



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MÉTODOS DE APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ASCÓRBICO NO
CULTIVO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS**

EDMILSON JÚNIO MEDEIROS CAETANO

CAMPINA GRANDE-PB

2024

EDMILSON JÚNIO MEDEIROS CAETANO

Engenheiro Agrônomo

**MÉTODOS DE APLICAÇÃO E CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ASCÓRBICO NO
CULTIVO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem

Orientadores: Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo

Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Campina Grande – PB

Fevereiro – 2024

C128m

Caetano, Edmilson Júnio Medeiros.

Métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico no cultivo de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas / Edmilson Júnio Medeiros Caetano. – Campina Grande, 2024.

58 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2024.

"Orientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, Prof. Dr. Geovani Soares de Lima".

Referências.

1. Maracujá (*Passiflora edulis Sims.*) – Cultura. 2. Estresse Salino. 3. Composto Não-enzimático. 4. Fruticultura. 5. Irrigação e Drenagem. I. Azevedo, Carlos Alberto Vieira de. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 634.776.3(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA AGRICOLA
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

EDMILSON JÚNIO MEDEIROS CAETANO

**“MÉTODOS DE APLICAÇÃO E
CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO ASCÓRBICO NO
CULTIVO DE MARACUJAZEIRO-AZEDO
IRRIGADO COM ÁGUAS SALINAS”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Aprovada em: 16/02/2024

Carlos Alberto Vieira de Azevedo - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Geovani Soares de Lima - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Jose Dantas Neto - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

André Alisson Rodrigues da Silva - Examinador(a) Externo(a) - PDPG/UFCG



Documento assinado eletronicamente por **André Alisson Rodrigues da Silva, Usuário Externo**, em 03/04/2024, às 09:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSÉ DANTAS NETO, Usuário Externo**, em 03/04/2024, às 15:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **GEOVANI SOARES DE LIMA, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR-VISITANTE**, em 04/04/2024, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ALBERTO VIEIRA DE AZEVEDO, PROFESSOR 3 GRAU**, em 06/04/2024, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **4333367** e o código CRC **9A04DAD6**.

Referência: Processo nº 23096.003539/2024-80

SEI nº 4333367

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter dado força e coragem durante esses dois anos de curso e por ter iluminado meu caminho desde o início da minha vida.

À Universidade Federal de Campina Grande, em especial, a coordenação do programa de pós-graduação em engenharia agrícola.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

Aos meus pais, Edmilson Caetano, em especial, a minha mãe Maria Dilma, que foi a pessoa mais presente durante todo o curso.

Ao meu irmão, Eliezio Medeiros e sua esposa Gilvânia, que me ajudaram em vários momentos.

Aos meus orientadores, Prof Dr. Geovani Soares de Lima e Prof. Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo, pela orientação no trabalho e ensinamento durante o curso.

A todos os professores, técnicos administrativos e aos terceirizados da UFCG, em especial, Marciano, Branco e Ivanildo, aos professores, Vera, Sallydelândia e Luciano.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa “Manejo do solo, água e planta na região semiárida” (MSAP), em especial, a Thiago Filipe, Lucyelly Dâmela, a Jessica Capitulino, André Alisson, Allesson Ramos, Larissa Fernanda, Vitoria Dantas, Denis Soares e Kheila Gomes que ajudaram com o experimento.

Aos meus amigos, Francisco de Assis, Mirandy Dias e Robson Felipe, pela ajuda nas avaliações da dissertação e ao meu amigo, Bruno Ferreira, por ter ajudado na capina da área onde estava minha pesquisa.

A todos os meus familiares, em especial, ao meu primo, Constantino Wanderley, por ter dividido apartamento durante todo esse período em que eu estive no mestrado e por ter ajudado com minha pesquisa.

À banca examinadora pelas sugestões atribuídas ao meu trabalho de dissertação. Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta conquista, o meu eterno obrigado!

Aos meus avós, em especial, ao meu avô Nelson Medeiros e a minha avó Cícera Ferreira (*In memoriam*), que moldaram a minha vida de maneiras inigualáveis e na qual aprendi a importância de ser um ouvinte atento, a valorizar a história de cada pessoa e a enxergar a beleza nas pequenas coisas da vida.

MINHA HOMENAGEM

Aos meus pais, Edmilson Caetano e Maria Dilma, ao meu irmão Eliezio e a minha sobrinha Maria Eduarda, pelo amor, apoio e inspiração constante. Vocês são a base do meu sucesso e a alegria da minha vida.

DEDICO

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Geral	14
2.2. Específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. Aspectos gerais do maracujazeiro-azedo	15
3.2. Exigências edafoclimáticas e nutricionais.....	16
3.3. Disponibilidade de água no semiárido	17
3.4. Tolerância das plantas à salinidade	18
3.5. Salinidade da água e seus efeitos na cultura do maracujazeiro-azedo	19
3.6. Efeitos dos sais nos atributos físico-químicos do solo	21
3.7. Ácido ascórbico na mitigação do estresse salino	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1. Local do experimento	24
4.2. Delineamento experimental e tratamentos	24
4.3. Material genético e formação das mudas	25
4.4. Instalação e condução do experimento	26
4.5. Preparação das águas e manejo de irrigação	26
4.6. Preparo e aplicação das concentrações de ácido ascórbico	27
4.7. Manejo de poda de formação	28
4.8. Manejo de adubação	28
4.9. Variáveis avaliadas	29

4.9.1. Variáveis fisiológicas	29
4.9.1.1. Conteúdo relativo de água.....	29
4.9.1.2. Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar	29
4.9.1.3. Trocas gasosas.....	30
4.9.1.4. Fluorescência da clorofila <i>a</i>	30
4.9.1.5. Pigmentos fotossintéticos.....	30
4.9.2. Variável de crescimento	31
4.9.3. Variáveis de produção	31
4.10. Análise estatística	31
6. CONCLUSÕES.....	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados.....	25
Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.....	26
Tabela 3. Autovalores, porcentagem de variância total explicada, na análise de variância multivariada (MANOVA) e coeficientes de correlação (r) entre variáveis originais e os componentes principais.	34
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente a fluorescência inicial (F_0), fluorescência variável (F_v), eficiência quântica do fotossistema II – (F_v/F_m), fluorescência máxima (F_m), diâmetro do caule (DC) e volume de polpa (VP), do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 150 e 180 dias após o transplante.	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura máxima, mínima e umidade relativa média do ar observadas na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.....	24
Figura 2. Disposição das plantas de maracujazeiro-azedo na área experimental nas diferentes fases fenológicas: fase vegetativa (A), floração (B) e na fase de frutificação (C).	28
Figura 3. Projeção bidimensional dos escores dos componentes principais para os fatores métodos de aplicação de ácido ascórbico, concentrações de ácido ascórbico (AsA) e condutividade elétrica da água de irrigação (A), e das variáveis analisadas (B) nos dois componentes principais (CP1 e CP2).	35
Figura 4. Fluorescência inicial – F_0 (A), fluorescência variável – F_v (B), eficiência quântica do fotossistema II - F_v/F_m (C) e fluorescência máxima – F_m do maracujazeiro azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica (D), métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico (E), aos 150 dias após o transplântio.	40
Figura 5. Diâmetro do caule do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica – CEa, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 150 dias após o transplântio.	42
Figura 6. Volume de polpa (VP) do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica - CEa, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 180 dias após o transplântio.	43

CAETANO, E. J. M. **Métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico no cultivo de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas**. 2024. 58 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Linha de Concentração: Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB.

RESUMO

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limita o desenvolvimento da fruticultura irrigada em regiões semiáridas do Brasil. Nesse sentido, é de extrema importância a busca por estratégias que minimizem os efeitos do estresse salino como é o caso do uso de substâncias elicitoras como o ácido ascórbico; entretanto, os efeitos benéficos dependem do método de aplicação e das concentrações utilizadas. Sendo assim, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos de métodos de aplicação e de concentrações do ácido ascórbico sobre o crescimento, a fisiologia e a produção do maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$, correspondendo a três métodos de aplicação (embebição, pulverização e embebição + pulverização), três concentrações de ácido ascórbico (0; 0,8 e 1,6 mM) e dois níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa (0,8 e 3,8 dS m⁻¹) com três repetições, totalizando 54 parcelas experimentais e uma planta por parcela. Com relação aos resultados, a pulverização foliar de ácido ascórbico na concentração de 0,8 mM amenizou os efeitos do estresse salino do conteúdo relativo de água foliar, a síntese de pigmentos fotossintéticos, as trocas gasosas e a produção total de frutos do maracujazeiro-azedo quando irrigado com Cea de 3,8 dS m⁻¹. Já as plantas cultivadas com água de 0,8 dS m⁻¹ e aplicação foliar de 0,8 mM de ácido ascórbico, obtiveram o maior crescimento em diâmetro do caule e o maior volume de polpa nos frutos.

Palavras-chaves: *Passiflora edulis* Sims, estresse salino, composto não-enzimático, fruticultura

CAETANO, E. J. M. **Application methods and concentrations of ascorbic acid in the cultivation of sour passion fruit irrigated with saline water.** 2024. 58 p. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of Campina Grande, Center for Technology and Natural Resources. Campina Grande, PB.

ABSTRACT

Salinity is one of the abiotic stresses that most limits the development of irrigated fruit growing in semi-arid regions of Brazil. In this sense, it is extremely important to search for strategies that minimize the effects of salt stress, such as the use of eliciting substances such as ascorbic acid; however, the beneficial effects depend on the application method and the concentrations used. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effects of application methods and concentrations of ascorbic acid on the growth, physiology and production of sour passion fruit irrigated with saline water. The treatments were distributed in a randomized block design, in a $3 \times 3 \times 2$ factorial scheme, corresponding to three application methods (soaking, spraying and soaking + spraying), three concentrations of ascorbic acid (0; 0.8 and 1.6 mM) and two levels of electrical conductivity of irrigation water - EC_w (0.8 and 3.8 dS m⁻¹) with three replications, totaling 54 experimental plots and one plant per plot. Regarding the results, foliar spraying of ascorbic acid at a concentration of 0.8 mM mitigated the effects of saline stress on the relative leaf water content, the synthesis of photosynthetic pigments, gas exchange and the total production of sour passion fruit fruits. when irrigated with C_{ea} of 3.8 dS m⁻¹. Plants grown with water of 0.8 dS m⁻¹ and foliar application of 0.8 mM ascorbic acid achieved the greatest growth in stem diameter and the greatest volume of pulp in the fruits.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims, salt stress, non-enzymatic compound, fruit growing

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims) é uma frutífera pertencente à família Passifloraceae cultivada em países tropicais e subtropicais. Em 2022, o Brasil produziu 697.859 toneladas em uma área de 45.602 hectares, tendo o Nordeste a maior área plantada, no entanto, a produção média da região é de apenas 14.765 kg por ano, valores inferiores (21.290 kg) aos produzidos na região sul do país, por exemplo (IBGE, 2022).

Do ponto de vista econômico e comercial, o seu cultivo desempenha um papel de considerável importância no Brasil, visto que, a espécie está presente em praticamente todos os pomares, tendo um impacto significativo na geração de emprego e renda ao longo do ano, especialmente, para pequenos e médios produtores que vivem nas regiões semiáridas do país (Aguiar et al., 2017).

No entanto, a ocorrência de chuvas irregulares ao longo do ano combinada com a evaporação intensa, propicia o acúmulo de sais nas fontes de água dessa região, tendo impactos negativos nas plantas, resultando em restrições na absorção de água e nutrientes, devido ao estresse osmótico e iônico, afetando os processos fisiológicos, o crescimento e os componentes relacionados à produção (Silva Neta et al., 2021; Lima et al., 2022a).

