

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

Vitória Dantas de Sousa¹, Thiago Galvão Sobrinho², Geovani Soares de Lima³, Carlos Alberto
Vieira de Azevedo³, Denis Soares Costa⁴, Francisco Braz Gonçalves de Melo¹

RESUMO: O semiárido brasileiro é caracterizado por possuir precipitações irregulares e alta evapotranspiração, além de fontes hídricas com altos níveis de sais dissolvidos, prejudicando a agricultura. Logo, é necessário o estudo de estratégias para mitigar os efeitos deletérios do estresse salino, como a aplicação de ácido salicílico (AS). Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico na produção de maracujazeiro-azedo. O experimento foi conduzido sob condições de casa de vegetação pertencente a unidade acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA/UFCG), 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 salinidade da água de irrigação a partir de 0,8 dS m⁻¹ reduziu o número de frutos por planta de maracujazeiro-azedo. Por outro lado, a maior produção total e peso médio dos frutos das plantas de maracujazeiro-azedo são alcançados sob condutividade elétrica da água de irrigação de 0,8 e 1,6 dS m⁻¹, respectivamente. A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 1,2 mM aumenta o número de frutos e produção total do maracujazeiro-azedo.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse abiótico, semiárido, mitigação.

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 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 Discente 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;

PRODUCTION OF SOUR PASSION FRUIT IRRIGATED WITH SALINE WATER AND SALICYLIC ACID APPLICATION

ABSTRACT: The Brazilian semiarid region is characterized by irregular rainfall and high evapotranspiration, as well as water sources with high levels of dissolved salts, which are detrimental to agriculture. Therefore, it is necessary to study strategies to mitigate the deleterious effects of salt stress, such as the application of salicylic acid (SA). Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of salicylic acid on passion fruit production. The experiment was conducted under greenhouse conditions belonging to the Academic Unit of Agricultural Engineering (UAEA/UFCG), Campina Grande - PB, using a randomized block design in a split-plot scheme, five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.8, 1.6, 2.4, 3.2 and 4.0 dS m⁻¹) considered the plots and two concentrations of salicylic acid AS - (0 and 1.2 mM) the subplots, with three replicates. Irrigation water salinity from 0.8 dS m⁻¹ reduced the number of fruits per sour passion fruit plant. On the other hand, the highest total production and average fruit weight of sour passion fruit plants are achieved under irrigation water electrical conductivity of 0.8 and 1.6 dS m⁻¹, respectively. Foliar application of salicylic acid at a concentration of 1.2 mM increases the number of fruits and total production of sour passion fruit.

KEYWORDS: Abiotic stress, semi-arid, mitigation.

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma planta cultivada em climas tropicais e subtropicais, valorizada pela qualidade, os frutos são utilizados para consumo in natura e processamento industrial (LIMA et al., 2020). Em 2023, o Brasil produziu mais de 771 toneladas de maracujá em 45.947 ha, produtividade média de 15,54 t/ha, destacando-se a região Nordeste responsável por 73,6% da produção nacional (IBGE, 2025).

Apesar do potencial do maracujazeiro-azedo, as altas concentrações de sais na água de irrigação tornam-se um fator limitante para o cultivo em regiões semiáridas (SILVA et al., 2018). Para minimizar os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas buscam-se estratégias, como a aplicação foliar de ácido salicílico (AS), que atua como fitormônio e regula processos fisiológicos como o transporte de íons, e a, fotossíntese, condutância estomática e transpiração (RAJESHWARI; BHUVANESHWAR, 2017). Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da

aplicação foliar de ácido salicílico na produção de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salobras.

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.

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	1519,5
2,15	16,54	0,16	3,08	572,7	100,7	326,6	kPa ¹	kPa ²
							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 NH₄OAc 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 (com casca amarela) foram colhidos entre 190 e 258 dias após o transplantio (DAT). Após a colheita, foram determinados o número de frutos por planta (NF, unidades por planta), produção total por planta (PT, g por planta), peso médio do fruto (PMF, g por fruto). Em seguida, foram realizadas análises pós-colheita dos frutos do maracujá azedo. Os sólidos solúveis (°Brix) foram medidos por leitura direta em refratômetro digital.

