

## EFICIÊNCIA FOTOQUÍMICA DO MARACUJAZEIRO-AZEDO CULTIVADO SOB ESTRESSE SALINO E BIOFERTILIZANTE DE ÁGUA RESIDUARIA DE MANDIOCA

Vera Lucia Antunes de Lima<sup>1</sup>, Thaimara Ramos Angelino de Souza<sup>2</sup>, Maria Sallydelândia de Farias Araújo<sup>3</sup>, André Alisson Rodrigues da Silva<sup>4</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>5</sup>, Thiago Filipe de Lima Arruda<sup>6</sup>

**RESUMO:** O uso de biofertilizantes na agricultura é uma alternativa promissora visando a redução de custos com fertilizantes sintéticos e uma forma de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas. Deste modo, a manipueira que é o resíduo líquido advindo do processamento da mandioca se torna uma estratégia para o cultivo em áreas com águas com altas concentrações de sais dissolvidos. Neste contexto, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar os efeitos da aplicação de doses de biofertilizante de manipueira como fonte de potássio na mitigação dos efeitos do estresse salino sobre a fluorescência da clorofila a do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*). A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, utilizando o 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<sup>-1</sup>) considerados as parcelas e quatro doses de manipueira – DM% (25, 50, 75 e 100% da recomendação de potássio) como subparcelas, com três repetições. A fluorescência da clorofila a do maracujazeiro-azedo foi afetada negativamente pelo aumento da condutividade elétrica da água de irrigação a partir de 0,9 dS m<sup>-1</sup>, aos 60 dias após o transplântio. As doses de até 100% da recomendação de K<sub>2</sub>O não atenuaram os efeitos deletérios do estresse salino na fluorescência da clorofila a do maracujazeiro-azedo.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Passiflora edulis Sims*, salinidade, adubo orgânico.

<sup>1</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB, email: vera.antunes.ufcg@gmail.com

<sup>2</sup> Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB.

<sup>3</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

<sup>4</sup> Prof<sup>a</sup>. Doutor, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Campus Juruti, PA.

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

<sup>6</sup> Doutorando em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB.

## PHOTOCHEMICAL EFFICIENCY OF SOUR PASSION FRUIT GROWN UNDER SALT STRESS AND CASSAVA WASTEWATER BIOFERTILIZER

**ABSTRACT:** The use of biofertilizers in agriculture is a promising alternative aimed at reducing costs with synthetic fertilizers and a way of mitigating the effects of salt stress on plants. In this way, manipueira, the liquid residue from cassava processing, becomes a strategy for growing crops in areas with water with high concentrations of dissolved salts. In this context, the aim of this research was to evaluate the effects of applying doses of biofertilizer from cassava wastewater as a source of potassium in mitigating the effects of salt stress on the chlorophyll a fluorescence of sour passion fruit (*Passiflora edulis Sims*). The research was carried out in a greenhouse, using a completely randomized design with subdivided plots, with five levels of electrical conductivity of the irrigation water - ECa (0.9; 1.8; 2.7; 3.6 and 4.5 dS m<sup>-1</sup>) considered the plots and four doses of manipueira - DM% (25, 50, 75 and 100% of the potassium recommendation) as subplots, with three replicates. The chlorophyll a fluorescence of the sour passion fruit was negatively affected by an increase in the electrical conductivity of the irrigation water from 0.9 dS m<sup>-1</sup> at 60 days after transplanting. Doses of up to 100% of the K<sub>2</sub>O recommendation did not mitigate the deleterious effects of salt stress on the chlorophyll a fluorescence of sour passion fruit.

**KEYWORDS:** *Passiflora edulis Sims*, salinity, organic fertilizer.

### INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*), destaca-se como uma das principais espécies frutíferas cultivadas no Brasil, com expressiva relevância econômica e social, especialmente na região Nordeste, essa espécie é amplamente cultivada para utilização tanto no consumo in natura quanto para a indústria de sucos e farmacêutica, devido ao seu sabor marcante e elevado teor de compostos bioativos (Corrêa et al., 2016).