O uso de águas salinas na irrigação pode prejudicar as funções metabólicas e bioquímicas das plantas provocando supressão de seu potencial produtivo através da redução da condutância estomática, da fotossíntese, da síntese de proteínas, das atividades enzimáticas e da degradação da clorofila (Liang et al., 2018). Além da salinidade ter o potencial de modificar o transporte de elétrons, afetando a atividade do fotossistema II, o qual desempenha um papel crucial na oxidação das moléculas de água para gerar elétrons (Nájar et al., 2019).

Por isso, várias estratégias vêm sendo adotadas para que seja possível reduzir os efeitos do estresse salino nas plantas, dentre elas a aplicação de ácido ascórbico (AsA) (Naz, 2016), que pode reduzir a presença de espécies reativas de oxigênio (EROs) ao colaborar com a enzima ascorbato peroxidase (APX), auxiliando a planta a se aclimatar durante a exposição à salinidade (Hameed et al., 2015). O AsA atua na proteção de proteínas e lipídios de estressores oxidativos como a salinidade e a seca. Esse composto contribui no crescimento das plantas, na taxa de fotossíntese, transpiração, potencial de defesa oxidativa e pigmentos fotoquímicos, o que pode melhorar a tolerância aos estresses abióticos (Naz et al., 2016; Wang et al., 2019).

Na literatura há relatos sobre a aplicação do ácido ascórbico como alternativa para reduzir os efeitos adversos do estresse salino em diferentes culturas como rabanete (Leal et al., 2019), feijão-caupi (Nunes et al., 2019), cevada (Noreen et al., 2020) e beterraba (Fatah & Sadek,

2020). Contudo, são incipientes pesquisas que abordem os efeitos de métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico em espécies frutíferas como maracujazeiro-azedo submetidas à irrigação com águas salinas nas condições do semiárido. Considerando a importância desta fruteira no contexto social e econômico do agronegócio brasileiro, é essencial o desenvolvimento de estratégias capazes de amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas e possibilitar a expansão da agricultura irrigada no semiárido do Nordeste do Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o efeito de métodos de aplicação e concentrações ácido ascórbico no crescimento, na fisiologia e na produção do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com águas salinas.

2.2. Específicos

- Determinar o diâmetro de caule das plantas de maracujazeiro-azedo irrigado com água salinas sob métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico;
- Mensurar as trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a* e os teores de pigmentos cloroplastídicos do maracujazeiro-azedo irrigado com água salinas sob métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico;
- Avaliar o extravasamento de eletrólitos e o conteúdo relativo de água de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas sob métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico;
- Quantificar a produção dos frutos de maracujazeiro-azedo irrigado com águas salinas sob métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais do maracujazeiro-azedo

O maracujazeiro-azedo é uma frutífera pertencente à família Passifloraceae, cultivado em todo território brasileiro por possuir relevância econômica (Ferraz et al., 2016). É uma cultura que possui grande importância social por causa da necessidade da presença de trabalhadores durante todo o ciclo, principalmente, nas práticas culturais, colheita e venda da safra, o que garante a sobrevivência das pessoas no campo (Oliveira et al. 2017).

A planta é uma trepadeira de caule redondo, lenhoso, extremamente lignificado e com crescimento rápido e contínuo que se fixa às superfícies por meio de gavinhas que emergem de gemas axilares e seu sistema radicular é do tipo axial ou pivotante com uma porção considerável deles nos primeiros 40 cm de profundidade do solo (Sousa et al., 2002; Greco, 2014).

As folhas têm uma margem inteira ou serrilhada e são alternadas, simples ou raramente compostas surgindo flores, a partir de gêmulas presentes nas axilas dessas folhas, solitárias, hermafroditas, actinomorfas de coloração branca com franja arroxeadada, de ovário súpero, contendo em seu interior óvulos (Feuillet, 2004; Souza, 2008; Castro, 2012). Se a polinização não ocorrer, as flores abertas irão murchar e cair da planta, quando polinizada e fértil, fecha o perianto e inicia imediatamente o processo de desenvolvimento do fruto (Vieira et al., 2010; Moreno et al., 2015).

O maracujazeiro-azedo pode ser multiplicado sexualmente (através de sementes) ou de forma vegetativa (através de estaquia, mergulhia e enxertia), além do cultivo *in vitro*. No entanto, o método de multiplicação por sementes é normalmente utilizado no estabelecimento de pomares comerciais devido ao menor custo de produção e a capacidade de obter plantas mais fortes, sobretudo, quando se leva em consideração a longevidade da cultura, que vem diminuindo devido a questões sanitárias (Leonel & Pedroso, 2005; Reis et al., 2016; Ferraz et al., 2016).

O fruto é classificado como uma baga de sabor indescritível que em geral, possui formato ovular, mas ocasionalmente pode assumir formato irregular (Hafle et al., 2010). Após a abertura da flor, o desenvolvimento do fruto pode levar até 18 dias e até 80 dias para atingir a maturidade plena. A casca é Coriácea, límpida e delgada, além de rica em pectina, fibras, proteínas, lipoproteínas, minerais, como niacina, ferro, cálcio e fósforo (Gondim et al., 2005; Pinheiro et al., 2008; Hafle et al., 2010).

No ano de 2022, o Brasil produziu 697.859 toneladas de frutos, provenientes de uma área colhida de aproximadamente 45.602 hectares, alcançando um rendimento médio de 15.300

quilogramas de fruto por hectare. Entre as cultivares mais cultivadas no país, se destacam a BRS Gigante Amarelo, BRS Sol do Cerrado, BRS Rubi do Cerrado, FB 200 e Marília (EMATER, 2017). A EMBRAPA ACRE e EMBRAPA CERRADO, enfatizam que em condições irrigadas, o potencial produtivo da cultivar BRS Gigante Amarelo (BRS GA1), atingiu uma produção de 42 toneladas por hectare (EMBRAPA, 2022a).

O Nordeste brasileiro se destacou como o principal produtor agrícola do país em 2022 com 32.975 ha de área colhida, 486.893t de frutos produzidos, 14,77 de rendimento médio (t ha⁻¹), sendo os principais estados produtores o Ceará, como líder na produção e a Bahia (primeiro e segundo lugar) (IBGE, 2022). Já a Paraíba fica em 13º lugar atingindo 1.072 de ha de área colhida, 10.357 t de frutos produzidos e rendimento médio de 9,66 t/ha (EMBRAPA, 2022b).

O maracujazeiro-azedo é reconhecido não apenas como uma árvore frutífera, mas também por suas notáveis propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes. É uma fonte rica de compostos bioativos, presentes tanto na polpa quanto nas sementes, como o glicosídeo C de flavona. Além disso, exibe propriedades antidepressivas e demonstra a capacidade de reduzir o dano oxidativo cerebral, contribuindo para a melhoria de déficits cognitivos associados ao Alzheimer (Gadioli et al., 2018; Doungue et al., 2018; Duarte et al., 2020).

3.2. Exigências edafoclimáticas e nutricionais

O sucesso na lavoura, a longevidade do pomar e o rendimento das plantas de maracujá-azedo são parâmetros que são fortemente impactados por variações climáticas, como precipitação, luminosidade e, principalmente, temperatura (Zucarelli, 2011). O maracujazeiro-azedo requer alta luminosidade e dias longos para florescer tendo uma faixa de temperatura ideal para o cultivo entre 20 a 32 °C, não tolerando geadas e a ocorrência de ventos fortes causa danos físicos além da dessecação das folhas e em casos mais extremos, pode resultar na dizimação do pomar (Aguiar et al., 2014).

O maracujazeiro-azedo domesticado cresce em uma variedade de solos, que vão do arenoso ao argiloso, por isso, é aconselhado o cultivo em áreas profundas, bem drenadas, de textura média (areno-argiloso), planas e com boa qualidade de matéria orgânica (Teixeira Júnior et al., 2015). A quantidade de água necessária para a cultura varia de 800 a 1.750 mm ao longo do ano de cultivo, com uma umidade ideal em torno de 60%, sendo recomendável garantir uma exposição à luminosidade de pelo menos 11 horas por dia (Andrade Neto et al., 2015).

No que diz respeito à nutrição, a cultura demanda macronutrientes em ordem decrescente, a citar: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), enxofre (S), fósforo (P) e magnésio (Mg) e

também micronutrientes como manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), boro (B), cobre (Cu), além de cloro (Cl) e molibdênio (Mo) (Faleiro & Junqueira, 2016). Conforme Borges et al. (2016), a quantidade média necessária para a produção de uma tonelada de frutos é de 8,4 kg de N, 7,5 kg de K, 6,2 kg de Ca, 1,0 kg de S, 0,7 kg de P e 0,6 kg de Mg.

3.3. Disponibilidade de água no semiárido

Em torno de 841.260,9 km², dos 1.561.177,8 km² da área total do Nordeste, são classificados como semiárido nordestino, e há muito tempo a região convive com problemas socioeconômicos decorrentes da distribuição irregular das precipitações no tempo e no espaço (Barroso et al. 2011; Santos et al. 2017). A região semiárida possui um quadro de escassez hídrica tanto em termos quantitativos como qualitativos. A escassez de água ocorre em função das elevadas taxas de evaporação de água e quantidades reduzidas de precipitação, que estão diretamente relacionadas a um balanço hidrológico negativo (Lucena et al., 2018).

As altas taxas de evapotranspiração e a formação geológica da região contribuem para a situação de escassez de água superficial. Essa situação compromete a qualidade físico-química da água e aumenta a concentração de sais, que é então transportada para o sistema solo-planta pela irrigação e, por conseguinte, resulta em efeitos negativos tanto nas características físicas e químicas do solo quanto da planta, causando alterações morfológicas, químicas e estruturais (Lima Junior & Silva, 2010; Lima Neto et al., 2016).

As principais fontes de águas comumente encontradas para irrigação têm as características físicas, biológicas e químicas como referência para definir a sua qualidade. A qualidade da água, em geral, é avaliada para fins de irrigação com base em três fatores: salinidade, que é determinada pela condutividade elétrica da água; sodicidade, pela relação entre adsorção de sódio - RAS e pelo nível de toxicidade, que é pela medição da concentração de íons que causam toxidez nas plantas, sobretudo, sódio, cloro e boro (Veras et al., 2016).

Entretanto, determinar a qualidade da água para uso na irrigação não depende exclusivamente de suas características químicas no momento da análise, mas também da adaptabilidade e resistência das plantas que serão irrigadas (Almeida, 2010). A relação mais apropriada para representar a concentração dos cátions nas águas de mananciais na região semiárida do Brasil é de 7:2:1, correspondente a sódio, cálcio e magnésio, respectivamente (Medeiros, 1992). Os principais sais reconhecidos pelos pesquisadores Kovda et al. (1973) na água e no solo dessa região incluem cloreto de sódio (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl₂), sulfato de magnésio (MgSO₄), sulfato de sódio (Na₂SO₄), cloreto de magnésio (MgCl₂) e carbonato de sódio (Na₂CO₃).

O uso de águas com altas concentrações de sais pode ser uma alternativa viável ao utilizar recursos naturais escassos, no entanto, é necessário o uso de técnicas de manejo adequadas e culturas tolerantes à salinidade (Rhoades et al., 2000; Santos & Brito, 2016).

