potássio (25; 50; 75; 100%) em função da concentração do biofertilizante de manipueira, com três repetições. A salinidade da água com condutividade elétrica a partir de 0,9 dS m⁻¹ aumentou a acidez titulável, os sólidos solúveis e os teores de ácido ascórbico na polpa de maracujazeiro-azedo. O fornecimento de manipueira como fonte de potássio proporcionou efeitos benéficos na qualidade da polpa de maracujazeiro-azedo.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis* Sims, escassez hídrica, semiárido.

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

³ Dr. Prof. Adjunto UFOPA-Graduação em Engenharia Agrícola - UFOPA, Juruti, PA.

⁴ Profa. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB.

POST-HARVEST QUALITY OF SOUR PASSION FRUIT IRRIGATION WITH BRAZILIAN WATER AND MANIPUEIRA BIOFERTILIZER

ABSTRACT: The Brazilian Northeast is characterized by irregular rainfall and high evapotranspiration rates, resulting in water deficits for most of the year. Therefore, ensuring food production in this region requires irrigation; however, available water sources have high concentrations of dissolved salts. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of applying cassava biofertilizer doses on the postharvest quality of passion fruit cv. BRS Sol do Cerrado irrigated with brackish water. The experiment was conducted in drainage lysimeters under greenhouse conditions at the Agricultural Engineering Academic Unit of the Federal University of Campina Grande in Campina Grande, Paraíba. A completely randomized design was used in a split-plot scheme, with the plots consisting of five levels of water electrical conductivity - EC_w (0.9; 1.8; 2.7; 3.6 and 4.5 dS m⁻¹) and the subplots of four potassium doses (25; 50; 75; 100%) as a function of the concentration of the cassava biofertilizer, with three replicates. Water salinity with electrical conductivity from 0.9 dS m⁻¹ increased the titratable acidity, soluble solids and ascorbic acid contents in the sour passion fruit pulp. The supply of cassava as a source of potassium provided beneficial effects on the quality of the sour passion fruit pulp.

KEYWORDS: *Passiflora edulis* Sims, water scarcity, semi-arid.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera da família Passifloraceae, amplamente cultivada no Brasil devido à sua versatilidade de uso, sendo utilizada para o consumo (in natura) e na fabricação de diversos produtos, como o suco de maracujá, das cascas se faz farinha, geleias, sorvetes; das folhas, flores e frutos substâncias farmacológicas (Faleiro e Junqueira, 2016).

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, a irrigação é essencial para a produção agrícola, mas o uso de águas salobra pode comprometer a qualidade do solo e o desenvolvimento das plantas. O acúmulo de sais solúveis, reduz o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Diante desse cenário práticas agrícolas sustentáveis têm sido estudadas para mitigar os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas.

O uso de biofertilizantes, como a manipueira, resíduo líquido da extração da mandioca, tem se mostrado promissor em estudos realizados por Costa et al., (2020); Araújo et al., (2019) e Anderle et al., (2020). A manipueira é rica em matéria orgânica e nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, podendo ser utilizada como fertilizante orgânico para enriquecer o solo e melhorar a nutrição das plantas (Marini e Marinho, 2011).

Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação das doses de biofertilizante de manipueira na qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-azedo cv. BRS Sol do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de dois ciclos consecutivos de outubro de 2022 e dezembro de 2023 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; 3,6 e 4,5 dS m⁻¹) e as subparcelas de quatro doses de manipueira – DM% (25, 50, 75, 100% da recomendação de potássio), 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 transplântio para vasos plásticos adaptados como 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, coletado na profundidade de 0-30 cm, procedente do município de Lagoa Seca – PB, cuja as característica 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, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m⁻¹) de Campina Grande – PB. Essa concentração de sais é típica das fontes hídricas utilizadas para irrigação em áreas de 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 a cultura do maracujazeiro-azedo cultivado sob condições irrigada. A dose de potássio foi aplicada considerando-se os teores de K₂O 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. Após a colheita foram avaliados os atributos internos pelos teores de sólidos solúveis (°Brix), potencial hidrogeniônico (pH), teores de ácido ascórbico (AA) e acidez titulável (AT).

