



FLUORESCÊNCIA DE MARACUJAZEIRO-AZEDO CULTIVADA SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO

Thiago Filipe de Lima Arruda¹, Edmilson Júnio Medeiros Caetano², Luana Lucas de Sá Almeida Veloso³, Geovani Soares de Lima⁴, Carlos Alberto Vieira de Azevedo⁴, Jéssica Dayanne Capitulino⁵

RESUMO: Objetivou-se com essa pesquisa avaliar a fluorescência da clorofila a das plantas de maracujazeiro-azedo em função da salinidade da água de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 2×3 , sendo dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa ($0,8$ e $3,8$ dS m^{-1}) e três concentrações de ácido ascórbico (0 ; 8 , e $1,6$ mM) com três repetições. O aumento no nível salino da água de irrigação afetou negativamente a fluorescência da clorofila a das plantas de maracujazeiro-azedo. As concentrações de ácido ascórbico não atenuaram os efeitos deletérios do estresse salino em plantas de maracujazeiro-azedo.

PALAVRAS-CHAVE: *Passiflora edulis*, escassez hídrica, composto não-enzimático.

SOUR PASSIONFRUIT FLUORESCENCE CULTIVATED UNDER SALINE STRESS AND ASCORBIC ACID APPLICATION

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the fluorescence of chlorophyll a in passion fruit plants as a function of irrigation water salinity and foliar application of ascorbic acid. The experiment was carried out in a greenhouse in Campina Grande - PB, using a randomized block design, in a 2×3 factorial scheme, with two levels of electrical conductivity

¹ Pesquisador, CAPES/UFCG/PPGEA, CEP: 58429-900, Campina Grande, PB. Fone: (83) 99840-8028, e-mail: thiago.filipe.la@hotmail.com

² Mestrando em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

³ Bolsista Pós-Doutorado Júnior do CNPq, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB

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

⁵ Doutoranda em Irrigação e Drenagem, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA, UFCG, Campina Grande, PB

of irrigation water - CEa (0.8 and 3.8 dS m⁻¹) and three concentrations of ascorbic acid (0; 8, and 1.6 mM) with three replicates. The increase in the saline level of the irrigation water negatively affected the chlorophyll a fluorescence of the passion fruit plants. Ascorbic acid concentrations did not attenuate the deleterious effects of saline stress on passion fruit plants.

KEYWORDS: *Passiflora edulis*, deleterious, attenuates.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é uma frutífera da família Passiflora, cultivada em regiões tropicais como o caso do Brasil, destacando-se o Nordeste, Sudeste, Sul e Norte com uma área cultivada de 42394 ha, sendo o NE o maior produtor nacional com uma produção de 12.886 kg ha⁻¹ se destacando os estados do Ceará, Piauí, Alagoas, Pernambuco, Bahia e Paraíba com produtividades médias de 21,489; 14,462; 14,451; 11,869; 10.275 kg ha⁻¹ e 10.090 kg ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2018).

Contudo, o cultivo do maracujazeiro-azedo é limitado pelo uso de água com elevadas concentrações de sais (LIMA et al., 2018). Assim sendo, a adoção de práticas que minimizem os efeitos destes sais nas plantas são essenciais.

A aplicação de atenuantes como o ácido ascórbico pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos eletérios do estresse salino (NUNES et al., 2019). Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido ascórbico sobre a flourescência da clorofila a de plantas de maracujazeiro-azedo irrigadas com águas salinas.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido ascórbico na redução dos efeitos do estresse salino sobre a morfofisiologia do cajueiro anão precoce na fase pós-enxertia.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada durante os meses de janeiro a setembro de 2022, em ambiente protegido (casa de vegetação) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba - PB, 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.