3.4. Tolerância das plantas à salinidade

A tolerância das plantas a salinidade é denominada pela capacidade que ela tem em suportar os efeitos dos sais na zona radicular sem prejudicar seu desenvolvimento e concluindo seu ciclo de vida (Albuquerque et al., 2016). Os elevados níveis de salinidade nas plantas provocam efeitos osmóticos, iônicos e estresse oxidativo, impactando a cadeia produtiva como um todo e independente da fase (Rehman et al., 2019).

O efeito osmótico é caracterizado pelas diferenças de potenciais, ou seja, as plantas conseguem absorver água apenas quando há um gradiente de potencial hídrico favorável. Quando as forças de retenção do solo superam as da planta, ocorre o efeito reverso, levando à desidratação celular, reduzindo o turgor e o volume celular. Essa condição diminui a capacidade de absorção de água e nutrientes, levando a planta a desenvolver mecanismos de tolerância para assegurar sua sobrevivência (Taiz et al., 2017). Esse processo é denominado ajustamento osmótico, ocorrendo pelo acúmulo de solutos orgânicos osmoticamente ativos, como prolina, glicina, betaína, açúcares, entre outros. Esse ajustamento mantém o gradiente com a solução do solo, permitindo que a planta absorva água e execute seus processos fisiológicos (Silveira et al., 2009).

A fase iônica é marcada pelo acúmulo de íons Na^+ e Cl^- nas células vegetais, o que pode levar a senescência prematura das folhas devido a inibição das atividades enzimáticas. No caso do Na^+ , seu acúmulo no citoplasma interfere na absorção e transporte de nutrientes essenciais como potássio (K^+), nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca^{2+}) e zinco (Zn^{2+}). Além disso, o estresse salino induz o acúmulo de espécies reativas de oxigênio, as quais têm a capacidade de causar danos significativos à estrutura celular e macromoléculas, incluindo DNA, lipídios e enzimas. Esse processo é conhecido como estresse oxidativo (Gheyi et al., 2016; Liu et al., 2022).

A capacidade das plantas de sobreviverem em condições de estresse salino é controlada por mecanismos que conferem resistência ao estresse. Em plantas sensíveis, a salinidade é exibida por severas reduções no crescimento e na permeabilidade da membrana, diminuição da atividade hídrica, redução na condutância estomática e fotossíntese e um desequilíbrio iônico que podem diminuir o rendimento de uma cultura (Silva et al., 2019).

Existem cinco processos que tornam as plantas tolerantes ao estresse salino, a citar: 1. Seletividade no processo de absorção das células das raízes; 2- Transportar via xilema principalmente K^+ ao invés de Na^+ ; 3- Retirar os sais do xilema na parte superior das raízes, do caule, pecíolo ou das bainhas foliares; 4- Realocação de Na^+ e Cl^- no floema para evitar a translocação para tecidos em crescimento na porção aérea; e 5- Excretar os sais pelas glândulas ou pelos vesiculares (Alvarenga et al., 2019).

O emprego de água salina na irrigação exerce impactos adversos sobre as funções metabólicas e bioquímicas das plantas, resultando na inibição de seu crescimento e na redução da capacidade de realizar fotossíntese e síntese proteica. Essa prática interfere na atividade enzimática, compromete a síntese de clorofila e modifica o fluxo de elétrons, provocando alterações no funcionamento do fotossistema (Liang et al., 2018; Nájjar et al., 2019).

As plantas mais tolerantes à salinidade ajustam seu equilíbrio osmótico compartimentalizando íons de modo a diminuir os efeitos do estresse salino. Nesse caso, devem estar incluídas algumas enzimas que eliminam radicais livres e proteínas que protegem a formação ou estabilidade de outras proteínas (Abdelrahman et al., 2018). Pois, elas agem na defesa antioxidante neutralizando as moléculas que tem aptidão de aumentar ou diminuir a produção de outras EROs, distinguindo-se três enzimas a superóxido dismutase, catalase e a glutaciona peroxidase (Gill & Tuteja, 2010, Ighodaro & Akinloye, 2017).

A superóxido dismutase é a enzima que causa a dismutação do superóxido em oxigênio e espécies menos reativas, como o peróxido de hidrogênio. A catalase e a glutaciona peroxidase podem reduzir o peróxido de hidrogênio (H_2O_2), que é liberado à água (Hippler et al., 2015; Liu et al., 2015). O estado nutricional das plantas também pode ser levado em consideração para determinar sua tolerância à salinidade, pois o aumento da concentração de Na^+ e Cl^- na solução do solo prejudica a absorção de nutrientes pelo sistema radicular das plantas, em especial, de K^+ e Ca^{2+} , e interfere nas funções fisiológicas e bioquímicas.

Dessa forma, um dos mecanismos que mais expressa maior tolerância à salinidade é a capacidade dos genótipos de plantas manterem altas concentrações de K^+ e Ca^{2+} e baixas de Na^+ nos tecidos. Na grande maioria dos casos, plantas tolerantes ao estresse salino são capazes de manter altas relações K^+/Na^+ nos tecidos (Dias & Blanco, 2016; Abdelrahman et al., 2018).

3.5. Salinidade da água e seus efeitos na cultura do maracujazeiro-azedo

No semiárido brasileiro devido a ocorrência de fontes hídricas com moderados teores de sais várias pesquisas com o maracujazeiro-azedo buscam identificar estratégias para expansão do seu cultivo irrigado. A exemplo de Ramos et al. (2022), que desenvolveram um estudo com

o objetivo de avaliar a produção e a qualidade pós-colheita do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’ irrigado com águas salinas (CEa de 0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e concluíram que a irrigação com água salina comprometeu a produção e qualidade pós-colheita dos frutos.

Os pesquisadores Pinheiro et al. (2022), constataram que o maracujazeiro amarelo ‘BRS GA1’ é sensível ao estresse salino se aplicado sucessivamente nas fases vegetativa e de florescimento e nas fases vegetativa e de frutificação, apresentando reduções na concentração intercelular de CO₂, taxa de assimilação de CO₂, eficiência instantânea do uso da água, número de frutos e colheita. Contudo, observaram que água com condutividade elétrica de 4,0 dS m⁻¹ aplicada na fase de frutificação é uma estratégia promissora, pois não compromete a produção.

Lima et al. (2022a), avaliando os efeitos da irrigação com águas salinas (CEa de 1,3 e 4,0 dS m⁻¹) das plantas de maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’, concluíram que a CEa de 4,0 dS m⁻¹ inibiu a síntese de clorofila *a* e *b*, a condutância estomática, a eficiência de carboxilação instantânea e eficiência de uso de água na fase de desenvolvimento das plantas.

Sobre os efeitos da irrigação com águas salinas (CEa de 0,3 a 3,5 dS m⁻¹) na fase de formação de mudas, Silva Neta et al. (2021), notaram que a salinidade da água de irrigação acima de 0,3 dS m⁻¹ comprometeu a área foliar e o teor relativo de água do maracujazeiro-azedo ‘BRS Rubi do Cerrado’. Além de que altas doses de nitrogênio potencializam os efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO₂, taxa de assimilação de CO₂, número de folhas, diâmetro do caule e altura de plantas na fase de formação de mudas.

Santos et al. (2023) desenvolveram uma pesquisa com o objetivo de avaliar os índices fisiológicos do maracujazeiro-azedo sob estresse salino (CEa variando de 0,6 a 3,0 dS m⁻¹) na fase de formação de mudas e concluíram que, os níveis de salinidade da água a partir de 0,6 dS m⁻¹ reduziram o conteúdo relativo de água, inibiram as trocas gasosas e aumentaram o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas, aos 66 dias após a semeadura.

Na pesquisa de Lima et al. (2020a) sobre as trocas gasosas, os pigmentos cloroplastídicos e o crescimento do maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’ em função da irrigação com águas salinas (CEa: 0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m⁻¹), a salinidade da água a partir de 0,3 dS m⁻¹ diminuiu a abertura estomática, a transpiração, a assimilação de CO₂ e inibiu o crescimento das plantas de maracujazeiro ‘BRS Rubi do Cerrado’, aos 40 dias após o semeio.

Os autores Lima et al. (2020b), em outra pesquisa sobre as trocas gasosas, o crescimento e a produção do maracujazeiro-azedo ‘BRS GA1’, em função das estratégias de manejo de irrigação com águas salinas, observaram que irrigação com água de 3,2 dS m⁻¹ na fase de frutificação promoveu incremento na concentração intercelular de CO₂ e diminuição na

assimilação de CO₂, com destaque para os efeitos de origem não estomáticos como fatores limitantes da eficiência fotossintética e a maior taxa de assimilação de CO₂ nas plantas submetidas à salinidade da água de 1,3 dS m⁻¹ durante todo o ciclo, resultando em aumento no número de frutos e na produção por planta do maracujazeiro-azedo cv. BRS GA1.

3.6. Efeitos dos sais nos atributos físico-químicos do solo

No Nordeste do Brasil, a região semiárida é caracterizada pela predominância de solos afetados por sais. Essa situação é, em grande parte, atribuída às condições climáticas locais, nas quais as taxas de evapotranspiração excedem a precipitação e devido à presença de drenagem deficiente (Pessoa et al., 2019).

A eficácia de solos normais também pode ser comprometida pela adição de sais solúveis originários de práticas inadequadas de irrigação, mesmo quando há um bom controle da qualidade da água de irrigação, o que é difícil de ser implementado. Na prática, isso resulta em um constante acúmulo de sais no solo havendo uma influência na estrutura do solo por causa da interação eletroquímica entre os cátions e as partículas de argila. (Dias & Blanco, 2010; Ntibrey et al., 2020).

A salinidade do solo está ligada à presença de sais, como cloreto de sódio, sulfato de cálcio, magnésio e bicarbonatos. Esses sais, quando na forma de hidróxidos, se solubilizam e são lixiviados quando há adição de água (Albuquerque et al., 2018). A elevada concentração desses sais no solo ocasiona diversos efeitos nas propriedades físico-químicas e biológicas, incluindo deterioração estrutural, diminuição da condutividade hidráulica, redução da matéria orgânica e deficiência de nutrientes (Amini et al., 2016; Sahab et al., 2021).

A salinização do solo tem o potencial de influenciar os ciclos biogeoquímicos e o desenvolvimento de plantas, microflora e fauna (Sahab et al., 2021) e pode causar consideráveis impactos nos bancos de sementes do solo, ao restringir de maneira indireta o crescimento, a estrutura espacial e a produção da vegetação aérea (Xue et al., 2020). As altas concentrações de sais no solo também alteram os parâmetros de condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), o pH do extrato de saturação e a Porcentagem de Sódio Trocável (PST) conforme observado por Santos (2022).

Os parâmetros como a condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), o pH do extrato de saturação e a Porcentagem de Sódio Trocável (PST) são usados na classificação de solos (Richards, 1954; Freire & Freire et al., 2007). A classificação do solo mais reconhecida é desenvolvida pelo United States Salinity Laboratory Staff sob a coordenação de Richards

(1954), também adotada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018a).

3.7. Ácido ascórbico na mitigação do estresse salino

Existe uma busca por estratégias capazes de atenuar os efeitos deletérios do estresse salino nas plantas em áreas com ocorrência de escassez dos recursos hídricos, dentre as alternativas destaca-se a aplicação foliar de ácido ascórbico. Ascorbato, a forma fisiologicamente ativa do ácido ascórbico (AsA) e a glutathione (GSH), que desempenham um papel contínuo na regulação e eliminação das espécies reativas de oxigênio (EROS), são os antioxidantes não enzimáticos que têm um impacto significativo na defesa secundária (Kapoor et al., 2015, Alves et al., 2018). O ascorbato está envolvido na sinalização e nas respostas ao estresse em plantas, podendo ser crucial para a compreensão do estresse ambiental (Tóth et al., 2013).