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 realizado 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 efeito significativo das concentrações de ácido salicílico (Tabela 1), sobre o número de frutos e produção total ($p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$), respectivamente. Os níveis salinos afetaram significativamente ($p \leq 0,01$) o peso médio dos frutos de maracujazeiro-azedo.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao número de frutos (NF), produção total (PT), peso médio dos frutos (PMF) e sólidos solúveis (SS) dos frutos de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salobras e submetidas à aplicação ácido salicílico.

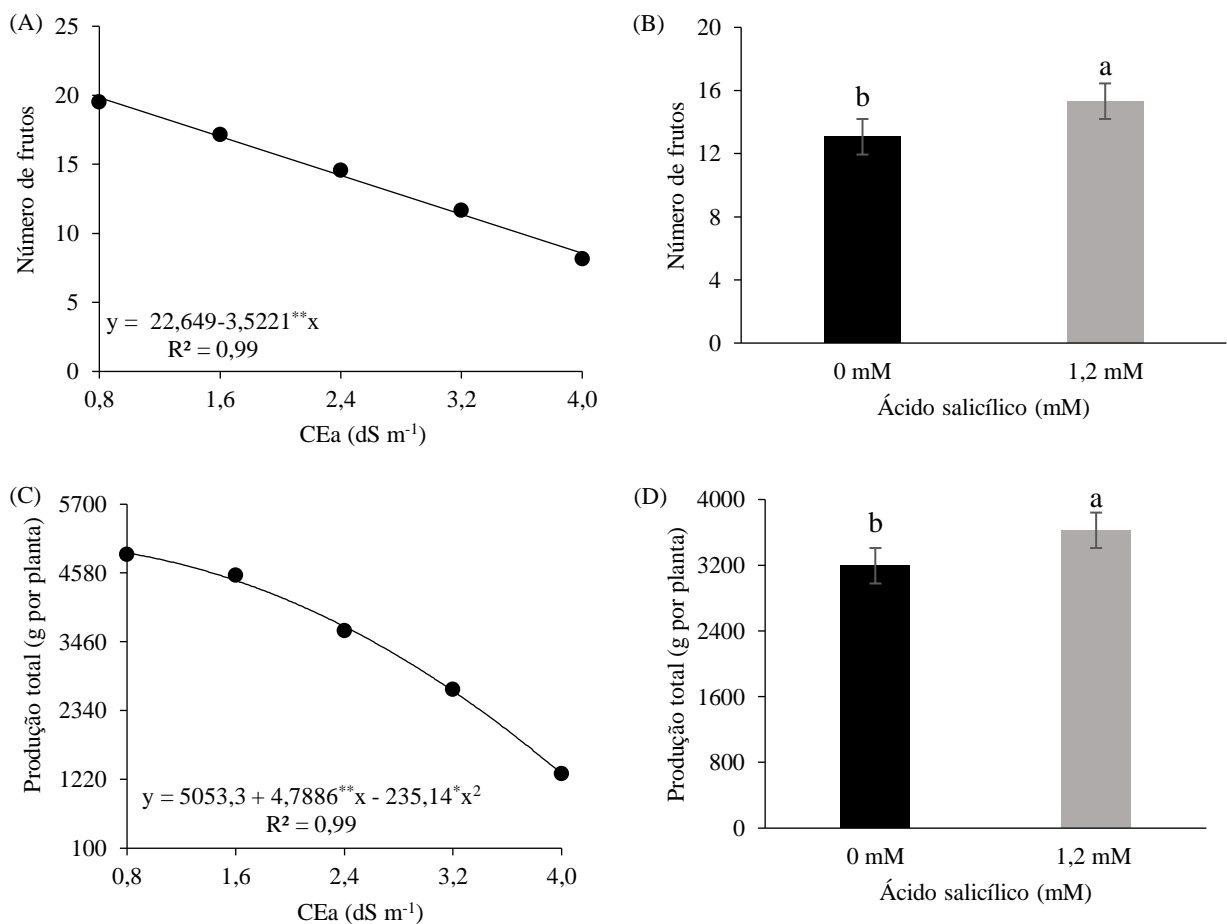
Fontes de variação	Quadrados médios				
	GL	NF	PT	PMF	SS
Níveis salinos (NS)	4	$1,19 \times 10^{-2**}$	$1,26 \times 10^{-7**}$	$8,70 \times 10^{-3**}$	0,80 ^{ns}
Regressão linear	1	$4,76 \times 10^{-2**}$	$4,85 \times 10^{-6**}$	$2,62 \times 10^{-4**}$	0,30 ^{ns}
Regressão quadrática	1	2,85 ^{ns}	$1,90 \times 10^{-6*}$	$6,36 \times 10^{-3**}$	0,95 ^{ns}
Resíduo	10	0,94	$2,30 \times 10^{-5}$	$1,97 \times 10^{-2}$	1,59
Acido Salicílico (AS)	1	$3,81 \times 10^{-2**}$	$1,39 \times 10^{-6*}$	$1,08 \times 10^{-3ns}$	2,92 ^{ns}
Interação (NS x AS)	4	0,69 ^{ns}	$5,93 \times 10^{-4ns}$	$1,44 \times 10^{-2ns}$	0,94 ^{ns}
Resíduo	10	1,26	$2,47 \times 10^{-5}$	$2,88 \times 10^{-2}$	1,46
CV 1 (%)		6,85	14,09	6,70	9,46
CV 2 (%)		7,92	14,58	8,09	9,06