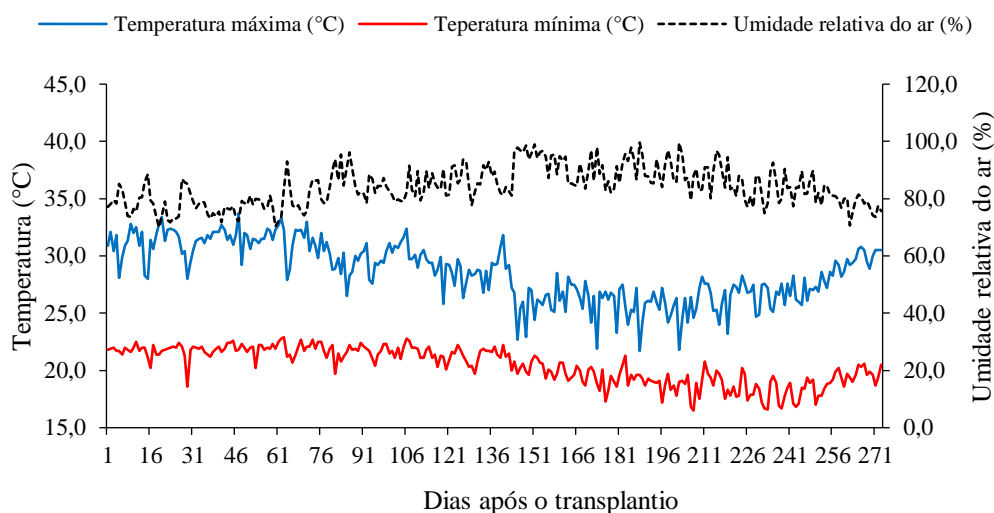


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e, umidade relativa média do ar observada na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2×3 , sendo, dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8 e 3,8 dS m^{-1}) e três concentrações de ácido ascórbico – AsA (0; 0,8 e 1,6 mM), com três repetições e uma planta por parcela.

Os níveis salinos foram baseados em estudo realizado por Andrade et al. (2019). As águas salinas foram preparadas mediante adição de sais NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ na água de abastecimento local, mantendo a proporção equivalente de 7:2:1 de Na, Ca e Mg respectivamente, que representa a composição média das águas do semiárido nordestino. Essas proporções de sais são comumente encontradas em fontes de água utilizada para irrigação, em pequenas propriedades do Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992). No preparo das águas de irrigação será considerada a relação entre a CEa e a concentração de sais ($10 \cdot mmolc L^{-1} = dS m^{-1}$) (RICHARDS, 1954).

As concentrações de ácido ascórbico foram baseadas no estudo de Fatah & Sadek (2020), preparadas a partir da diluição do ácido ascórbico em água destilada. A concentração de 0 mmol foi composta apenas água destilada.

As mudas de maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’, foram formadas em condições de casa de vegetação, irrigadas com água de 0,3 dS m^{-1}) por um período de 70 dias. Antes do semeio, as sementes de maracujazeiro-azedo foram embebidas nas soluções de ácido ascórbico (0; 0,8 e 1,6 mM) por um período de 24h, no escuro.

Aos 70 dias após o semeio (DAS), as mudas foram transplantadas para vasos adaptados a lisímetros de drenagem, com capacidade de 251 kg, preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 250 kg de Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa, procedente do município de Lagoa seca – PB. Os atributos físico-químicos do solo (tabela 1) foram analisados conforme Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo, na camada de 0 - 0,30 m, utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas								
pH H ₂ O	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺
1:2,5	g dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c kg ⁻¹					
4,93	9,3	10,7	0,2	0,51	1,77	1,60	2,64	0,51
.....Características químicas.....			Características físicas.....				
CE _{es}	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
dS m ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5 kPa ²
1,15	7,23	0,38	7,05	76,09	16,45	7,46	13,07	5,26

MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ e H⁺ extraídos com CaOAc 0,5 M pH 7,0; PST - Percentagem de sódio trocável; CE_{es} – Condutividade elétrica do extrato de saturação; FA – Franco arenoso; AD – Água disponível; DA - Densidade aparente; DP - Densidade de partículas; * - Capacidade do campo; ** - Ponto de murchamento.

A irrigação com água salina iniciou-se aos 18 DAT, realizada a cada 3 dias de forma manual, mantendo a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O volume de água aplicado foi determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimado pelo balanço hídrico acrescido da fração de lixiviação de 0,15, aplicada a cada 30 dias para evitar acúmulo excessivo de sais.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram realizadas conforme recomendação de Cavalcante (2008) para a cultura do maracujazeiro-azedo. A ureia, fosfato monoamônio e cloreto de potássio foram utilizados como fontes de nitrogênio, fósforo e potássio.

A fluorescência inicial (F₀), a máxima (F_m), a variável (F_v) e a eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m), foram determinadas pelo equipamento PEA – Hansatech aos 90 DAT, entre 6h e 9h na folha totalmente expandida situadas no terço superior. Nessas folhas, foram colocadas pinças foliares e, após um período de 30 min. de adaptação ao escuro determinou-se as variáveis.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ao nível de 0,05 de probabilidade e, quando significativo, foram submetidos ao teste de Tukey (em nível de 0,05 de probabilidade) de comparação de médias, desdobrando-se a interação sempre que a mesma for significativa a 5% utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.7 (FERREIRA, 2019). Todos os dados foram transformados em \sqrt{x} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os níveis de salinidade da água (CEa) e das concentrações de ácido ascórbico para a fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência do fotossistema II (F_v/F_m) do maracujazeiro-azedo (Tabela 2). Os níveis de salinidade da água e as concentrações de ácido ascórbico, de forma isolada, não influenciaram nenhuma das variáveis analisadas aos 90 DAT.