Quando aplicado de via foliar, o AsA tem a capacidade de proteger proteínas e lipídios de estressores oxidativos como a salinidade e a seca, contribuindo no crescimento das plantas, na taxa de fotossíntese, transpiração, potencial de defesa oxidativa e pigmentos fotoquímicos, o que pode melhorar a tolerância a estresses abióticos (Naz et al., 2016; Wang et al., 2019).

Este antioxidante é um membro do grupo orgânico de ácidos carboxílicos conhecidos como lactonas, que são convertidos em ésteres cíclicos que atinge os cloroplastos em concentração superior a 20 mM ocorrendo em todos os compartimentos celulares, incluindo a parede celular, e é encontrado nas plantas em três formas diferentes: ácido L-ascórbico reduzido, ácido mono-desidroascórbico, um intermediário que é instável, e ácido L-desidroascórbico (Smirnoff & Wheeler, 2000).

Existem quatro categorias diferentes em que as funções bioquímicas do ascorbato podem ser divididas da seguinte forma: 1 - Antioxidante: O ascorbato reage rapidamente com superóxido, oxigênio singlete, ozônio e peróxido de hidrogênio. Como tal, participa na remoção dessas formas reativas de oxigênio que são produzidas durante a atividade aeróbica. 2-Co-fator enzimático: É um cofator para várias enzimas hidroxilases, como prolil e lisil hidroxilases envolvidas na síntese de hidroxiprolina (HP) e hidroxilisina. Em razão da atividade enzimática do etileno, o ascorbato também é necessário. 3-Transporte de elétrons: O ascorbato é um conhecido doador de elétrons para o fotossistema e mitocôndrias. 4- Síntese de Oxalato e tartarato. Oxalato e tartarato podem ser criados desagregando o ascorbato (Smirnoff, 2018).

A aplicação do AsA por meio de vários métodos tem sido amplamente discutida na literatura com o propósito de induzir a tolerância das plantas à salinidade, destacando estudos

com milho (Billah et al., 2017), trigo (Siddiqui et al., 2018), feijão (Nunes et al., 2019), rabanete (Leal et al., 2019) e tomate (Alves et al. 2022).

El-Sayed et al. (2014), estudando o efeito da aplicação foliar do AsA, observaram que esse composto aumentou a área foliar, os teores totais de clorofila nas folhas, a porcentagem de frutos, a porcentagem e espessura da polpa, o comprimento e o diâmetro dos frutos de oliveira sob estresse salino.

Entretanto, além da análise custo-benefício da estratégia de aplicação, diversos fatores como a cultura em estudo e o nível de tolerância e o método de aplicação devem ser levados em consideração para que o uso desse atenuante seja viável (Singh et al., 2018).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

A pesquisa foi realizada durante os meses de janeiro a setembro de 2022, em casa de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba - PB, situada pelas coordenadas geográficas 7° 15' 18'' de latitude Sul, 35° 52' 28'' de longitude Oeste e altitude média de 550 m. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima de Campina Grande é classificado como do tipo As', quente e úmido com chuvas de inverno e outono. A Figura 1 apresenta os dados de temperatura máxima e mínima do ar, juntamente com a média da umidade relativa do ar, registrados durante o período experimental.

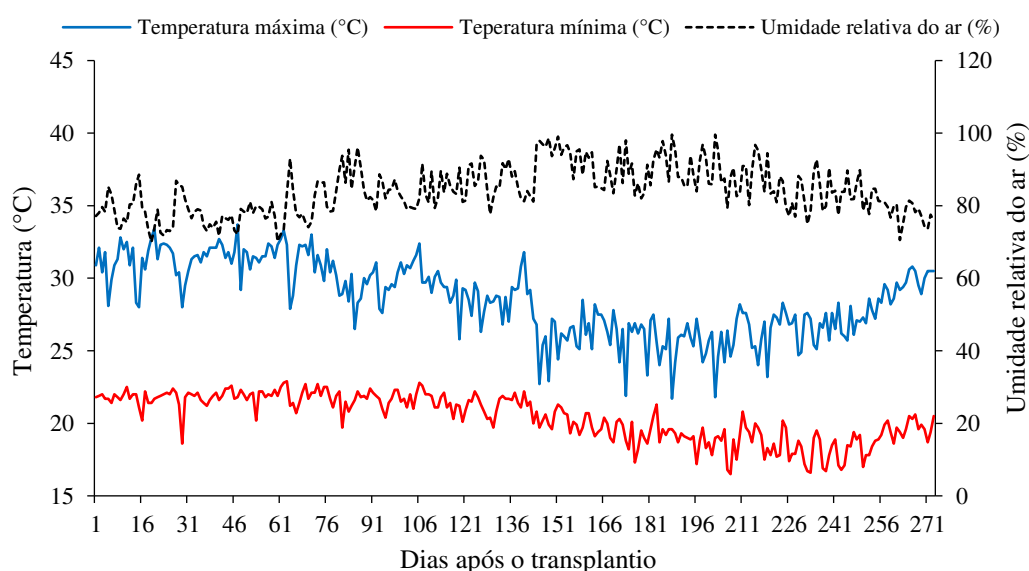


Figura 1. Temperatura máxima, mínima e umidade relativa média do ar observadas na área interna da casa de vegetação durante a condução do experimento.

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, arranjados em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$, correspondendo a três métodos de aplicação de ácido ascórbico - MA (embebição, pulverização e embebição + pulverização), três concentrações de ácido ascórbico - AsA (0; 0,8 e 1,6 mM) e duas condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,8 e 3,8 dS m^{-1}) (Tabela 1), com 3 repetições, totalizando 54 parcelas e uma planta por parcela, totalizando 54 unidades experimentais.

As concentrações de ácido ascórbico (AsA) de 0,8 e 1,6 foram determinadas inicialmente pela pesquisa de Fatah & Sadek (2020) e depois ajustadas de partes por milhão (ppm) para milimolar (mM), resultando em 0,8 e 1,6, respectivamente.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos utilizados.

CEa	MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO			Concentrações
	M1 (Embebição)	M2 (Pulverização)	M3 (Embebição + Pulverização)	
S1 (0,8 dS m ⁻¹)	S1M1C1	S1M2C1	S1M3C1	C1 - 0 mM
	S1M1C2	S1M2C2	S1M3C2	C2 - 0,8 mM
	S1M1C3	S1M2C3	S1M3C3	C3 - 1,6 mM
S2 (3,8 dS m ⁻¹)	S2M1C1	S2M2C1	S2M3C1	C1 - 0 mM
	S2M1C2	S2M2C2	S2M3C2	C2 - 0,8 mM
	S2M1C3	S2M2C3	S2M3C3	C3 - 1,6 mM

S – Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1 (0,8 dS m⁻¹); S2 (3,8 dS m⁻¹); M – Métodos de aplicação, M1 (Embebição); M2 (pulverização); M3 (Embebição + pulverização); C – ácido ascórbico, C1 (0 mM); C2 (0,8 mM); C3 (1,6 mM).

4.3. Material genético e formação das mudas

No presente estudo utilizou-se a cultivar BRS GA1. O fruto exibe uma coloração amarela e possui uma forma oblonga, com a base e o ápice ligeiramente achatados e um peso médio variando entre 120 e 350 g, enquanto o rendimento de polpa é aproximadamente 40% (EMBRAPA, 2008). As mudas foram produzidas em sacolas plásticas com dimensões de 10 × 20 cm utilizando 2,6 kg de um substrato constituído de 2,18 kg de solo (84%), 0,39 kg de areia (15%) e 0,03 kg de húmus (1%). Antes do semeio, as sementes foram embebidas nas soluções de ácido ascórbico (0; 0,8 e 1,6 mM) por um período de 24 horas, no escuro.

As concentrações de ácido ascórbico foram baseadas no estudo de Fatah & Sadek (2020), preparadas a partir da diluição do ácido ascórbico em água destilada e armazenadas em ambiente escuro (Santos et al., 2018b). Posteriormente, foram semeadas três sementes em cada sacola plástica em uma profundidade de 3 cm, espaçadas equidistante. Após 40 dias da semeadura, o desbaste foi efetuado, mantendo apenas a planta mais vigorosa em cada sacola. Antes da semeadura, o teor de umidade do solo foi ajustado até atingir a capacidade de campo com água de acordo com o tratamento.

A irrigação ocorreu diariamente com aplicação de volume de água em cada sacola para manter a umidade do substrato próxima à capacidade de campo. O volume aplicado seguiu as necessidades hídricas das plantas, calculado pelo balanço da água, levando em consideração a

subtração do volume drenado da irrigação anterior, acrescido de uma fração de lixiviação de 0,10 a cada 20 dias (Ayers & Westcot, 1999). Isso foi feito para evitar a acumulação excessiva de sais na zona radicular.

4.4. Instalação e condução do experimento

A partir do momento em que as plantas começaram emitir as gavinhas (aos 70 dias após o semeio - DAS) foram transplantadas para vasos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 120 L. Os lisímetros foram perfurados na base para permitir a drenagem com acoplagem de um dreno transparente (cor verde) de 16 mm de diâmetro. A extremidade do dreno que ficou dentro do lisímetro foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar sua obstrução com o material de solo.

Abaixo de cada dreno foi colocada uma garrafa plástica para a coleta de água drenada e determinação do consumo de água pela planta. Os lisímetros foram preenchidos com uma camada de 1,0 kg de brita seguido de 160 kg de Neossolo Regolítico de textura franco-arenosa do município de Lagoa seca – PB, sendo coletado na profundidade de 0-30 cm. Antes de iniciar o experimento foram encontrados os atributos químicos e físico-hídricos do solo, conforme metodologia proposta por Teixeira et al. (2017) (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas e físico-hídricas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

Características químicas								
pH H ₂ O	MO	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 físico--hídricas.....				
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
1,15	7,23	0,38	7,05	760,9	164,5	74,6	13,07	5,26

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 à capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

4.5. Preparação das águas e manejo de irrigação

As águas salinas foram preparadas mediante adição dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgSO₄.7H₂O na água de abastecimento local de Campina Grande (CE_a = 0,38 dS m⁻¹), mantendo a proporção equivalente de 7:2:1, respectivamente, que representa a composição média das águas do semiárido nordestino (Medeiros et al., 1992), considerando a relação entre CE_a e concentração de sal (Richards, 1954), de acordo com a Eq. 1:

$$C \approx 640 \times CE \quad (1)$$

Em que:

C - concentração de sais a ser adicionado (mg L^{-1});

CEa - condutividade elétrica da água (dS m^{-1})

As irrigações com água salina tiveram início aos 33 dias após o transplante (DAT), com turno de rega de 3 dias e aplicação de água em cada lisímetro de acordo com os tratamentos, a fim de manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. O volume de água aplicado seguiu de acordo com a necessidade hídrica das plantas, estimado pelo balanço hídrico de acordo com a Eq. 2:

$$V_i = \frac{V_a - V_d}{1 - FL} \quad (2)$$

Em que:

VI - volume de água a ser utilizado no evento de irrigação (mL);

Va - volume de água aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd - volume de água drenado (mL);

FL - fração de lixiviação de 0,15, aplicada a cada 30 dias para evitar acúmulo excessivo de sais na zona radicular.

4.6. Preparo e aplicação das concentrações de ácido ascórbico

Na concentração de 0 mM foi utilizado apenas água destilada. Antes do semeio, as sementes de maracujazeiro-azedo correspondentes aos tratamentos de embebição e embebição + pulverização, foram embebidas nas soluções de ácido ascórbico (0; 0,8 e 1,6 mM) por um período de 24 horas no escuro. Esse período foi estabelecido por um pré-teste que antecedeu o experimento, no qual, testou-se os tempos de 8, 12 e 24 horas de embebição, avaliando as características de germinação e qualidade de plântulas.

