

COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALOBRAS E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO

Vitória Dantas de Sousa¹, Thiago Galvão Sobrinho², Geovani Soares de Lima³, Carlos Alberto
Vieira de Azevedo³, Kheila Gomes Nunes⁴, Francisco Braz Gonçalves de Melo¹

RESUMO: A escassez qualitativa e quantidade dos recursos hídricos no semiárido é um fator limitante para expansão da agricultura irrigada. Propôs-se neste trabalho avaliar o efeito da aplicação de concentrações de ácido salicílico nos componentes de produção do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salobras. O experimento foi conduzido sob condições de ambiente protegido na UFCG, em Campina Grande – PB, utilizando o delineamento de blocos casualizados em esquema parcelas subdivididas, cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m⁻¹) consideradas as parcelas e duas concentrações de ácido salicílico AS - (0 e 1,2 mM) as subparcelas, com 3 repetições. A irrigação com água de condutividade elétrica superior a 0,8 dS m⁻¹ reduziu os diâmetros equatorial e polar dos frutos de maracujazeiro-azedo. A aplicação de AS na concentração de 1,2 mM elevou o diâmetro polar e amenizou os efeitos do estresse salino sobre a espessura de casca dos frutos de maracujazeiro-azedo.

PALAVRAS-CHAVE: Fitormônio, estresse abiótico, semiárido.

YIELD COMPONENTS OF SOUR PASSION FRUIT IRRIGATED WITH SALINE WATER AND TREATED WITH SALICYLIC ACID

ABSTRACT: The qualitative and quantitative scarcity of water resources in the semi-arid region is a limiting factor for the expansion of irrigated agriculture. This study aimed to evaluate the effect of applying different concentrations of salicylic acid on the production components

¹ Discentes do Curso de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: vdantas.jjpa@gmail.com, francisco.goncalves@estudante.ufcg.edu.br;

² Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: thiago.galvao@estudante.ufcg.edu.br;

³ ⁴ Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; cvieiradeazevedo@gmail.com.

⁴ Discentes do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: kheilagomesnunes@gmail.com

of sour passion fruit irrigated with brackish water. The experiment was conducted under protected environment conditions at UFCG, in Campina Grande – PB, using a randomized block design in a split-plot arrangement, with five levels of irrigation water electrical conductivity – EC_w (0.8; 1.6; 2.4; 3.2 and 4.0 dS m⁻¹) as the main plots and two concentrations of salicylic acid – SA (0 and 1.2 mM) as the subplots, with three replications. Irrigation with water having an electrical conductivity greater than 0.8 dS m⁻¹ reduced the equatorial and polar diameters of sour passion fruit. The application of SA at a concentration of 1.2 mM increased the polar diameter and mitigated the effects of salt stress on the peel thickness of sour passion fruit.

KEYWORDS: Phytohormone, abiotic stress, semi-arid.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora Edulis* Sims) é uma cultura cujo centro de origem é a América do sul, especificamente do Brasil, Argentina e Paraguai (ALZIRA et al., 2022). Em 2023, o Brasil produziu mais de 771 mil toneladas de maracujá em uma área de 45.947 hectares. A maior área cultivada foi registrada na região Nordeste, entretanto, a produtividade média da foi 14.982 kg ha⁻¹ por ano, abaixo da região Sul, com 22.224 kg ha⁻¹ (IBGE, 2025).

Do ponto de vista econômico e comercial o maracujazeiro desempenha um papel importante no Brasil, especialmente para pequenos e médios produtores das regiões semiáridas, contribuindo para a geração de emprego e renda (AGUIAR et al., 2017). Contudo, nestas regiões é comum a ocorrência de altas concentrações de sais nas águas de irrigação, sendo um fator limitante para a produção de culturas sensíveis sob condições irrigadas (SILVA et al., 2018).

Desse modo, é necessário o estudo de estratégias que possibilitem o uso dessas águas na agricultura. Entre as estratégias adotadas para mitigar os efeitos do estresse salino nas plantas, destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico (AS). Esse composto atua como um fitormônio envolvido na regulação de diversos processos fisiológicos, como o transporte de íons, a fotossíntese, condutância estomática, transpiração, entre outros (KUMAR et al., 2022). Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação do ácido salicílico nos componentes de produção do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salobras em área semiárida.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizada no campus sede na cidade de Campina Grande, Paraíba - PB, nas coordenadas geográficas 7°15'18'' de latitude Sul, 35°52'28'' de longitude Oeste e altitude de 550 metros.

Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de condutividade elétrica na água de irrigação CEa – (0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m⁻¹) e duas concentrações de ácido salicílico AS - (0 e 1,2 mM), dispostos em delineamento inteiramente casualizados em parcelas subdividas, considerando-se os níveis de condutividade elétrica na água de irrigação as parcelas e as concentrações de ácido salicílico as subparcelas.

As concentrações de ácido salicílico foram adaptadas de pesquisa realizada por Silva et al. (2020), com graviola cv. Morada Nova, e os níveis de condutividade elétrica foram baseados no estudo desenvolvido por Andrade et al. (2019), com o maracujazeiro-azedo. As águas salinas foram preparadas pela adição de sais em água de abastecimento (CEa de 0,38 dS m⁻¹), utilizando-se NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, relação que predomina nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro (MEDEIROS, 1992), obedecendo-se à relação entre CEa e a concentração dos sais (mmolc L⁻¹ = CEa × 10) (RICHARDS, 1954).

As mudas foram formadas por meio da semeadura de três sementes em sacos plásticos medindo 15 × 20 cm, preenchidos com um substrato composto por 84% de solo, 15% de areia e 1% de húmus (v/v). As mudas foram transplantadas para lisímetros de drenagem 70 dias após a semeadura (DAS). O experimento foi conduzido em vasos plásticos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 200 L, preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita seguida de 200 kg de solo classificado como Neossolo, coletado na profundidade de 0–30 cm na zona rural do município de Lagoa Seca – PB. As características físico-químicas desse solo foram determinadas segundo as metodologias descritas por Teixeira et al., (2017).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo, na camada de 0-30 cm, 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					
6,5	8,1	79	0,24	0,51	14,9	5,4	0	0,9
.....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 kPa ¹	1519,5 kPa ²
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄ OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE_{es} - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; 1,2 referindo a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

O manejo de adubação seguiu a metodologia sugerida por Costa et al., (2008) para a cultura do maracujá, com aplicação de 50 g de superfosfato simples por planta como adubação de base. A adubação nitrogenada (225 g por planta) e a adubação potássica (345 g por planta) foram fracionadas em 18 parcelas e aplicadas em intervalos de 15 dias via fertirrigação, utilizando ureia como fonte de nitrogênio e cloreto de potássio como fonte de potássio. Foram realizadas aplicações de micronutrientes quinzenalmente utilizando uma solução micro Dripsol®, para suprir as exigências nutricionais, na concentração de 1,0 g L⁻¹, contendo Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%) e Mo (0,05%), por via foliar, nas faces adaxial e abaxial das folhas, utilizando um pulverizador costal.

A aplicação das águas salinas teve início aos 30 dias após o transplântio (DAT), com turno de rega de dois dias, aplicando-se a água em cada lisímetro conforme o tratamento, de forma a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O volume a ser aplicado foi determinado com base nas necessidades hídricas das plantas.

As soluções de ácido salicílico, em concentração adequada, foram obtidas por meio da dissolução em álcool etílico a 30%, preparadas imediatamente antes de cada aplicação. A primeira aplicação foi realizada 15 dias após o transplântio das mudas, e seguiu-se sendo feitas em intervalos de 30 dias, até o início da fase de floração, com pulverização foliar até o completo molhamento das folhas, entre 17h00 e 18h00, utilizando um pulverizador costal (Jacto XP® — Jacto, Pompeia, SP, Brasil), com capacidade de 12 L, pressão de trabalho máxima de 88 psi (6 bar) e bico JD 12P. Durante a pulverização do ácido salicílico, foi utilizada uma estrutura com lona plástica para evitar que a solução se dispersasse para plantas vizinhas.

Os frutos maduros, os que apresentavam casca amarela, foram colhidos de 190 a 258 DAT. Após a colheita, foram determinados o diâmetro equatorial do fruto (DE, mm) e diâmetro polar do fruto (DP, mm), espessura de casca (Ec, mm) e peso de polpa (PP, g por planta).

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (teste de Shapiro-Wilk) ao nível de 0,05 de probabilidade. Em seguida foi realizada análise de variância ao nível de 0,05 de probabilidade, e nos casos de significância, foi feita uma análise de regressão polinomial para os níveis de CEa e teste de Fisher para as concentrações de AS, utilizando-se o software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e as concentrações de ácido salicílicos (Tabela 1) para o peso de polpa, à $p \leq 0,01$ e espessura de casca, à $p \leq 0,05$. Já os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram significativamente os diâmetros equatorial e polar. As concentrações de AS afetaram de forma significativa o DP dos frutos de maracujazeiro-azedo.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente à diâmetro equatorial (DE) e polar (DP), espessura de casca (Ec) e peso de polpa (PP) de plantas de maracujá-azedo irrigadas com águas salobras e submetidas à aplicação ácido salicílico.

