

PARÂMETROS FÍSICOS DOS FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AZEDO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE DE MANIPUEIRA

THAIMARA RAMOS ANGELINO DE SOUZA¹, VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA²,
GEOVANI SOARES DE LIMA³, THAIS APARACEDIDA ROCHA DA COSTA⁴ E NADIANA
PRAÇA DE SOUZA⁵

¹Doutoranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, thai.angelino79@hotmail.com;

²Dra. Profa. Titular CTRN, UFCG, Campina Grande-PB, vera.antunes.ufcg@gmail.com;

³Dr. Prof. Assistente CCTA/UFCG, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

⁴Mestranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, thaisrochacosta@gmail.com;

⁵Mestranda em engenharia agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, nadianasouza2018@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
6 a 8 de outubro de 2025

RESUMO: A limitação de recursos hídricos de baixa condutividade elétrica tem impulsionado o uso de água com moderada concentração de sais na irrigação. O excesso de sais na água compromete as funções fisiológicas das plantas, afetando diretamente o crescimento e a produtividade. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito das doses de biofertilizante de manipueira nos parâmetros físicos dos frutos de maracujazeiro-azedo cv. BRS Sol do Cerrado irrigado com águas salobras em área semiárida. O estudo foi conduzido em casa de vegetação, no delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8; 2,7; dS m⁻¹) e as subparcelas de três doses de potássio (50; 75; 100%) em função da concentração do elemento no biofertilizante de manipueira. O peso médio e os diâmetros dos frutos foram reduzidos pela salinidade da água de 2,7 dS m⁻¹. Dose de manipueira de 50% promoveu os maiores valores para peso e diâmetros dos frutos. O número de frutos por planta não foi influenciado significativamente pelos tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilização, água residuária, estresse abiótico.

PHYSICAL PARAMETERS OF SOUR PASSION FRUIT FRUITS UNDER SALINE STRESS AND APPLICATION OF CASSAVA WASTEWATER BIOFERTILIZER

ABSTRACT: The limited availability of low-conductivity water resources has led to the use of water with moderate salt concentrations for irrigation. Excess salts in water compromise plant physiological functions, directly affecting growth and productivity. Therefore, this study aimed to evaluate the effect of cassava biofertilizer doses on the physical parameters of passion fruit cv. BRS Sol do Cerrado irrigated with brackish water in a semiarid region. The study was conducted in a greenhouse using a completely randomized experimental design with three replicates in a split-plot arrangement. The plots consisted of the electrical conductivity levels of the irrigation water - EC_w (0.9; 1.8; 2.7; dS m⁻¹) and the subplots consisted of three potassium doses (50; 75; 100%) as a function of the element concentration in the cassava biofertilizer. Fruit weight and diameter were reduced by water salinity of 2.7 dS m⁻¹. A 50% cassava starch dose resulted in the highest fruit weight and diameter. The number of fruits per plant was not significantly influenced by the treatments.

KEYWORDS: Biofertilization, wastewater, abiotic stress.

INTRODUÇÃO

A expansão agrícola em regiões semiáridas enfrenta desafios significativos devido à limitação de recursos hídricos de boa qualidade. A utilização de águas salobras na irrigação, embora seja uma alternativa viável, impõe estresses fisiológicos às plantas, comprometendo o crescimento e a produtividade (Santos et al., 2025).

O maracujazeiro-azedo é uma cultura explorada nacionalmente, sobretudo, na região Nordeste, pelas condições edafoclimáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, destacando-se como frutífera de alta rentabilidade na agricultura familiar e fonte de renda garantida durante todo o ano (Faleiro et al., 2016). O Brasil produziu cerca de 711 mil toneladas de maracujá em 45,7 mil hectares, com rendimento médio de 15,5 t há⁻¹, sendo a Bahia o principal estado produtor (IBGE, 2023).

No Nordeste brasileiro, longos períodos de estiagem tornam a irrigação indispensável para garantir a produção. No entanto, a escassez de água doce e a exploração intensiva dos recursos hídricos têm levado ao uso de águas de baixa qualidade, alternativa viável, mas que pode comprometer a produção agrícola (Silva et al., 2020). A salinidade do solo é um dos principais estresses ambientais que limitam o crescimento e a produtividade das culturas, pois provoca estresses osmóticos e iônicos que afetam processos fisiológicos, metabólicos e bioquímicos das plantas, reduzindo o crescimento e a qualidade da produção (Zhao et al., 2020). Desta forma, compreender as respostas das plantas à salinidade e adotar estratégias que minimizem seus efeitos é fundamental para a sustentabilidade agrícola.