As aplicações foliares de AsA tiveram início aos 30 DAT, depois em intervalo de 30 dias, totalizando 4 aplicações, efetuadas com o auxílio de um pulverizador costal Jacto XP-12, com bomba de pressão de trabalho (máxima) de 6 bar, com bico JD-12 e vazão de aproximadamente 770 mL min^{-1} . As pulverizações com AsA foram realizadas nas faces abaxial e adaxial das folhas entre 17:00h e 17:45 até atingir o molhamento completo da planta. O volume médio de calda aplicado durante a condução do experimento foi de 583 mL por planta.

4.7. Manejo de poda de formação

O espaçamento adotado entre as linhas e as plantas foi de 1,5 m, seguindo o sistema de condução espaldeira vertical. Após 15 dias do transplantio, foi iniciada a poda formativa, eliminando todos os brotos laterais e deixando apenas a haste principal.

Quando as plantas alcançavam uma altura de 10 cm acima do nível da espaldeira, a gema apical foi podada para estimular o crescimento de dois ramos secundários, que foram conduzidos em direções opostas até atingirem um comprimento de 0,75 m. Após atingirem esse comprimento, a gema apical dos ramos secundários foi podada para estimular o crescimento de ramos terciários, sendo conduzidos para baixo até 30 cm do solo, formando uma cortina e produzindo as inflorescências que dariam origem aos frutos. Durante todo o experimento, gavinhas e galhos indesejados eram removidos para favorecer o desenvolvimento pleno da cultura (Figura 2).

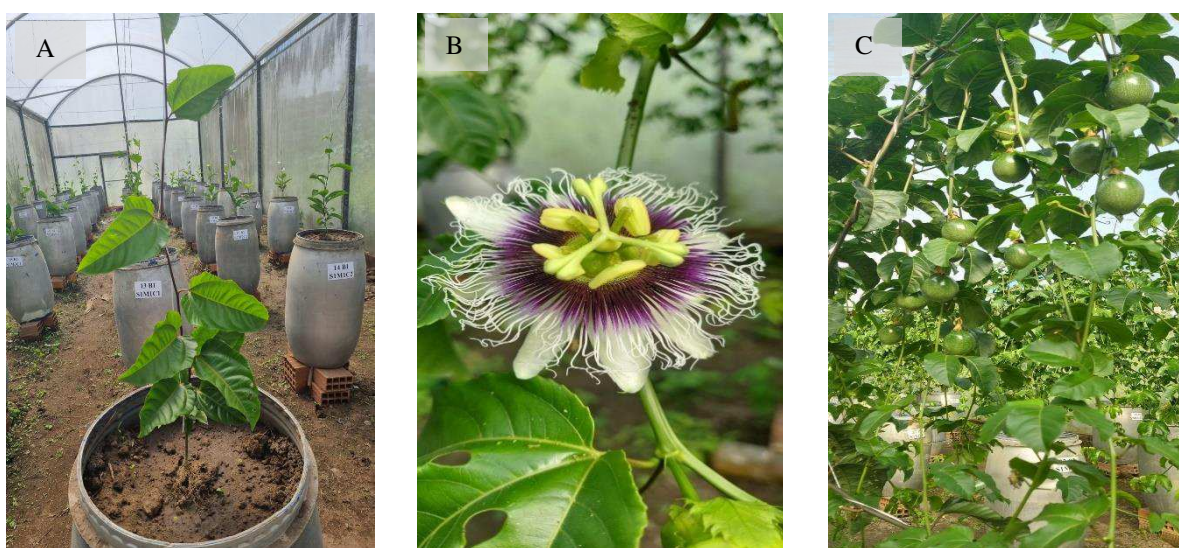


Figura 2. Disposição das plantas de maracujazeiro-azedo na área experimental nas diferentes fases fenológicas: fase vegetativa (A), floração (B) e na fase de frutificação (C).

4.8. Manejo de adubação

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio foi baseada na recomendação de Cavalcante et al. (2008) para a cultura do maracujazeiro-azedo, com 160 g de N, 140 g de P_2O_5 e 480 g de K_2O por planta por ano. A aplicação de N e K ocorreu em cobertura dividida em 12 aplicações iguais e em intervalos de 15 dias; já o P foi aplicado de uma só vez, na fundação. As fontes foram NPK, a ureia, o superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

A adubação com micronutrientes se deu através de pulverizações foliares com uma solução contendo 1,5 g L⁻¹ de Ubyfol® [(N (15%); P₂O₅(15%)); K₂O (15%); Ca (1%); Mg (1,4%); S (2,7%); Zn (0,5%); B (0,05%); Fe (0,5%); Mn (0,05%); Cu (0,5%); Mo (0,02%)] aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAT.

4.9. Variáveis avaliadas

4.9.1. Variáveis fisiológicas

Aos 150 dias após o transplântio (DAT) avaliou-se os efeitos dos tratamentos através do conteúdo relativo de água, extravasamento de eletrólitos, trocas gasosas, fluorescência da clorofila *a*, pigmentos fotossintéticos e crescimento em diâmetro de caule.

4.9.1.1. Conteúdo relativo de água

O conteúdo relativo de água (CRA) seguiu a metodologia de Weatherley (1950), com folhas do terço médio dos ramos frutíferos. Para tanto, foram aplicados cinco discos foliares de 12 mm de diâmetro e determinando a massa fresca (MF) de cada uma. Imediatamente, as folhas foram pesadas evitando perdas de umidade, gerando os valores de massa fresca (MF); em seguida, essas amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 24 horas. Após o período e de retirar o excesso de água com papel toalha, obteve-se a massa túrgida (MT) das amostras, as quais foram levadas à estufa (temperatura ≈ 65 °C ± 3 °C, até peso constante) para obtenção da massa seca (MS) das amostras. A determinação do CRA foi feita de acordo a Eq. 3:

$$CRA = \left(\frac{MF - MS}{MT - MS} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

CRA - teor relativo de água (%);

MF - massa fresca de folha (g);

MT - massa túrgida (g);

MS - massa seca (g).

4.9.1.2. Extravasamento de eletrólitos no limbo foliar

Para o extravasamento de eletrólitos – %EE foi necessário um perfurador de cobre para a obtenção de cinco disco foliares com uma área de 1,54 cm², e acondicionados a um erlenmeyer® contendo 50 mL de água destilada. Logo após, foram fechados com papel alumínio e submetidos à temperatura ambiente (25 °C) por um período de 24 horas. Em seguida,

foi aferida a condutividade elétrica inicial – X_i com um condutivímetro de bancada (MB11, MS Techonopon®). Após o procedimento, os discos foliares foram submetidos à temperatura de 90 °C em uma estufa de circulação forçada por 120 min e após o resfriamento aferiu-se a condutividade elétrica final – X_f . O extravasamento de eletrólitos do limbo foliar de acordo com Scotti-Campos et al., (2013), considerando a Eq.4.

$$\%EE = \frac{X_i}{X_f} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

$\%EE$ - extravasamento de eletrólitos;

X_i - condutividade elétrica inicial ($dS\ m^{-1}$);

X_f - condutividade elétrica final ($dS\ m^{-1}$).

4.9.1.3. Trocas gasosas

As trocas gasosas foram encontradas pela condutância estomática - g_s ($mol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$), transpiração - E ($mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$), concentração interna de CO_2 – C_i ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 - A ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água ($EiUA$) (A/E) ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1} / (mmol\ H_2O\ m^{-2}\ s^{-1})$) e eficiência instantânea da carboxilação - $EiCi$ (A/C_i) ($[(\mu mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}) / (\mu mol\ CO_2\ mol^{-1})^{-1}]$), entre 6 e 9 horas em folhas totalmente expandidas situadas no terço superior através de um analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro + Portable Photosynthesis System® (ADC Bio Scientific Limited, UK) LCPro+ com controle de temperatura a 25 °C, irradiação de 1200 μmol fótons $m^{-2}\ s^{-1}$ e fluxo de ar de 200 $mL\ min^{-1}$.

4.9.1.4. Fluorescência da clorofila *a*

A fluorescência da clorofila *a* foi mensurada pela fluorescência inicial (F_0), a máxima (F_m), a variável (F_v) e a eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m) por um Fluorômetro de pulso modulado, modelo OS5p da Opti Science, entre 6 e 9 horas nas folhas totalmente expandidas situadas no terço superior. Nessas folhas, foram colocadas pinças foliares e após um período de 30 min de adaptação ao escuro determinou-se a fluorescência da clorofila *a*.

4.9.1.5. Pigmentos fotossintéticos

Os pigmentos fotossintéticos foram quantificados de acordo com Arnon (1949), através de extratos obtidos de amostras de disco da terceira folha madura no ápice da planta. Esses extratos foram usados para quantificar os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides nas

soluções por meio de espectrofotômetro nos comprimentos de onda de absorvância (ABS) de 470, 646 e 663 nm, pelas Eqs. 5, 6, 7 e 8:

$$\text{Clorofila } a \text{ (Cl } a) = (12,21 \times \text{ABS}_{663}) - (2,81 \times \text{ABS}_{646}) \quad (5)$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (Cl } b) = (20,13 \times \text{ABS}_{646}) - (5,03 \times \text{ABS}_{663}) \quad (6)$$

$$\text{Clorofila total (Cl } t) = (7,15 \times \text{ABS}_{663}) + (18,71 \times \text{ABS}_{647}) \quad (7)$$

$$\text{Carotenóides (Car)} = [(1000 \times \text{ABS}_{470}) - (1,82 \times \text{Cl } a) - (85,02 \times \text{Cl } b)]/198 \quad (8)$$

Os valores para os teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides nas folhas foram expressos em mg g⁻¹ de matéria fresca (MF).

4.9.2. Variável de crescimento

O diâmetro de caule (DC) das plantas de maracujazeiro-azedo foi medido próximo ao colo da planta (5,0 cm do solo) com auxílio de um paquímetro digital.

4.9.3. Variáveis de produção

As colheitas dos frutos tiveram início aos 150 dias após o transplântio, sendo finalizadas aos 180 DAT. Elas foram realizadas diariamente durante o período da manhã, seguidas pelo transporte dos frutos para o laboratório de irrigação e drenagem (LEID) para a realização da caracterização física. Foram considerados como completamente maduros os frutos que se desprendiam naturalmente da planta mãe e caíam ao chão. Mesmo quando ainda estavam no estágio "de vez", os frutos de cada planta foram individualmente identificados com os números correspondentes aos vasos

A produção foi avaliada através do número de frutos por planta (NFP), por meio da contagem direta dos frutos que atingiram o completo estágio de maturação; peso médio dos frutos (PMF), obtido pela relação entre a produção por planta e o número total de frutos; peso médio da casca (PMC) e produção por planta (PROD), fazendo uso de balança de bancada, diâmetro polar (DP) e equatorial dos frutos (DE), com auxílio de paquímetro digital e mensurado à medida em que se realizava a colheita dos frutos com os resultados expressos em milímetros (mm). Também foi quantificado o volume da polpa (VP), através de uma proveta de 250 mL.

4.10. Análise estatística

Para avaliação da estrutura multivariada dos resultados foi aplicada a técnica de análise de componentes principais (ACP), que sintetiza as informações relevantes contidas no conjunto

de dados original em menor número de dimensões. As novas dimensões são geradas a partir de combinações lineares das variáveis originais, com base nos autovalores ($\lambda \geq 1,0$) encontrados na matriz de correlação. Essas dimensões explicam uma porcentagem significativa maior que 10% da variância total dos dados (Govaerts et al., 2007).