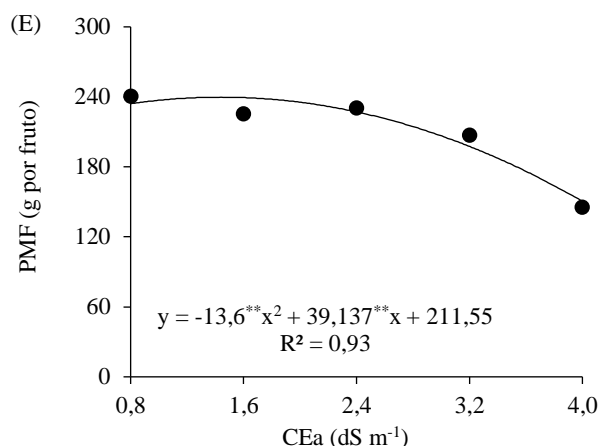
GL: graus de liberdade. CV: coeficiente de variação. ns, * e ** não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$, respectivamente.

A salinidade da água de irrigação afetou negativamente o número de frutos de maracujazeiro-azedo, cujo declínio foi de 15,55% (3,52 frutos) por incremento unitário de CEa (Figura 1A). A irrigação com água salobra também afetou de forma negativa a produção total de maracujazeiro, as plantas submetidas a de CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ obtiveram maior valor estimado (4906,64 g por planta) para a produção total (Figura 1C), representando uma redução de 73,30% em relação as plantas irrigadas com o maior nível salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$). Além disso, ao analisar

o peso médio de frutos (Figura 1E), verifica-se também que as plantas irrigadas com condutividade elétrica da água de irrigação de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ alcançaram a menor média estimada (239,69 g por fruto), ao comparar com o tratamento testemunha ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$) observa-se redução de 37,21%.

Esse fato pode ser explicado, pois sob condições de estresse salino, ocorre redução na atividade fotossintética e processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes, bem como o aumento no acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROS) e podem ser atribuídos aos efeitos osmóticos e iônicos causados por alta salinidade, reduzindo assim o rendimento produtivo das plantas (HASANUZZAMAN et al., 2023). O excesso de sais na água de irrigação também provoca a inibição dos processos fisiológicos e metabólicos, afetando negativamente os componentes de produção (HOSSEN et al., 2022). Resultados semelhantes foram encontrados por Ramos et al., (2022) ao analisarem maracujazeiro azedo irrigado com águas salobras ($0,6; 1,2; 1,8; 2,4$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$). Diminuição na produção do maracujá azedo em função da salinidade da água de irrigação também foram relatadas em estudos similares como em Andrade et al., (2019), Souto et al., (2023) e Pinheiro et al., (2023).