O uso de resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes, sobretudo, tem despertado interesse como estratégia sustentável. A manipueira, resíduo líquido rico em potássio proveniente da produção de farinha de mandioca, apresenta potencial para ser utilizada como biofertilizante (Cardoso, 2005). Além de reciclar nutrientes, seu uso pode contribuir para amenizar os efeitos da salinidade sobre os processos metabólicos das plantas.

Ante o exposto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar os parâmetros físicos dos frutos de maracujazeiro-azedo cv. BRS Sol do Cerrado sob irrigação com águas salobras e doses de biofertilizante de manipueira como fonte de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de outubro de 2022 e novembro 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 três níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,9; 1,8 e 2,7 dS m⁻¹) e três doses de manipueira – DM% (50, 75%, 100% 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 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. 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), seguida a metodologia descrita por Medeiros et al., (2012). 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 metodologia proposta por Costa et al., (2008) para a cultura do maracujazeiro-azedo. O volume de biofertilizante de manipueira 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 380 dias após o transplântio (DAT) das mudas, sendo o segundo ciclo do maracujazeiro-azedo. Os frutos maduros (com casca amarela) foram colhidos aos 380 DAT. Logo

após, foram avaliados a peso médio do fruto (PMF, g por fruto), diâmetro polar (DP, mm), diâmetro equatorial (DE) e espessura da casca (EC). Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste ‘F’. Nos casos de significância, foi realizado o teste de médias por Tukey ($p < 0,05$) para o fator níveis de salinidades da água e doses de biofertilizante de manipueira como fonte de potássio, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019),

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores (CEa \times DM) afetou significativamente o peso de frutos do maracujazeiro-azedo (Tabela 1). Os níveis de CEa afetaram significativamente o peso médio do fruto (PMF), o diâmetro polar (DP), o diâmetro equatorial (DE). As doses de manipueira (DM) influenciaram significativamente apenas o peso do fruto ($p \leq 0,01$). O número de frutos (NF), não foi afetado pelas fontes de variação .

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente ao peso do fruto (PF), diâmetro polar (DP) e diâmetro equatorial (DE) e número de frutos (NF) do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e submetido a doses de manipueira aos 380 dias após o transplântio.

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

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		PMF	DP	DE	NF
Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	2	9957,1639**	81,1232**	78,6062**	11,3703 ^{ns}
Resíduo 1	4	62,2511	4,5904	6,2936	4,4814
Doses de manipueira (DM)	2	2026,8321**	24,7208 ^{ns}	12,0519 ^{ns}	9,4814 ^{ns}
Interação (CEa \times DM)	4	1796,6353**	44,5165 ^{ns}	57,5842 ^{ns}	34,3703 ^{ns}
Resíduo 2	12	303,1782	18,2491	12,8610	20,7407
CV 1 (%)		3,69	2,38	3,29	14,36
CV 2 (%)		8,13	4,74	4,71	30,90

Fonte: Autores, 2025.

O peso médio do fruto (Figura 1) das plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob CEa de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$, alcançou o maior valor na dose de 50% (251 g), a qual diferiu estatisticamente das doses de 75% (213,38 g) e 100% (205,47 g), ambas com menores valores. Já em plantas sob CEa de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$, a dose de 100% de manipueira resultou em maior peso médio de fruto (207,93 g), diferindo significativamente das doses de 50% (171,68 g) e 75% (151,91 g), que apresentaram os menores valores do experimento. Já sob a maior salinidade $2,7 \text{ dS m}^{-1}$, a maior média de PMF foi registrada na dose de 50% (266,36 g), sendo superior estatisticamente à dose de 75% (233,96 g), enquanto a dose de 100% (224,95 g) apresentou valor intermediário, sem diferença significativa em relação às demais. Esses resultados indicam que o uso da manipueira em doses moderadas pode mitigar os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação no peso do fruto, especialmente em condutividades intermediárias e altas.