Uma vez que as dimensões foram reduzidas, os dados originais das variáveis de cada componente foram submetidos a uma análise de variância multivariada (MANOVA) por meio do teste de Hotelling (1947) com um nível de significância de 0,05. Isso foi feito para os fatores de condutividade elétrica da água de irrigação, concentrações de ácido ascórbico, para os métodos de aplicação de ácido ascórbico e para verificar a interação entre esses fatores. Apenas as variáveis que apresentaram um coeficiente de correlação maior ou igual a 0,6 foram mantidas em cada componente principal (PC) (Hair et al., 2009), as que não alcançaram passaram pela análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância comparou-se as médias pelo teste de Tukey ao nível de probabilidade de 0,05 com o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo Kaiser (1960), o espaço multidimensional das variáveis originais foi reduzido para dois componentes principais (CP1 e CP2) com autovalores maiores que $\lambda \geq 1.0$. Os autovalores e porcentagem de variância explicada para cada componente (Tabela 3) representaram juntos 86,1% da variação total. O CP1 explicou 67,52% da variância total, formada pela maioria das variáveis analisadas, exceto pelo peso médio dos frutos, diâmetro polar e diâmetro equatorial dos frutos. O CP2 representou 18,58% da variância restante, sendo formada pela variável PMF, DP e DE.

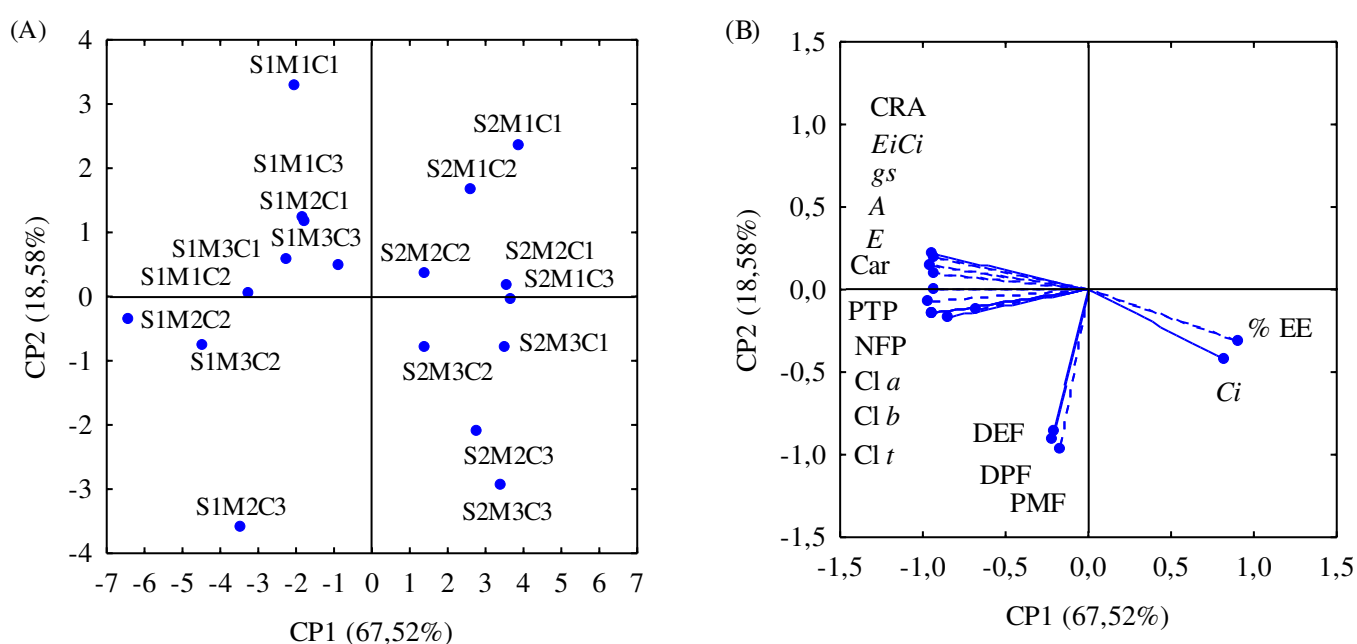
Na interação entre os métodos de aplicação houve efeito significativo ($p \leq 0,05$) das concentrações de ácido ascórbico (AsA) e os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), para os dois componentes principais (Tabela 3). Também foi verificado efeito significativo ($p \leq 0,01$) dos fatores quando analisados de forma isolada para todas as variáveis.

Tabela 3. Autovalores, porcentagem de variância total explicada, na análise de variância multivariada (MANOVA) e coeficientes de correlação (r) entre variáveis originais e os componentes principais.

							Componentes principais (CPs)									
							CP1					CP2				
Autovalores (λ)							10.80					2.97				
Porcentagem de variância total ($S^2\%$)							67.52					18.58				
Teste de Hotelling (T^2) para interação (CEa \times M)							0,01					0,01				
Teste de Hotelling (T^2) para interação (CEa \times C)							0,01					0,01				
Teste de Hotelling (T^2) para interação (M \times C)							0,01					0,01				
Teste de Hotelling (T^2) para interação (CEa \times M \times C)							0,03					0,05				
CPs	Coeficientes de correlação (r)															
	Cl a	Cl b	Cl Total	Car	CRA	%EE	Ci	A	E	gs	EiCi	DP	DE	PMF	NFP	PTP
CP1	-0,94	-0,94	-0,94	-0,97	-0,93	0,91	0,82	-0,95	-0,93	-0,93	-0,94	0,22	-0,21	-0,17	-0,68	-0,85
CP2	-0,15	-0,15	-0,15	-0,07	0,19	-0,31	0,42	0,14	0,10	0,01	0,22	-0,90	-0,85	-0,96	-0,12	-0,17
Valores médios																
Tratamentos	Cl a	Cl b	Cl Total	Car	CRA	%EE	Ci	A	E	gs	EiCi	DP	DE	PMF	NFP	PTP
S1M1C1	341,11	204,67	545,77	78,80	86,48	36,11	160	5,12	0,96	0,057	0,032	63,97	41,31	67,25	11,33	1500,00
S1M2C1	326,82	196,09	522,92	75,50	86,31	37,15	164	5,29	0,99	0,047	0,032	68,50	54,69	89,50	10,33	1274,30
S1M3C1	349,25	209,55	558,80	80,68	83,45	35,94	173	5,32	0,96	0,053	0,031	67,96	56,82	102,17	12,00	1396,67
S1M1C2	402,66	241,60	644,26	84,56	79,66	35,15	144	5,21	1,02	0,070	0,036	72,53	58,58	102,33	8,67	1272,22
S1M2C2	503,33	302,00	805,32	105,70	89,51	33,01	137	6,18	1,27	0,077	0,045	75,90	52,36	120,13	15,00	2011,33
S1M3C2	427,83	256,70	684,53	89,84	83,89	35,54	146	5,87	1,13	0,067	0,040	74,74	62,26	118,33	9,67	1418,33
S1M1C3	342,26	205,36	547,62	71,88	83,50	40,05	156	5,35	0,93	0,050	0,034	67,57	55,97	84,17	11,67	1284,00
S1M2C3	427,83	256,70	684,53	89,84	83,28	41,36	191	5,01	0,88	0,047	0,026	78,95	69,95	159,50	8,33	1409,00
S1M3C3	363,65	218,19	581,85	76,37	82,69	41,72	196	4,66	0,89	0,043	0,024	72,24	43,23	102,00	7,00	1218,00
S2M1C1	238,78	143,27	382,04	50,14	67,58	48,82	198	3,18	0,67	0,020	0,016	63,12	34,64	67,44	5,67	567,67
S2M2C1	228,78	137,27	366,04	48,04	70,77	50,90	210	3,68	0,72	0,023	0,018	72,18	49,77	105,00	4,00	475,33
S2M3C1	244,47	146,68	391,16	51,34	68,43	51,11	227	3,60	0,72	0,021	0,016	72,32	59,15	114,00	4,67	442,33
S2M1C2	281,86	169,12	450,98	59,19	69,54	51,43	228	4,29	0,77	0,037	0,019	68,07	39,18	76,50	4,00	456,00
S2M2C2	352,33	211,40	563,73	73,99	73,40	52,55	233	3,69	0,95	0,032	0,016	67,95	45,55	104,50	4,00	477,33
S2M3C2	299,48	179,69	479,17	62,89	69,81	52,98	257	4,43	0,85	0,037	0,017	69,30	58,05	110,00	11,00	1085,33
S2M1C3	239,58	143,75	383,33	50,31	68,47	53,36	259	3,55	0,70	0,027	0,014	68,06	50,36	109,00	6,00	824,00
S2M2C3	299,48	179,69	479,17	62,89	68,29	55,67	283	3,41	0,72	0,040	0,012	76,05	60,07	119,00	4,00	745,00
S2M3C3	254,56	152,73	407,29	53,46	67,81	58,56	288	3,21	0,71	0,035	0,011	77,49	64,70	133,88	8,00	845,67

S – Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1 (0,8 dS m⁻¹); S2 (3,8 dS m⁻¹); M – Métodos de aplicação, M1 (Embebição); M2 (pulverização); M3 (pulverização + Embebição); C – ácido ascórbico, C1 (0 mM); C2 (0,8 mM); C3 (1,6 mM); Cl a (Clorofila a - $\mu\text{g mL}^{-1}$); Cl b (Clorofila b - $\mu\text{g mL}^{-1}$); Cl Total (Clorofila total - $\mu\text{g mL}^{-1}$); Car (Carotenoides - $\mu\text{g mL}^{-1}$); CRA (conteúdo relativo de água - %); % EE (porcentagem de extravasamento de eletrólitos); Ci (concentração interna de CO₂ - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A (taxa de assimilação de CO₂ - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E (transpiração - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs (condutância estomática - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); EiCi (eficiência instantânea da carboxilação - $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) / (\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$. DP (Diâmetro polar - mm); DE (Diâmetro equatorial - mm); PMF (Peso Médio dos frutos - g fruto⁻¹); NFP (Número de frutos por planta); PTP (Produção total por planta - g planta⁻¹).

As projeções bidimensionais dos efeitos dos tratamentos e das variáveis no primeiro e segundo componente principal (CP1 e CP2) estão presentes nas Figuras 3A e 3B. No primeiro componente principal (CP1), foi identificado um processo caracterizado, possivelmente, pelo efeito da interação entre os métodos de aplicação, concentrações de ácido ascórbico (AsA) e os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa). Além disso, os coeficientes de correlação para $Cl a$, $Cl b$, $Cl t$, Car, CRA, %EE, Ci , A , E , gs , $EiCi$, NFP e MFF foram superiores a 0,60 (Tabela 3), demonstrando efeito benéfico do ácido ascórbico aplicado via pulverização foliar.



S – Condutividade elétrica da água de irrigação (CEa), S1 (0,8 dS m⁻¹); S2 (3,8 dS m⁻¹); M – Métodos de aplicação, M1 (Embebição); M2 (pulverização); M3 (pulverização + Embebição); C – ácido ascórbico, C1 (0 mM); C2 (0,8 mM); C3 (1,6 mM); $Cl a$ (Clorofila a - $\mu\text{g mL}^{-1}$); $Cl b$ (Clorofila b - $\mu\text{g mL}^{-1}$); $Cl t$ (Clorofila total - $\mu\text{g mL}^{-1}$); Car (Carotenoides - $\mu\text{g mL}^{-1}$); CRA (conteúdo relativo de água - %); % EE (porcentagem de extravasamento de eletrólitos); Ci (concentração interna de CO_2 - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); A (taxa de assimilação de CO_2 - $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E (transpiração - $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); gs (condutância estomática - $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); $EiCi$ (eficiência instantânea da carboxilação - $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$. DPF (Diâmetro polar do fruto- mm); DEF (Diâmetro equatorial do fruto- mm); PMF (Peso Médio dos frutos - g fruto⁻¹); NFP (Número de frutos por planta); PTP (Produção total por planta - g planta⁻¹).