Os dados coletados, foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk). Subsequente foi realizado 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 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis pH, ácido ascórbico (AA), acidez titulável (AT) e teor de sólidos solúveis (°Brix) foram significativamente influenciadas ($p \leq 0,01$) pelos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e pelas doses de manipueira. Não houve interação significativa entre os fatores (CEa \times DM) para nenhuma das variáveis avaliadas do maracujazeiro-azedo.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao potencial hidrogeniônico (pH), ácido ascórbico (AA), acidez titulável (AT) e sólidos solúveis (° Brix) da polpa do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e submetido a doses de manipueira aos 380 dias após o trasplante.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		pH	AA	AT	° BRIX
Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	4	0,071623**	6,833873**	0,921660**	12,91**
Regressão linear	1	0,067688**	25,604041**	0,155520 ^{ns}	48,832521**
Regressão quadrática	1	0,003715 ^{ns}	1,630372**	0,562371 ^{ns}	2,553001**
Resíduo 1	8	0,004528	0,213261	0,172770	0,402673
Doses de manipueira (DM)	3	0,070313 ^{ns}	3,494264**	4,237340**	5,902409**
Interação (CEa \times DM)	12	0,028061 ^{ns}	0,026703 ^{ns}	2,767740 ^{ns}	0,042896 ^{ns}
Regressão linear		0,19182 ^{ns}	2,383425**	4,21978*	4,130133*
Regressão quadrática		0,01950 ^{ns}	6,363527*	7,90614*	10,88856**
Resíduo 2	30	0,002760	0,430024	0,098980	0,774644
CV 1 (%)		2,42	4,37	11,61	4,44
CV 2 (%)		1,89	6,20	8,79	6,17

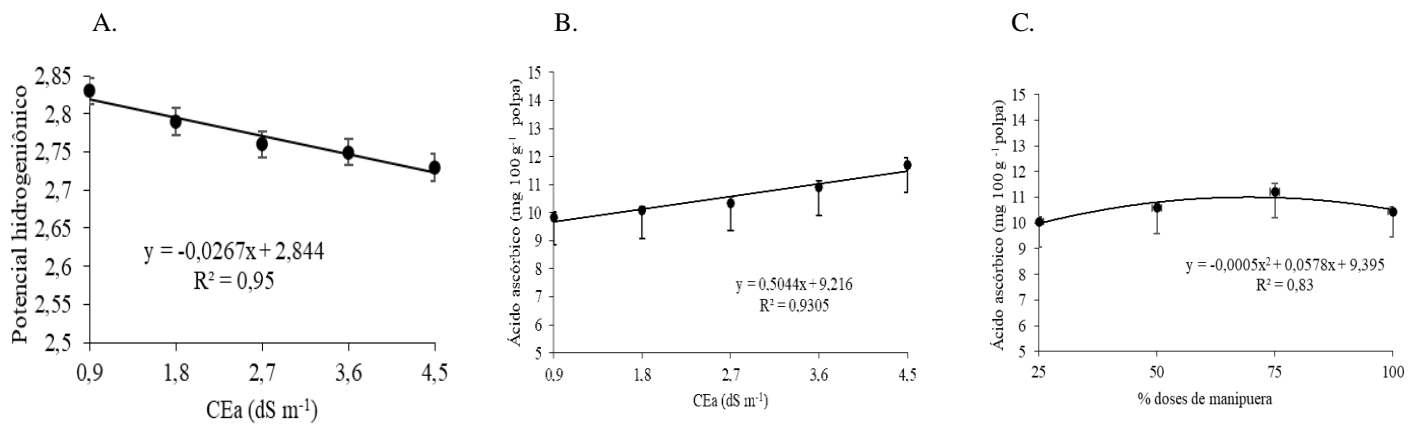


Figura 1. Potencial hidrogeniônico – pH (A) e ácido ascórbico – AA (B) da polpa do maracujazeiro-azedo, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e AA (C) em função das doses de biofertilizante de manureira.