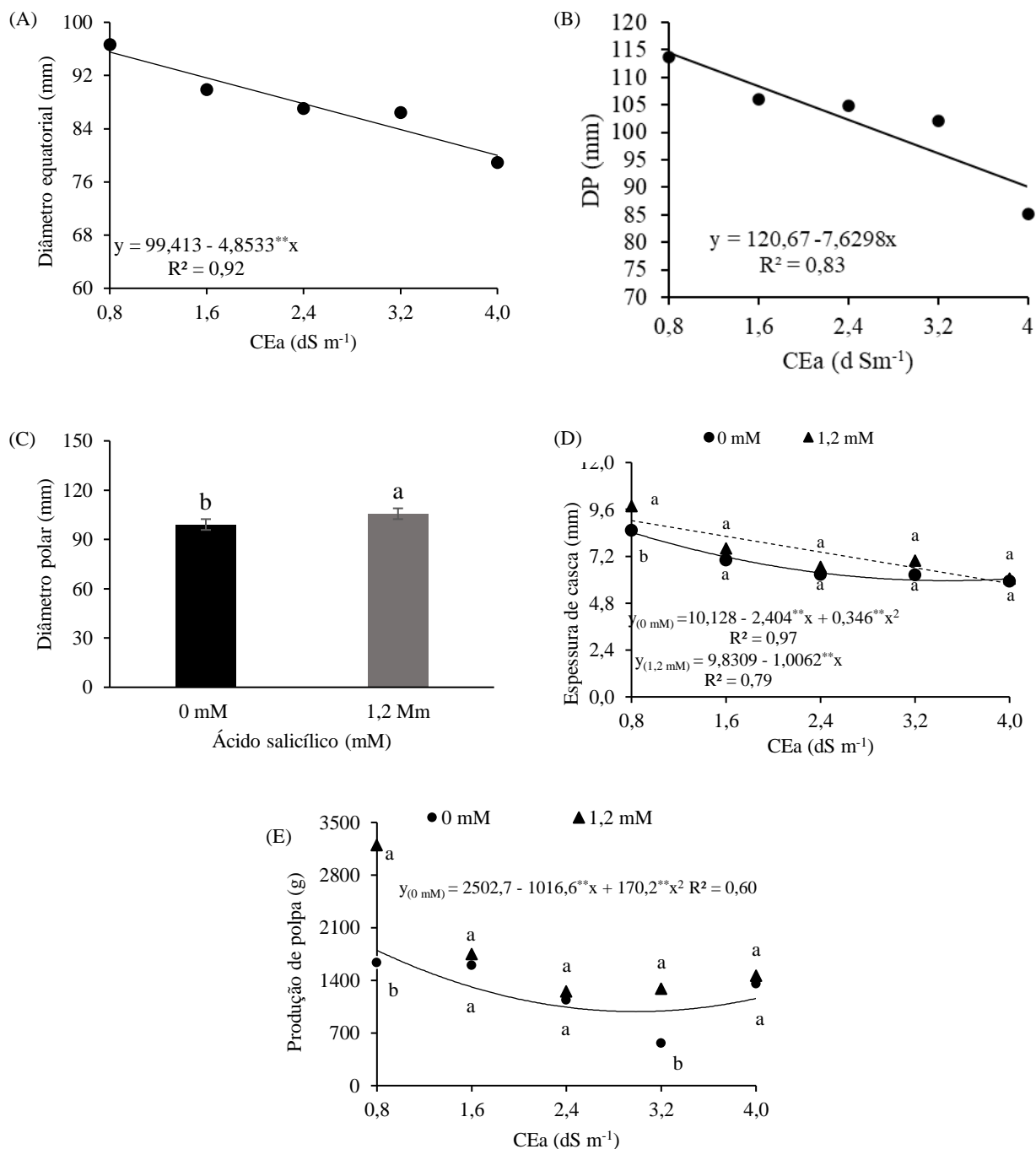
Fonstes de variação	Quadrados médios				
	GL	DE	DP	Ec	PP
Níveis salinos (NS)	4	$2,44 \times 10^{-2**}$	$6,68 \times 10^{-2**}$	9,12**	$1,94 \times 10^{-6**}$
Regressão linear	1	$9,04 \times 10^{-2**}$	$2,23 \times 10^{-3**}$	$2,93 \times 10^{-1**}$	$4,59 \times 10^{-6**}$
Regressão quadrática	1	0,23 ^{ns}	$1,76 \times 10^{-2**}$	4,99**	$3,01 \times 10^{-6**}$
Resíduo I	10	$3,93 \times 10^{-1}$	6,00	0,21	$2,77 \times 10^{-4}$
Acido Salicilico (AS)	1	167×10^{-2ns}	$3,24 \times 10^{-2*}$	0,01 ^{ns}	$1,43 \times 10^{-5*}$
Interação (NS x AS)	4	$2,35 \times 10^{-1ns}$	$3,86 \times 10^{-1ns}$	0,99*	$1,09 \times 10^{-6**}$
Resíduo II	10	$7,67 \times 10^{-1}$	$5,42 \times 10^{-2}$	0,26	$2,84 \times 10^{-6}$
CV ₁ (%)		7,15	2,39	6,47	10,90
CV ₂ (%)		9,98	7,20	7,29	11,05