Figura 3. Projeção bidimensional dos escores dos componentes principais para os fatores métodos de aplicação de ácido ascórbico, concentrações de ácido ascórbico (AsA) e condutividade elétrica da água de irrigação (A), e das variáveis analisadas (B) nos dois componentes principais (CP1 e CP2).

Ao analisar o CP1, observa-se que as plantas cultivadas sob CEa de 0,8 dS m⁻¹, com aplicação do ácido ascórbico pelo método de pulverização e concentração de 0,8 mM (S1M2C2), se destacaram com os maiores valores (Tabela 3) de $Cl a$ (503,33 $\mu\text{g mL}^{-1}$); $Cl b$

(302 $\mu\text{g mL}^{-1}$); Cl total (805,32 $\mu\text{g mL}^{-1}$), Car (105,70 $\mu\text{g mL}^{-1}$), CRA (89,51%), A (6,18 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), E (1,27 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), gs (0,77 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), *EiCi* (0,045 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), NFP (15 frutos por planta) e PTP (2011,33 g por planta).

No componente principal 2 (CP2), as plantas sob CEa de 0,8 dS m^{-1} , com aplicação do ácido ascórbico pelo método de pulverização e concentração de 1,6 mM (S1M2C3), obtiveram os valores máximos (Tabela 3) de DP (78,95 mm), DE (69,95 mm) e PMF (169,13 g por fruto).

Ao comparar os resultados entre as plantas submetidas aos tratamentos S1M2C2 e S1M2C3 com aquelas cultivadas com o tratamento S1M2C1, foram observados aumentos significativos de 35,06% (176,51 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 35,06% (105,91 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 35,06% (282,4 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 28,57% (30,2 $\mu\text{g mL}^{-1}$), 3,57% (3,2%), 14,40% (0,89 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), 22,04% (0,28 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), 38,96% (0,03 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e 28,88% (0,013 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), 31,13% (4,52 frutos por planta), 36,63% (737,03 g por planta), 13,24% (10,45 mm), 21,82% (15,26 mm), e 47,08% (79,63 g por fruto) para Cl a, Cl b, Cl total, Car, CRA, A, E, gs, *EiCi*, NFP, PTP, DP, DE e PMF, respectivamente. Além de uma redução de 4,14% (11,14) no extravasamento de eletrólitos e de 16,46% (27 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) na concentração interna de CO_2 .

No estudo em questão, a melhor atividade fisiológica foi a do método de aplicação por pulverização foliar com AsA, o que pode ter contribuído para a melhoria do desempenho fisiológico e de produção das plantas sob condições de estresse. De acordo com Nachtigall (2010), quando um produto é aplicado por pulverização, a resposta é quase imediata e mais eficiente nas etapas mais avançadas de crescimento, quando há uma assimilação preferencial para a produção de frutos se comparada com outros métodos de aplicação.

De acordo com a pesquisa de Alves et al. (2022), a aplicação do AsA por meio de pulverização em plantas de tomate submetidas a estresse salino resultou em um aumento de Cl total (8,78%), Car (7,81%) e NFP (24%). A aplicação exógena de AsA também aumentou o conteúdo relativo de água em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris L.*) em estresse salino, conforme observado por Azeem et al. (2023) e em sorgo (*Sorghum vulgare Pers.*) por Saeidi-Sar et al. (2013), indicando uma melhor absorção de K^+ . A aplicação foliar do AsA, também aumentou a área foliar, o conteúdo total de clorofila nas folhas, a porcentagem de frutos, a porcentagem e espessura da polpa e o comprimento e o diâmetro de frutas de oliveira sob estresse salino, conforme descrito por El-Sayed et al. (2014).

As plantas submetidas ao tratamento S1M2C2, registraram o menor extravasamento de eletrólitos (33,01%) no limbo foliar e a menor concentração interna de CO_2 (137 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), demonstrando o efeito benéfico do ácido ascórbico nessas variáveis, quando aplicado na

concentração de 0,8 mM e pelo método de pulverização. Na presente pesquisa foi identificado que o extravasamento de eletrólitos não resultou em lesões nos tecidos foliares nas plantas que receberam AsA no nível salino de 0,8 dS m⁻¹. Conforme Sullivan (1972), uma célula é considerada lesionada quando o percentual de dano ultrapassa 50%.

A menor concentração interna de CO₂ resultou em maior taxa de assimilação de CO₂, isso acontece devido a presença do ácido ascórbico (AsA) que promove o contínuo desenvolvimento das plantas e o aumento da biomassa e acelerando tanto a divisão celular quanto ao crescimento, ao mesmo tempo em que aprimora a integridade da membrana, reduzindo o extravasamento de íons e diminuindo a concentração interna de CO₂. Essas ações estão associadas ao papel fisiológico do AsA, uma vez que, o composto amplia a atividade de várias enzimas, incluindo a RuBisCO (Saeidi-Sar et al., 2013; Akram et al., 2018).

Também ocorreu o aumento na condutividade elétrica da água de irrigação, o que prejudicou as trocas gasosas, o conteúdo relativo de água, os teores de pigmentos fotossintéticos e a produção do maracujazeiro-azedo. Ao analisar o CP1, as plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob CEa de 3,8 dS m⁻¹, sem aplicação do ácido ascórbico (S2M1C1), se destacaram com os menores valores (Tabela 3) de CRA (67,58%), A (3,18 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), E (0,67 mmol H₂O m⁻² s⁻¹), *gs* (0,020 mol H₂O m⁻² s⁻¹), DP (63,12 mm), DE (34,64 mm) e PMF (67,44 g fruto⁻¹). No tratamento S2M2C1 os menores valores de Cl *a* (228,78 μg mL⁻¹), Cl *b* (137,27 μg mL⁻¹), Cl total (366,04 μg mL⁻¹), Car (48,04 μg mL⁻¹) e NFP (4 frutos). E o tratamento S2M3C1 com os menores valores de PTP (442,33 g planta⁻¹).

O excesso de sais presente na água de irrigação, especialmente, íons de sódio (Na⁺) e cloreto (Cl⁻), limita a capacidade das raízes de absorver água e nutrientes da solução do solo (Soni et al., 2021), proporcionando estresse osmótico e desequilíbrio iônico (Farouk et al., 2020), resultando no fechamento estomático, redução da transpiração, taxa de assimilação de CO₂, eficiência instantânea de carboxilação e na eficiência do uso da água (Chrysargyris et al., 2019; Silva Neta et al., 2022). A diminuição nas trocas gasosas da *gs*, *E* e *A* com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação também foi apontada em outros estudos envolvendo diferentes frutíferas, como tangerina (Sá et al., 2015), aceroleira (Dias et al., 2021; Dantas et al., 2021), gravioleira (Silva et al., 2022), goiabeira (Lacerda et al., 2022) e cajueiro (Arruda et al., 2023). A redução na síntese de pigmentos fotossintéticos de plantas de maracujazeiro-azedo em função do estresse salino também foi constada por Lima et al. (2020b).

Andrade et al. (2019), em pesquisa avaliando os efeitos da salinidade da água na cultura do maracujazeiro-azedo acesso 'Guinezinho' concluíram que, o aumento da CEa a partir de 0,7 dS m⁻¹ diminuiu o número de frutos e o peso médio de frutos. Em outra pesquisa, Lima et al.

(2022b), constataram reduções no diâmetro polar e equatorial dos frutos de maracujazeiro-azedo sob estresse salino. Os autores Souza et al. (2023), notaram que a condutividade elétrica a partir de 0,3 dS m⁻¹ reduziu o conteúdo relativo de água, os teores de clorofila *a* e *b*, a taxa de assimilação de CO₂ e a eficiência instantânea do uso da água em plantas de maracujazeiro-azedo ‘BRS SC1’.

Na interação entre as concentrações de ácido ascórbico (AsA) e os níveis salinos da água houve efeito significativo para o diâmetro do caule (DC) ($p \leq 0,05$) e volume de polpa (VP) ($p \leq 0,01$) (Tabela 4), o contrário ocorreu ($p > 0,05$) na interação entre MA \times AsA \times CEa. A interação entre os métodos de aplicação (MA) e as concentrações de ácido ascórbico (AsA) afetou bastante o volume de polpa (VP) ($p \leq 0,01$) dos frutos. Já a interação entre MA \times CEa não impactou tanto nenhuma das variáveis analisadas. Por outro lado, a interação entre AsA \times CEa afetou muito o diâmetro de caule e o volume de polpa do maracujazeiro-azedo.

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente a fluorescência inicial (F_0), fluorescência variável (Fv), eficiência quântica do fotossistema II – (Fv/Fm), fluorescência máxima (Fm), diâmetro do caule (DC) e volume de polpa (VP), do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 150 e 180 dias após o transplântio.