O pH (Figura 1A) dos frutos de maracujazeiro-azedo diminuiu de forma linear com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, cujo decréscimo foi de 0,94% por incremento unitário da CEa. Ao comparar as plantas irrigadas com água de 4,5 dS m⁻¹ em relação as cultivadas sob 0,9 dS m⁻¹, verifica-se redução de 3,55% em termos relativos. O pH dos frutos de maracujazeiro-azedo irrigados com CEa até 4,5 dS m⁻¹, estão de acordo com os padrões de identidade e qualidade do Ministério da Agricultura e Pecuária para polpa de maracujá, que recomenda valor mínimo de pH de 2,70 e máximo de 3,80 (BRASIL, 2016).

Com relação aos teores de ácido ascórbico (Figura 1B), verifica-se que a irrigação com CEa acima de 0,9 dS m⁻¹ aumenta os teores de ácido ascórbico, contribuindo para a qualidade dos frutos, com um incremento de 5,47%, conforme o modelo de regressão linear. Corroborando esses achados, Paiva et al. (2024) verificaram elevação nos teores de ácido ascórbico em frutos de maracujazeiro-azedo ‘BRS Sol do Cerrado’ irrigados com água de 2,7 dS m⁻¹ associada à adubação potássica, reforçando o papel da salinidade moderada e do potássio na melhoria da qualidade pós-colheita. As doses de manureira influenciaram de forma significativa os teores de ácido ascórbico nos frutos de maracujazeiro-azedo (Figura 1C), com valor máximo estimado (11,03 mg 100g⁻¹ polpa) sob 50% da recomendação. Por outro lado, em comparação com a testemunha (10,52 mg 100g⁻¹ polpa) houve um aumento de 4,66%. Esse efeito pode estar relacionado à presença de potássio na manureira, nutriente essencial para a regulação osmótica e para processos fisiológicos associados ao acúmulo de compostos antioxidantes. O K⁺ desempenha papel fundamental na mitigação do estresse salino, modulando processos-chave nas plantas. Além disso, a absorção e manutenção de K⁺ são fatores decisivos para a consolidação do mecanismo de tolerância à salinidade (Kumari et al., 2021).