GL: graus de liberdade. CV: coeficiente de variação. ns, * e ** não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente.

Para o diâmetro equatorial (Figura 1A), verifica-se que a irrigação com água salobra proporcionou um decréscimo linear de 4,88% por incremento unitário de condutividade elétrica na água de irrigação. Já para o diâmetro polar (Figura 1B) observa-se que a irrigação salobra ocasionou uma diminuição de 6,32% por incremento unitário de CEa.

A diminuição nos diâmetros dos frutos é consequência das restrições ocorridas nas trocas gasosas e da baixa translocação de fotoassimilados, em grande parte devido a limitações na

absorção de nutrientes e água, incluindo a competição nos sítios de absorção entre Na^+ e K^+ , o que limita a expansão dos frutos (FERREIRA et al., 2020). Lacerda et al. (2022) também verificaram que a irrigação com água de $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ afetou negativamente os componentes de produção da goiabeira, reduzindo os diâmetros polar e equatorial, perdas respectivas de 7,21 e 6,83% em comparação com os valores obtidos em plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de $0,6 \text{ dS m}^{-1}$.



*, ** Significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$ pelo teste F; As médias seguidas da mesma letra indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de F.

Figura 1. Diâmetro equatorial – DE (A), diâmetro polar – DP (B e C), espessura de casca – Ec (D) e peso de polpa – PP (E) de frutos de maracujazeiro-azedo irrigadas com águas salobras e submetidas à aplicação ácido salicílico.

O DP dos frutos também foi afetado, isoladamente, pela aplicação do ácido salicílico (Figura 1C), sendo o maior valor (105,65 mm) obtido nas plantas de maracujazeiro-azedo submetidas a aplicação da concentração de 1,2 mM de ácido salicílico em relação às plantas sem aplicação da aplicação de ácido salicílico (99,07mm).

Para a espessura de casca (Figura 1C), observa-se que na ausência da aplicação de AS (0 mM) proporcionou maior valor estimado (8,42 mm) nas plantas irrigadas com CEa de 0,8 dS m⁻¹ representando uma redução de 29,35% em relação ao menor valor (5,95 mm) observado na CEa de 3,5 dS m⁻¹. Por outro lado, observa-se que a aplicação de 1,2 mM resultou em um decréscimo de 10,23% por incremento unitário de CEa. No desdobramento da interação das concentrações de AS em cada nível salino, verifica-se superioridade da Ec das plantas que receberam 1,2 mM de ácido salicílico sob CEa de 0,8 dS m⁻¹.

Foi observado efeito benéfico na aplicação de ácido salicílico para a variável de diâmetro polar (de forma isolada) e para as variáveis de espessura de casca, com interação entre os níveis de CEa e as AS. O efeito benéfico do ácido salicílico sobre os componentes de produção do maracujazeiro-azedo pode estar relacionado ao seu papel na redução da absorção de Na⁺ e no aumento da absorção de N, P, K, Ca e Mg pelas plantas (FARHANGI-ABRIZ et al., 2018). Resultados semelhantes foram obtidos por Galvão Sobrinho et al., (2023) em estudo com maracujazeiro azedo irrigado com água salobra (0,8, 2,4, 3,2 e 4,0 dS m⁻¹) e aplicação foliar de ácido salicílico (0, 1.2, 2.4, e 3.6 mM).