Tabela 2. Resumo do teste F para a fluorescência inicial (F₀), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v) e eficiência do fotossistema II (F_v/F_m) do maracujazeiro azedo irrigado com diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico, aos 90 dias após o transplantio.

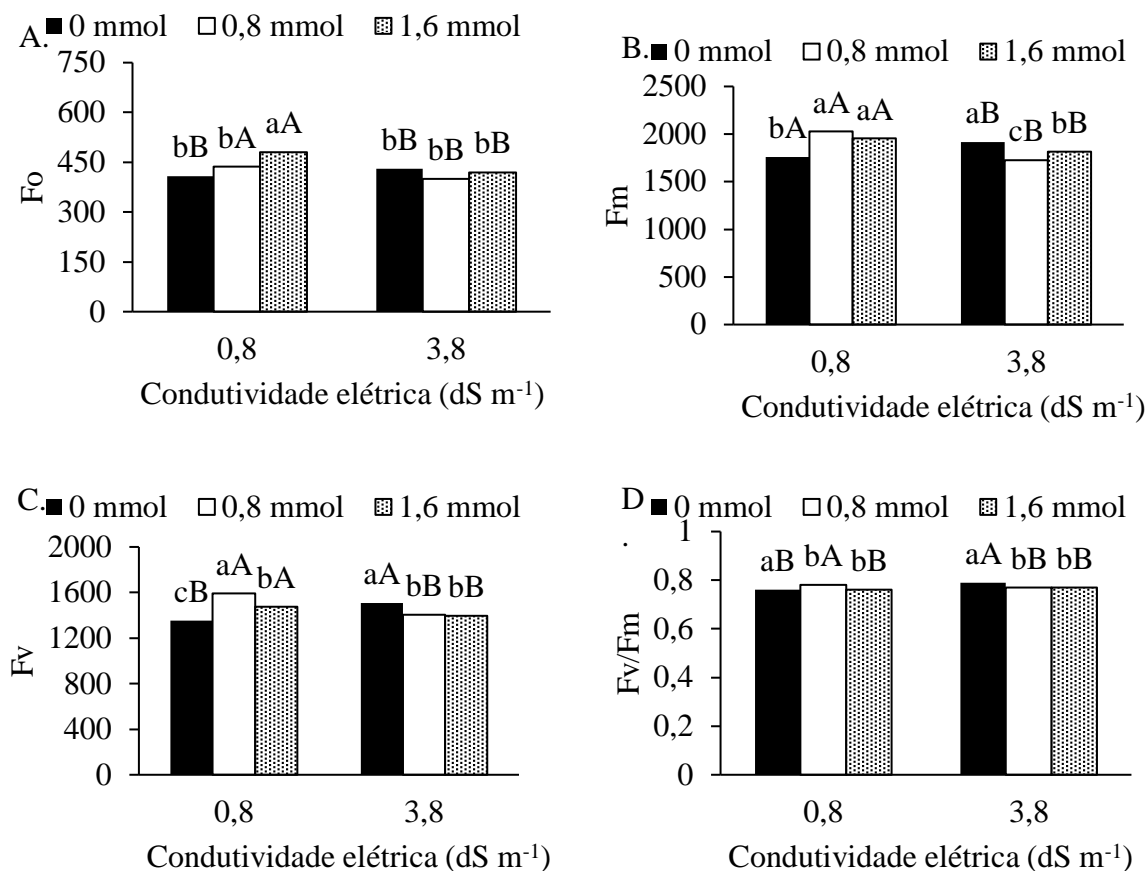
Fonte de variação	GL	Teste de F			
		F ₀	F _m	F _v	F _v /F _m
Condutividade elétrica (CEa)	1	**	**	ns	ns
Ácido ascórbico (AsA)	2	**	ns	ns	**
Interação (CEa × AsA)	2	**	**	**	**
Blocos	2	ns	ns	ns	ns
Resíduo	10	-	-	-	-
CV (%)		3,75	8,54	4,73	5,10

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 salinidade da água de irrigação de 0,8 para 3,6 Cea dS m⁻¹ afetou negativamente a fluorescência inicial (Figura 2A) apresentando o menor valor de (399,66) no maior nível salino da água de irrigação (3,8 dS m⁻¹) e na concentração (0,8 mM) de ácido ascórbico. Já o maior valor máximo estimado de 480 foi obtido nas plantas submetidas ao menor nível salino e na concentração de 1,6 mM de ácido ascórbico. Já nas plantas cultivadas sob o maior nível salino (3,8 Cea m⁻¹) houve efeito benéfico da aplicação foliar das concentrações de ácido de ascórbico, apresentando aumento de 7% quando foi elevada a concentração de ascórbico de 0,8 mM para 1,6 mM no mesmo nível de salinidade; Já o maior valor encontrado foi na testemunha (430). Ao comparar as plantas submetidas a CEa de 0,8 dS m⁻¹ com as que receberam 3,8 dS m⁻¹, observa-se que o ácido ascórbico não atenuou os efeitos deletérios da salinidade, pois as menores médias observadas foram na maior salinidade da água de irrigação, exceto na testemunha.