O diâmetro polar (Figura 1B) dos frutos de maracujazeiro-azedo obteve o maior valor sob CEa de $0,9 \text{ dS m}^{-1}$ (92,84 mm), que diferiu estatisticamente da CEa de $2,7 \text{ dS m}^{-1}$ (86,93 mm). A redução no DP foi de aproximadamente 6,35%, indicando o efeito negativo do estresse salino sobre o crescimento dos frutos. Já a CEa de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ resultou em valor de (90,79 mm), sem diferença significativa em relação aos demais níveis. A redução do diâmetro polar sob alta salinidade pode estar associada ao acúmulo de sais no solo ou na água de irrigação, os quais reduzem a disponibilidade de água para a cultura a tal ponto que o rendimento é afetado. Ramos et al. (2021) observaram que irrigação com água salina compromete a produção a dos frutos do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado. Resultados semelhantes também foram relatados por Lima et al. (2021), que observaram

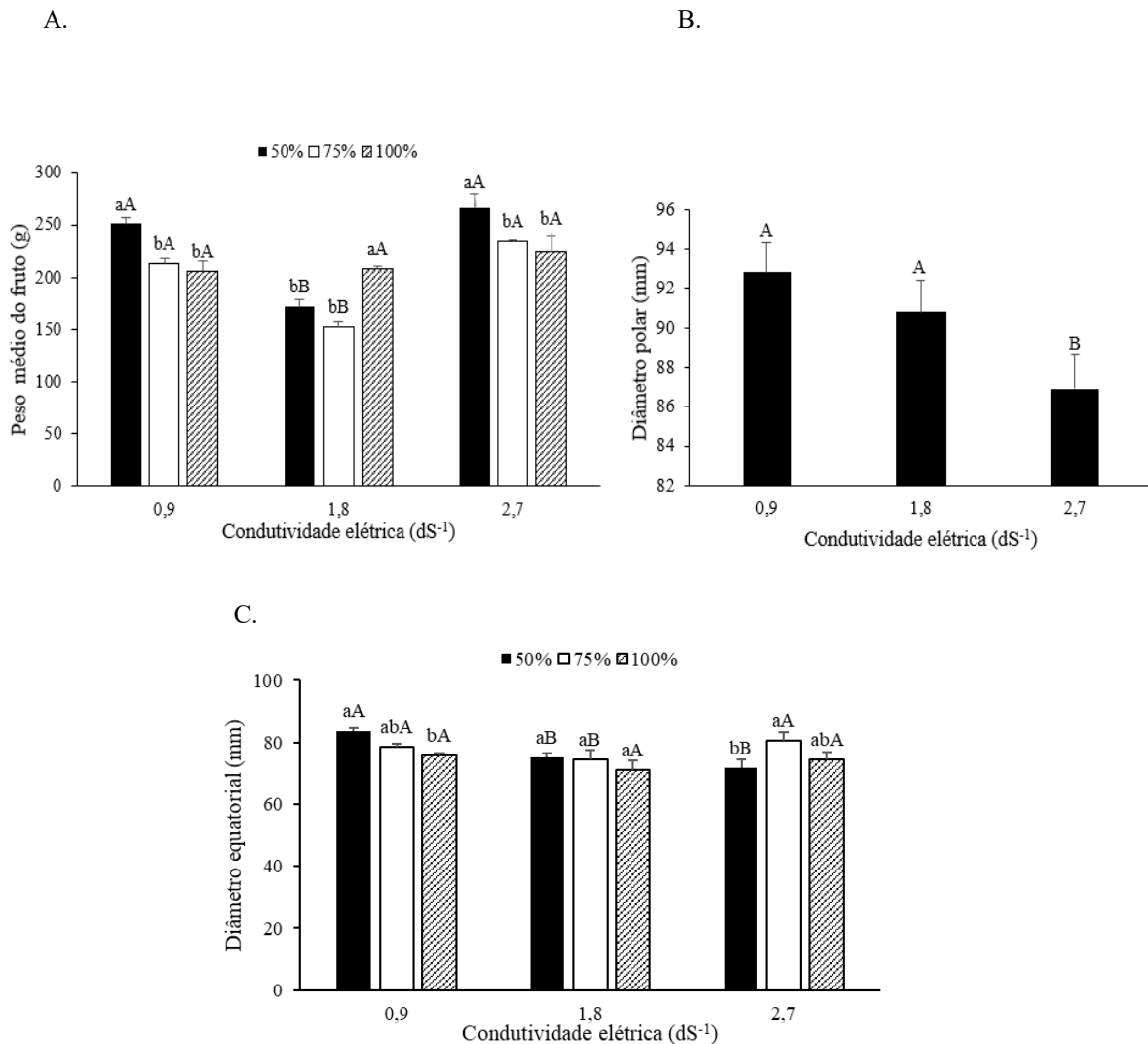
redução no diâmetro polar e peso do fruto irrigado com água de 4,0 dS m⁻¹.