Para o peso de polpa (Figura 1D) observa-se que o maior valor para variável (1798,34 g) foi obtido para as plantas irrigadas com a CEa de 0,8 dS m⁻¹, redução de 45,24% ao comparar sob irrigação com CEa de 4,0 dS m⁻¹. A redução das variáveis de produção de frutos de maracujá azedo deve-se ao excesso de sais na água de irrigação que provoca a inibição dos processos fisiológicos e metabólicos das plantas, afetando negativamente os componentes de produção (HOSSSEN et al., 2022).

CONCLUSÕES

A irrigação com água de condutividade elétrica superior a 0,8 dS m⁻¹ reduz os diâmetros equatorial e polar dos frutos de maracujazeiro-azedo. A aplicação de ácido salicílico na concentração de 1,2 mM inibiu os efeitos deletérios dos sais no diâmetro polar e na espessura de casca.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de auxílio financeiro para condução da pesquisa, a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UAEEA/UFCG, 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 bolsa de pesquisa ao nível de mestrado e doutorado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A. V. M.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, R. M.; DANTAS, T. A. G.; SANTOS, E. C. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, p.136-148, 2017.
- ALZIRA, M. de S.; SILVA NETA; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S de.; NOBRE, R. G.; SOUSA, D. D. A de.; FERREIRA, F. N.; LACERDA, C. N. de. Fitomassas e qualidade de mudas de maracujazeiro-azedo sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*. v. 45, p.63-73, 2022.
- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S de.; LIMA, V. L. A de; SILVA, S. S.; GHEYI, H. R.; ARAÚJO, A.C.; GOMES, J. P.; SOARES, L. A. dos A. Production and postharvest quality of yellow passion fruit cultivated with saline water and hydrogen peroxide. **AIMS Agriculture and Food**, v.4, p.907-920, 2019.
- COSTA, A. de F. S. da.; COSTA, A. N. da.; VENTURA, J. A.; FANTON, C. J.; LIMA, I. de. M.; CAETANO, L. C. S.; SANTANA, E. N. de. **Recomendações Técnicas Para o Cultivo do Maracujazeiro**. v. 1, p.56, 2008.
- FARHANGI-ABRIZ, S.; GHASSEMI-GOLEZANI, K. How can salicylic acid and jasmonic acid mitigate salt toxicity in soybean plants? **Ecotoxicol. Environ. Saf.** v.147, p.1010-1016, 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.

FERREIRA, J. F; SILVA FILHO, J. B. da; LIU, X; SANDHU, D. Spinach plants favor the absorption of K^+ over Na^+ regardless of salinity, and may benefit from Na^+ when K^+ is deficient in the soil. **Plants**, v.9, p.507- 527, 2020.

HOSSEN, M. S; KARIM, M. F; FUJITA, M; BHUYAN, M. H. M. B; NAHAR, K; MASUD, A. A. C; MAHMUD, J. A; HASANUZZAMAN, M. Comparative physiology of Indica and Japonica rice under salinity and drought stress: An intrinsic study on osmotic adjustment, oxidative stress, antioxidant defense and methylglyoxal detoxification. **Stresses**, v.2, p. 156-178, 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de maracujá no Brasil. **Senso Agro 2023**. Acessado em: 27/07/2025

KUMAR, S.; AHANGER, M. A.; ALSHAYA, H.; JAN, B.L.; YERRAMILI, V. Salicylic acid mitigates salt induced toxicity through the modifications of biochemical attributes and some key antioxidants in *Capsicum annum*. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.29, p.1337–1347, 2022.

LACERDA, C. N, LIMA, G. S. de, SOARES, L. A, FÁTIMA, R. T., GHEYI, H. R. and AZEVEDO, C. A. V. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, p. 451-458, 2022.

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

SILVA, A. A. R da.; LIMA, G. S de.; AZEVEDO, C. A.V de.; VELOSO, L. L. de S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**. v. 33, p.1092-1101, 2020.

SILVA, E. M. da; LIMA, G. S de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. da S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 776-781, 2018.

SOBRINHO GALVÃO, T. G.; SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; LIMA, V. L. A. de; BORGES, V. E.; NUNES, K. G.; SOARES, L. A. dos. A.; SABOYA, L. M. F.; GHEYI, H. R.; GOMES, J. P.; FERNANDES. P. D, AZEVEDO. C. A.V. de. Foliar applications of salicylic acid on boosting salt stress tolerance in sour passion fruit in two cropping cycles. **Plants**, v. 12, 2023.

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