Essa região caracteriza-se pela ocorrência de altas temperaturas, elevadas taxas de evapotranspiração e má distribuição das chuvas, o que limita o cultivo agrícola, sendo necessário o uso da irrigação para produzir com segurança (Nobre et al., 2012). No entanto, as fontes hídricas desta região, normalmente possuem elevadas concentrações de sais dissolvidos o que causa efeitos osmóticos e iônicos que induzem alterações fisiológicas, no crescimento no rendimento das plantas (Lima et al., 2022). Neste contexto, a busca por estratégias capazes de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas é fundamental para produzir em região que possui escassez hídrica em termos qualitativos e quantitativos (Correa et al., 2022).

Dentre as alternativas, destaca-se o uso de biofertilizantes orgânicos como a manipueira. A manipueira é um resíduo do beneficiamento da mandioca, rico em potássio, nutriente essencial para o ajuste osmótico das plantas pode ser uma estratégia de mitigação (Correa et al., 2022). Nesse sentido, objetivou-se com a presente pesquisa, avaliar os efeitos da adubação com doses de manipueira na mitigação do estresse salino na eficiência fotoquímica do maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis Sims*) numa área semiárida.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi feito entre os meses de julho a dezembro de 2022 em casa de vegetação, pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola - UAEEA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba. 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<sup>-1</sup>) considerados as parcelas e quatro doses de manipueira – DM% (25, 50, 75 e 100% da recomendação de potássio), as subparcelas, com três repetições e uma planta por parcela.

Neste estudo foi utilizado a cultivar de maracujazeiro-azedo BRS GA1. As mudas foram transplantadas 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*, procedente do município de Lagoa Seca- PB, cujas 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<sup>-1</sup>, P = 0,01 mg/10g, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> + H<sup>+</sup> equivalente a 0,60; 0,10, 6,91; 3,65 e 0,00 cmolc kg<sup>-1</sup>, Fração granulométrica: areia, silte, argila = 60,66; 28,17; 11,17%, respectivamente, Teor de umidade (dag kg<sup>-1</sup>) na capacidade de campo (33,44 kPa) e em murcha permanente (1519,9 kPa) = 17,14; 7,36, respectivamente.

As águas salinas foram preparadas considerando a relação entre CEa e a concentração de sais (Richards, 1954), dissolvendo-se os sais de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, na proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, em água de abastecimento local (CEa = 0,38 dS m<sup>-1</sup>). A adubação foi baseada na metodologia proposta por Costa et al. (2008). O volume 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. Também foi aplicada mistura de micronutrientes para suprir a necessidade da cultura na proporção de 1,0 g/L.

Aos 60 dias após o transplântio das mudas foi avaliada a fluorescência da clorofila a, na terceira folha, contada a partir do ápice do ramo principal da planta, as 08:00 horas, utilizando-se um fluorímetro de pulso modulado modelo OS5p da Opti Science; utilizando-se o protocolo Fv/Fm para determinação das variáveis: fluorescência inicial ( $F_0$ ), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm).

Os dados coletados, foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) da distribuição 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).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