*, ** 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. Número de frutos – NF (A e B), produção total - PT (C e D) e peso médio dos frutos - PMF (E) de plantas de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salobras e submetidas à aplicação ácido salicílico.

O número de frutos (Figura 1B) e a produção total de frutos (Figura 1D) de maracujazeiro também foram afetados, isoladamente, pelas concentrações de ácido salicílico, observa-se que houve aumento no número de frutos nas plantas submetidas a aplicação da concentração de 1,2 mM, obtendo maior valor (15,32), ao comparar às plantas sem aplicação da aplicação de ácido salicílico (13,06), comparando os valores se observa um aumento de 17,30%. A aplicação de AS na concentração de 1,2 mM resultou em maior produção por planta (3625,28 g por planta), porém sem aplicação de AS (0 mM) a produção foi de 3193,50 g, ao comparar os valores observa-se que houve um aumento de 13,52%. O efeito benéfico do ácido salicílico para as variáveis de produção do maracujá azedo pode estar relacionado ao seu potencial em reduzir a absorção de Na⁺ e aumentar a absorção de N, P, K, Ca e Mg pelas plantas (FARHANGI-ABRIZ et al., 2018).

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/UFMG, ao programa de Pós-Graduação em Engenharia agrícola da Universidade Federal de Campina Grande – PPGEA/UFMG pelo local do desenvolvimento da pesquisa e pela concessão de bolsa de pesquisa ao nível de mestrado e doutorado.

CONCLUSÕES

A salinidade da água de irrigação a partir de 0,8 dS m⁻¹ reduziu o número de frutos por planta de maracujazeiro-azedo. Por outro lado, a maior produção total e peso médio dos frutos das plantas de maracujazeiro-azedo são alcançados sob condutividade elétrica da água de irrigação de 0,8 e 1,6 dS m⁻¹, respectivamente. A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 1,2 mM aumenta o número de frutos e produção total do maracujazeiro-azedo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ANDRADE, E. M.; DE LIMA, G. S.; DE LIMA, V. L. A.; DA SILVA, S. S.; GHEYI, H. R.; DA SILVA, A. A. R. Gas exchanges and growth of passion fruit under saline water irrigation and H₂O₂ application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p. 945-951, 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, 56p, 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.

HASANUZZAMAN, M; RAIHAN, M. R. H.; ALHARBY, H. F; AL-ZAHRANI, H. S; ALSAMADANY, H; ALGHAMDI, K. M; NAHAR, K. Foliar application of ascorbic acid and tocopherol in conferring salt tolerance in rapeseed by enhancing K⁺/Na⁺ homeostasis, osmoregulation, antioxidant defense, and glyoxalase system. **Agronomy**, v.13, p361, 2023.

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

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 de mestrado, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 1992. 196p.

PINHEIRO, F. W. A; DE LIMA, G. S; SOUSA, P. F. N; DE SOUZA, W. B; SOARES, L. A. dos. A; GHEYI, H. R; FELIX, C. M; PAIVA, F. J. da. S. Potassium fertilization in the cultivation of sour passion fruit under irrigation strategies with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.27, p. 42-50, 2023.

RAJESHWARI, V.; BHUVANESHWARI, V. Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. **International Journal of Plant Biology and Research**, v.5, p.1067-1073, 2017.

RAMOS, J. G.; DE LIMA. V. L. A; DE LIMA, G. S; NUNES. K. G; PEREIRA. M. de O; PAIVA. F. J. da S. Produção e qualidade pós-colheita do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas e aplicação exógena de H₂O₂. **Irriga**, v. 27, p. 540-556, 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. S.; SOUZA, L. 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.

SOUTO, A.G. DE L; CAVALCANTE, L. F; MELO, E. N; CAVALCANTE, Í. H. L.; DA SILVA, R. Í. L; DE LIMA, G. S; MESQUITA, F. O. Salinity and mulching effects on nutrition and production of grafted sour passion fruit. **Plants**, v.12, p.1035, 2023.

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