A fluorescência máxima – (F_m) apresentou o mesmo comportamento observado para F₀, ou seja, houve redução com incremento da salinidade da água (Figura 2B) de irrigação exceto para a testemunha (0 mM) que apresentou aumento de 8%. Nas plantas submetidas a CEa de 0,8 dS m⁻¹ foi obtido o maior valor para F_m (2028). Comparando-se o valor com a menor média observada pode-se destacar aumento de 13,14% (266,67). Para o maior nível salino CEa de 3,8

dS m⁻¹, o maior valor encontrado foi na testemunha (0 mM) (1914,35) já o menor valor foi observado na concentração de 0,8 mM (1727) aumento de 9,78%.



Médias seguidas por letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 2. Fluorescência inicial – F₀ (A), fluorescência máxima - F_m (B), fluorescência variável - F_v (C) e eficiência quântica do fotossistema II - F_v/F_m (D) das plantas de maracujazeiro-azedo, em função da salinidade da água de irrigação – CEA e das concentrações de ácido ascórbico, aos 90 dias após o transplântio (DAT).

De forma similar a F_m, a fluorescência variável – (F_v) (Figura 2C) diminuiu com o aumento da Cea, exceto no tratamento testemunha. As plantas submetidas a CEA 3,8 dS m⁻¹ apresentaram as maiores médias (1509,33) em 0 mM de concentração de AA e o menor valor e CEA 0,8 dS m⁻¹ (1353,33) aumento de 10,33% (156). Para as concentrações de (0,8 e 1,6 mM), houve redução de 11,75% (187) e 5,33% (78,67) respectivamente. A menor salinidade, apresentou valor máximo de (1590,66) na concentração de 0,8 mM e valor mínimo de (1474) na testemunha.

A eficiência quântica do fotossistema II – (F_v/F_m) (Figura 2D), se elevou para a concentração de 0 mM comparando os dois níveis salinos da água de irrigação. As plantas submetidas a salinidade da água de 3,8 dS m⁻¹ apresentou a maior média observada (0,79). Por outro lado, o menor valor foi obtido nas plantas cultivadas sob CEA de 0,8 dS m⁻¹ (0,76).

CONCLUSÕES

As concentrações de ácido ascórbico não atenuam os efeitos nocivos do estresse salino sobre a fluorescência da clorofila a das plantas de maracujazeiro-azedo sob estresse salino. A salinidade da água de irrigação de 3,8 dS m⁻¹ reduz a fluorescência inicial, a máxima, a variável, e a eficiência quântica do fotossistema II das plantas de maracujazeiro-azedo, aos 90 dias após o transplântio (DAT).

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de auxílio financeiro para condução da pesquisa, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/UFCG pelo local do desenvolvimento da pesquisa, e pela concessão de bolsa de pesquisa ao nível de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE; SILVA, S. S. DA; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. DA. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 12, p. 945-951, 2019.
- CAVALCANTE, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco**. 3.ed. Recife, PE: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 212p.
- FATAH, E. M. A; SADEK, K. A. Impact of Different Application Methods and Concentrations of Ascorbic Acid on Sugar Beet under Salinity Stress Conditions. **Alexandria Journal of Agricultural Sciences**, v. 65, n. 1, p. 31-44, 2020.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal, 2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pmc/brasil>>. Acesso em: 12 jul. 2022.

LIMA, G. S.; SILVA, J. B.; PINHEIRO, F. W. A.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R. Potássio não atenua o estresse salino no maracujazeiro amarelo sob estratégias de manejo de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1082-1091, 2020.

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. 1992, 173p.

NUNES, R. L. DE L.; PINHEIRO, P. R.; CABRAL, F. A. S.; SILVA, J. B.; DUTRA, A. S. Ácido ascórbico em sementes de feijão-caupi sob estresse salino. **Journal of seed science**, v. 41, n. 4, p. 441-451, 2019.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: U.S. Department of Agriculture. 1954. 160 p. USDA Handbook 60.

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