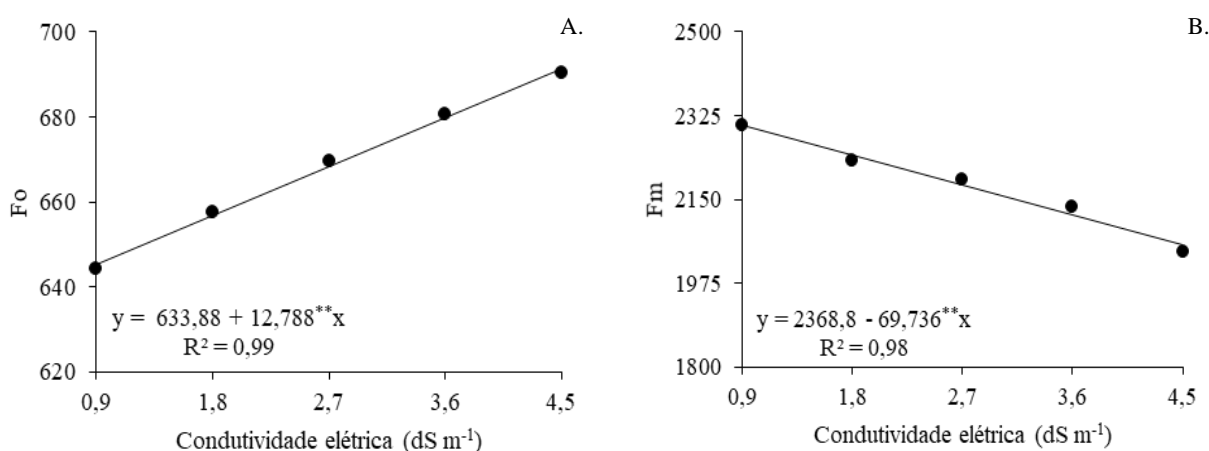
A fluorescência da clorofila a foi influenciada de forma significativa ( $p \leq 0,01$ ) pelos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Já as doses de manipueira (DM) e a interação entre os fatores (CEa  $\times$  DM) não afetaram de forma significativa ( $p > 0,05$ ) nenhuma das variáveis mensuradas do maracujazeiro-azedo, aos 60 dias após a transplântio (DAT).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância referente à fluorescência inicial ( $F_0$ ), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm) do maracujazeiro-azedo irrigado com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e doses de manipueira, aos 60 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		$F_0$	Fm	Fv	Fv/Fm
Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa)	4	3981,23**	120560,85**	182939,77**	0,006**
Regressão linear	1	1587,00**	47270,21**	72199,53**	0,023**
Regressão quadrática	1	54,85 <sup>ns</sup>	2941,72 <sup>ns</sup>	2468,67 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	8	91,65	20781,50	23766,24	0,0004
Doses de manipueira (DM)	3	78,86 <sup>ns</sup>	6650,60 <sup>ns</sup>	6837,17 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Interação (CEa $\times$ DM)	12	57,33 <sup>ns</sup>	3763,25 <sup>ns</sup>	4501,81 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
Resíduo 2	32	209,23	41204,07	45247,04	0,0007
CV 1 (%)		1,43	6,61	9,48	2,72
CV 2 (%)		2,16	9,31	13,08	3,67

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

A fluorescência inicial (Figura 1A) do maracujazeiro-azedo aumentou em função dos níveis de condutividade elétrica da água e irrigação, sendo o incremento de 2,01% para aumento unitário da CEa. Ao comparar as plantas irrigadas com CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação as que receberam 0,9 dS m<sup>-1</sup>, verifica-se acréscimo de 6,67%. Já a fluorescência máxima (Figura 1B) reduziu linearmente com o aumento da condutividade elétrica, sendo o decréscimo de 2,94% por incremento unitário da CEa, ou seja, a irrigação com água de 4,5 dS m<sup>-1</sup> reduziu em 11,53% na F<sub>m</sub>, em comparação as cultivadas sob CEa de 0,9 dS m<sup>-1</sup>. A redução da F<sub>m</sub>, demonstra uma menor capacidade do PSII em captar e transferir eficientemente a energia luminosa, resultado frequentemente associado à degradação da clorofila.