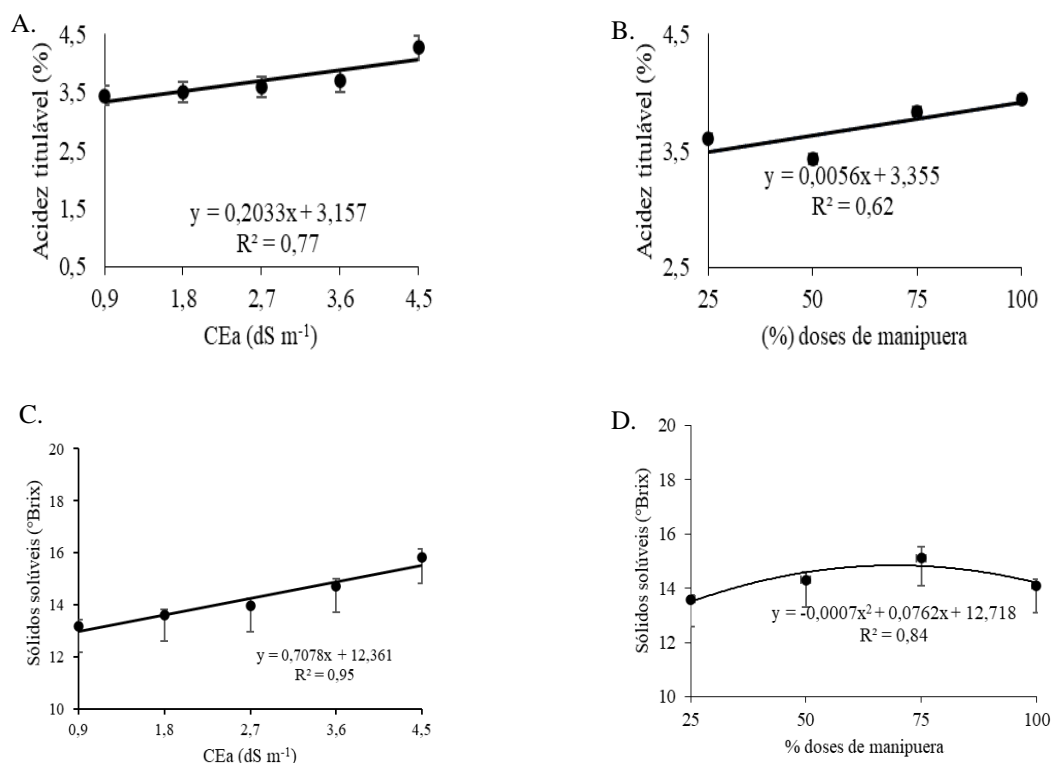


Figura 2. Acidez titulável-AT (A) e (B) e sólidos solúveis – SS (C) e (D) da polpa do maracujazeiro-azedo, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa) e biofertilizante de manipuera.

A acidez titulável aumentou linearmente em função do incremento da condutividade elétrica da água de irrigação, cujo acréscimo foi de 6,43% por aumento unitário da CEa (Figura 2 A). Em termos relativos verifica-se que a irrigação com água de 4,5 dS m⁻¹ resultou em aumento de 23,33% em comparação com as plantas cultivadas sob moderada salinidade (0,9 dS m⁻¹). Com relação aos efeitos das doses de biofertilizante de manipuera (Figura 2B), verifica-se efeito linear crescente, sendo o aumento de 0,16% por incremento unitário na dose de manipuera. Os sólidos solúveis também aumentaram com os níveis de salinidade da água (Figura 2C), com incremento unitário de 5,72%. Para dose de manipuera (Figura 2 D) a maior média observada foi de 14,77° Brix na dose de 50%, já a menor média 13,33° Brix na maior dose de manipuera de 100%. Corroborando com este estudo, Sobrinho et al. (2023) verificaram que o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação elevou a acidez titulável e os teores de sólidos solúveis na polpa do maracujá-azedo, mantendo os valores dentro da faixa ideal de 13 a 15 °Brix.

CONCLUSÕES

De modo geral, a irrigação com água salina até 4,5 dS m⁻¹ não comprometeu a qualidade pós-colheita do maracujazeiro-azedo, mantendo pH, acidez titulável, sólidos solúveis e ácido ascórbico dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária. A salinidade moderada, associada ao fornecimento de manipueira como fonte de potássio, influenciou positivamente a composição química dos frutos, elevando os teores de ácido ascórbico e sólidos solúveis. Destaca-se que a dose de 50% da recomendação de manipueira promoveu os melhores resultados, sugerindo efeito atenuante sobre o estresse salino e contribuição significativa para a melhoria da qualidade da polpa.

AGRADECIMENTOS

Ao INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERLE, G. A.; HANAUER, T. V.; HERMES, E. Desenvolvimento de plantas de soja sob o uso de adubação mineral e biofertilizante obtido da manipueira. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 13, n. 3, p. 1129-1143, 2020.

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.

BRASIL. Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. **Instrução Normativa nº 169, de 01 de setembro de 2016**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 set. 2016, Seção I, p. 5.

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. 341 p.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Maracujá**. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 29 abr. 2025.

KUMARI, S., CHHILLAR, H., CHOPRA, P., KHANNA, R. R., & KHAN, M. I. R. Potassium: A track to develop salinity tolerant plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 167, p. 1011-1023, 2021.

MARINI, F. S.; MARINHO, C. S. Adubação complementar para a mexeriqueira ‘Rio’ em sistema de cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p.562-568, 2011.

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.

PAIVA, F. J. D. S. **Tolerância de genótipos de maracujazeiro-azedo a salinidade da água de irrigação sob adubação potássica**. (Tese de doutorado). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 166p. 2024.

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

SOBRINHO, T. G.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; BORGES, V. E.; NUNES, K. G.; AZEVEDO, C. A. V. Foliar applications of salicylic acid on boosting salt stress tolerance in sour passion fruit in two cropping cycles. **Plants**, v. 12, n. 10, p. 2023.

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.