O diâmetro equatorial (Figura 1C) dos frutos de maracujazeiro-azedo obteve o maior valor nas plantas irrigadas com a CEa de 0,9 dS m⁻¹ e aplicação de 50% de manipueira (83,8 mm), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Já o menor DE foi verificado sob 1,8 dS m⁻¹ com 100% de manipueira (71,09 mm), o que representa uma redução de aproximadamente 15,1% em relação ao maior valor observado. A redução dos frutos com o aumento da dose de manipueira, pode estar associado a efeitos fitotóxicos oriundos do excesso de compostos orgânicos ou sais presentes nesse resíduo agroindustrial.

Por outro lado, o número de frutos (NF) por planta não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 1), indicando que a salinidade e as doses de manipueira não influenciaram diretamente a frutificação.

Figura 1. Peso médio do fruto (A) e diâmetro polar (B) e diâmetro equatorial (C) do maracujazeiro-azedo, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e do biofertilizante de manipueira e diâmetro equatorial (B) em função dos níveis de CEa.

Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F ($p \leq 0,05$). Barra na vertical representa o erro padrão da média.



Fonte: Autores, 2025.

CONCLUSÃO

A salinidade da água de irrigação de 2,7 dS m⁻¹ influencia negativamente as características físicas dos frutos de maracujazeiro-azedo, especialmente o peso e os diâmetros polar e equatorial. No entanto, a aplicação de manipueira em doses moderadas 50% foi eficaz na atenuação dos efeitos do estresse salino, destacando-se como alternativa viável em condições de salinidade intermediária e elevada.

AGRADECIMENTOS

A Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. Qualidade da água para agricultura. Roma: FAO, 1994. 174 p. (Irrigation and Drainage Paper, 29).
- Cardoso, É. Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho. 2005. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.
- 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.
- 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, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agropecuária: maracujá. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- Lima, G. S.; Pinheiro, F. W. A.; Dos Anjos, L. A.; Soares, P. F. D. N. S.; Gheyi, H. R.; De Araújo, S. T. Produção do maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas nas fases fenológicas e adubação potássica. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRPE, 2021, Recife. Anais [...]. Recife: UFRPE, 2021. Disponível em: <https://icolibri.com.br/meeting2021/public/anais/TC2260075.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2025.
- Medeiros, J. F. 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.
- Ramos, J. G.; Lima, G. S.; Lima, V. L. A.; Paiva, F. J. S.; Nunes, K. G.; Pereira, M. O.; Saboya, L. M. F. Foliar application of H₂O₂ as salt stress attenuator in ‘BRS Rubi do Cerrado’ sour passion fruit. Semina: Ciências Agrárias, v. 42, n. 4, p. 2253-2270, 2021.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Department of Agriculture, 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).
- Santos, C. M. G.; De Oliveira, F. F. Salinidade do solo em áreas irrigadas no vale do submédio São Francisco. 1. ed. Curitiba, PR: Editora Contemporânea, 2025. (livro eletrônico).
- Silva, Santos, A., Rodrigues, M. H. B. S., da Silva, G. V., Gomes, F. A. L., da Silva, J. N., & de Almeida Cartaxo, P. H. Importância do reúso de água para irrigação no Semiárido. Meio Ambiente (Brasil), v. 2, n. 3, 2020.
- Zhao, C., Zhang, H., Song, C., Zhu, J. K., & Shabala, S. Mechanisms of plant responses and adaptation to soil salinity. The innovation, v. 1, n. 1, 2020.