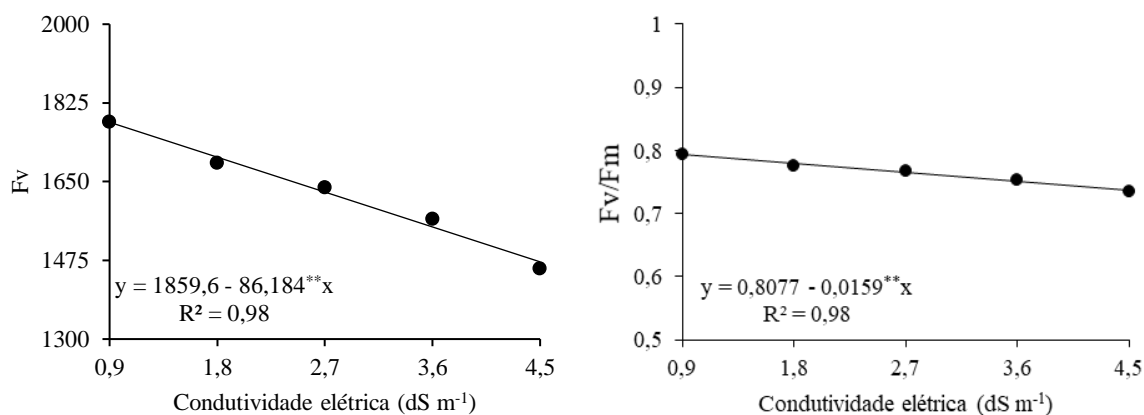


\*\* Significativo a  $p \leq 0,01$ .

**Figura 1.** Fluorescência inicial - F<sub>0</sub> (A), fluorescência máxima - F<sub>m</sub> (B), fluorescência variável - F<sub>v</sub> (C) e eficiência quântica do fotossistema II - F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> (D) do maracujazeiro-azedo, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 60 dias após o transplântio.

Com relação a fluorescência variável (Figura 2A), verifica-se redução de 4,64% por incremento unitário da CEa. Com redução de 18,27% na F<sub>v</sub> das plantas cultivadas sob CEa de 4,5 dS m<sup>-1</sup> em relação as que receberam 0,9 dS m<sup>-1</sup>. De forma semelhante, a eficiência quântica do fotossistema II (Figura 2B) também decresceu em função do incremento nos níveis de salinidade da água, sendo o decréscimo de 1,96% por aumento unitário de CEa.

O comportamento observado nos parâmetros da fluorescência da clorofila a, pode ser um reflexo da limitação que os íons de sais causa na captação da energia nos centros de reação luminoso, fazendo com que a energia acumulada não seja dissipada acarretando no desbalanço na atividade metabólica da planta levando a formação de espécies reativas de oxigênio (Saddiq et al., 2021).



\*\* Significativo a  $p \leq 0,01$ .

**Figura 2.** Fluorescência variável - Fv (A) e eficiência quântica do fotossistema II - Fv/Fm (B) do maracujazeiro-azedo, em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa, aos 60 dias após o transplântio.

## CONCLUSÕES

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação a partir de 0,9 dS m<sup>-1</sup> afeta de forma negativa a fluorescência máxima, variável e a eficiência quântica do fotossistema II do maracujazeiro-azedo, aos 60 dias após o transplântio. As doses de manipueira com até 100% da recomendação de potássio não atenua os efeitos deletérios do estresse salino sobre a cultura do maracujazeiro-azedo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORREA, J. M. R.; SILVA, C. F. Da; SANTOS, C. L. R. Dos; CEDRO, D. A. De. Efeito do extrato aquoso da manipueira na cultura do milho (*Zea mays*). **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, n. 14, n. 2, p. 1-10, 2022.
- 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.
- 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, 56p. 2008.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agropecuária 2022**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>>. Acesso em: 12 jul. 2024.

LIMA, G. S. DE; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SOARES, M. D. M.; SILVA, F. A.; LIMA, V. L. A. Postharvest quality of sour passion fruit under irrigation strategies with brackish water and potassium application in two crop cycles. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 233, n. 1, e452, 2022.

NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, E. P.; SOARES, L. A. DOS A.; ALVES, A. N. Teor de óleo e produtividade da mamoneira de acordo com a adubação nitrogenada e irrigação com água salina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 991-999, 2012.

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

SADDIQ, M. S.; IQBAL, S.; HAFEEZ, M. B.; IBRAHIM, A. M.; RAZA, A.; FATIMA, E. M.; CIARMIELLO, L. F. Effect of salinity stress on physiological changes in winter and spring wheat. **Agronomy**, v.11, n. 6, p.1193, 2021.

SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. R.; CHAGAS, E. A.; PASQUAL, M. Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 1, p. 33-40, 2017.

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