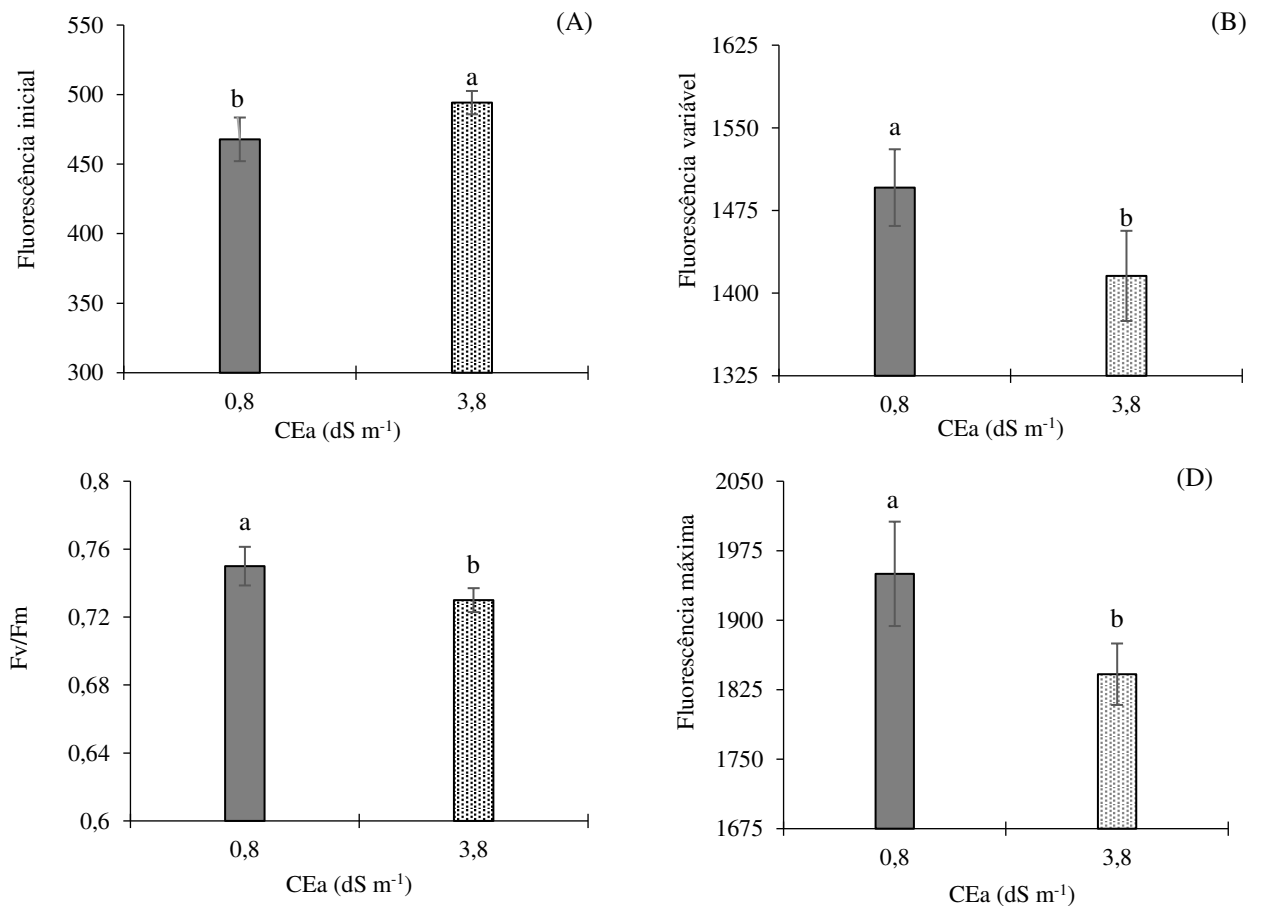
Fontes de variação	GL	Quadrado médio					
		F_0	Fv	Fv/Fm	Fm	DC	VP
Métodos de aplicação (MA)	2	238,9 ^{ns}	6414,7 ^{ns}	0,000088 ^{ns}	6191,90 ^{ns}	0,348 ^{ns}	288,06 ^{**}
Ácido ascórbico (AsA)	2	1629 ^{ns}	24939 ^{ns}	0,000089 ^{ns}	75752,7 ^{**}	4,870 ^{**}	1362 ^{**}
Condutividade elétrica (CEa)	1	9414 ^{**}	42056 [*]	0,001645 [*]	158437 ^{**}	30,31 ^{**}	46,29 ^{ns}
Interação (MA \times AsA \times CEa)	4	1027 ^{ns}	43150 ^{ns}	0,000664 ^{ns}	2238,27 ^{ns}	0,905 ^{ns}	71,49 ^{ns}
Interação (MA \times AsA)	4	514,4 ^{ns}	2198,4 ^{ns}	0,00019 ^{ns}	19700,7 ^{**}	1,308 ^{ns}	382,37 ^{**}
Interação (MA \times CEa)	2	1094 ^{ns}	3404,7 ^{ns}	0,000252 ^{ns}	8583,72 ^{ns}	1,054 ^{ns}	323,97 ^{ns}
Interação (AsA \times CEa)	2	2086 ^{ns}	3230,2 ^{ns}	0,0000006 ^{ns}	11268,05 ^{ns}	1,499 [*]	314,75 ^{**}
Blocos	2	225,6	11128	0,00083	2238,27	0,082	188,56
Resíduo	34	601,7	6975,09	0,00040	3343,65	0,375	54,242
CV (%)		5,10	5,70	2,58	3,05	4,02	12,77

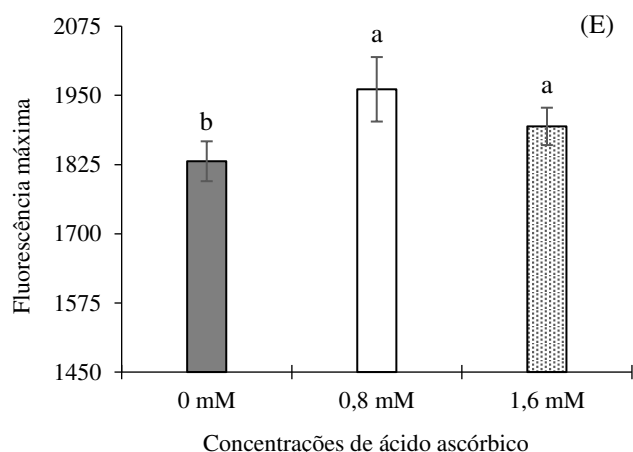
^{ns}, ^{*}, ^{**} respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$. CV: Coeficiente de variação, GL: Graus de liberdade.

A salinidade da água de irrigação elevou a fluorescência inicial das plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob CEa de 3,8 em relação as que receberam 0,8 dS m⁻¹ (Figura 4A). As plantas submetidas à irrigação com água de 3,8 dS m⁻¹ aumentaram em 5,78% (27) a F_0 em comparação com aquelas que receberam água de 0,8 dS m⁻¹. O aumento em F_0 sugere danos ao aparato fotossintético devido ao estresse salino, indicando a perda de energia luminosa. Essa situação é característica de um estado de oxidação da quinona (receptor primário

de elétrons) no centro de reação (P680), o que dificulta a transferência de energia do fotossistema II (Dias et al., 2021).

Diferente do resultado observado na fluorescência inicial (Figura 4A), as plantas irrigadas com CEa de 3,8 dS m⁻¹ reduziram de forma significativa a fluorescência variável. A Fv das plantas cultivadas sob CEa de 3,8 dS m⁻¹ em relação as submetidas à salinidade da água de 0,8 dS m⁻¹, observa-se redução de 55,82 (3,74%), por envolver a energia potencial ativa no fotossistema, é uma evidência de uma restrição na ativação da cadeia transportadora de elétrons, que desempenha um papel crucial na produção de energia em forma de ATP e NADPH para o ciclo de Calvin. Isso resulta na redução da capacidade fotossintética da planta (Silva et al., 2018; Lotfi et al., 2020). Sobre o tema, Silva et al. (2022), em pesquisa com plantas de gravioleira (*Annona muricata L*) irrigadas com águas salinas (CEa variando de 0,8 a 4,0 dS m⁻¹), constataram que a partir de 0,8 dS m⁻¹ houve diminuição na fluorescência variável de 5,21% por incremento unitário da CEa, aos 480 dias após o transplante.





Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 4. Fluorescência inicial – F_0 (A), fluorescência variável – F_v (B), eficiência quântica do fotossistema II - F_v/F_m (C) e fluorescência máxima – F_m do maracujazeiro azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica (D), métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico (E), aos 150 dias após o transplântio.

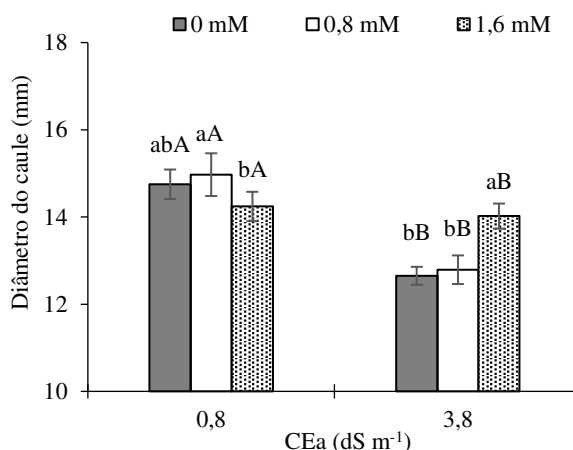
A eficiência quântica do fotossistema II também foi reduzida pelo aumento na condutividade elétrica da água (Figura 4C). A F_v/F_m das plantas cultivadas sob CEa de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ diferiu das que receberam o menor nível de salinidade da água ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$). Tal situação demonstra a ocorrência de danos fotoquímicos nas plantas de maracujazeiro-azedo, em que uma fração da energia luminosa presente na membrana dos tilacóides associada aos efeitos metabólicos do estresse salino, intensifica a produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), resultando na degradação dos pigmentos fotossintéticos no centro de reação (Martins et al., 2019; Saddiq et al., 2021). Arruda et al. (2023) em pesquisa com o cajueiro anão precoce sob irrigação com águas salinas (CEa variando de $0,4$ a $3,6 \text{ dS m}^{-1}$) constataram redução na eficiência quântica do fotossistema II de 19,05% entre as plantas de cajueiro, aos 280 dias após o transplântio.

As plantas irrigadas com a água de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ tiveram redução na fluorescência máxima de 54,4 (2,78%) (Figura 4D) em relação às cultivadas com água de menor salinidade da água ($0,8 \text{ dS m}^{-1}$). O estresse salino, provavelmente, restringiu a absorção de energia nos centros de reação luminosa, devido ao acúmulo excessivo de íons tóxicos que desencadeiam um desequilíbrio na atividade metabólica da planta, o que resulta na formação de espécies reativas de oxigênio que podem limitar a eficiência energética dos pigmentos fotossintéticos (Saddiq et al., 2021). Em estudo desenvolvido por Silva et al. (2022) com plantas de gravioleira (*Annona muricata L.*) cv. Morada Nova irrigadas com águas salinas (CEa de $0,8$ a $4,0 \text{ dS m}^{-1}$), o

incremento nos níveis de CEa resultou em redução de 10,9% por incremento unitário da condutividade elétrica na fluorescência máxima.

As plantas de maracujazeiro-azedo submetidas às concentrações de 0,8 e 1,6 mM de ácido ascórbico tiveram uma fluorescência máxima superior estatisticamente as plantas cultivadas sob 0 mM de AsA (Figura 4E). Ao comparar a Fm das plantas que receberam as concentrações de 0,8 e 1,6 mM de AsA em relação ao tratamento controle (0 mM), verifica-se aumento de 80,15 e 82,11%, respectivamente. O aumento na fluorescência máxima pode ser atribuído ao Ácido Ascórbico (AsA), já que ele atua como cofator da violaxantina de-epoxidase, uma enzima crucial no ciclo da xantofila. Esse ciclo representa um mecanismo de dissipação de energia luminosa excessiva que poderia causar danos aos cloroplastos. No ciclo da xantofila, ocorre a conversão reversível de violaxantina para anteraxantina e zeaxantina, pigmentos com a capacidade de dissipar o excesso de energia na forma de calor, ou seja, o AsA desempenha um papel crucial ao auxiliar as plantas na regulação do fluxo de energia nos cloroplastos, prevenindo assim, a fotoinibição (Yang, 2017).

O diâmetro do caule das plantas de maracujazeiro-azedo diferiu entre os níveis salinos da água (Figura 5). Nas plantas cultivadas sob CEa de 0,8 dS m⁻¹, a aplicação de AsA na concentração de 0,8 mM proporcionou um crescimento em diâmetro de caule superior ao obtido nas cultivadas sob 1,6 mM de AsA. Contudo, nesse nível salino da água não houve diferença significativa no DC das plantas submetidas às concentrações de ácido ascórbico de 0 e 1,6 mM. Por outro lado, nas plantas irrigadas com CEa de 3,8 dS m⁻¹, a aplicação de 1,6 mM de AsA resultou em maior crescimento do DC em relação as que receberam as concentrações de 0 e 1,8 mM. O potencial de energia livre da água no solo é reduzido devido ao acúmulo excessivo de íons, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Tal situação pode induzir alterações em genes responsáveis pela transição na síntese de suberina, lignina e polissacarídeos da parede celular. Essas modificações afetam negativamente a taxa de alongamento e divisão celular nos tecidos e por conseguinte, o crescimento (Li et al., 2014; Byrt et al., 2018).



Letras minúsculas iguais acima das barras não indicam diferenças significativas entre as concentrações de AsA dentro de cada condutividade elétrica da água de irrigação, e letras maiúsculas iguais não indicam diferenças significativa nas concentrações de AsA entre as condutividades elétricas da água de irrigação, de acordo com o teste de Tukey. ($p \leq 0,05$).

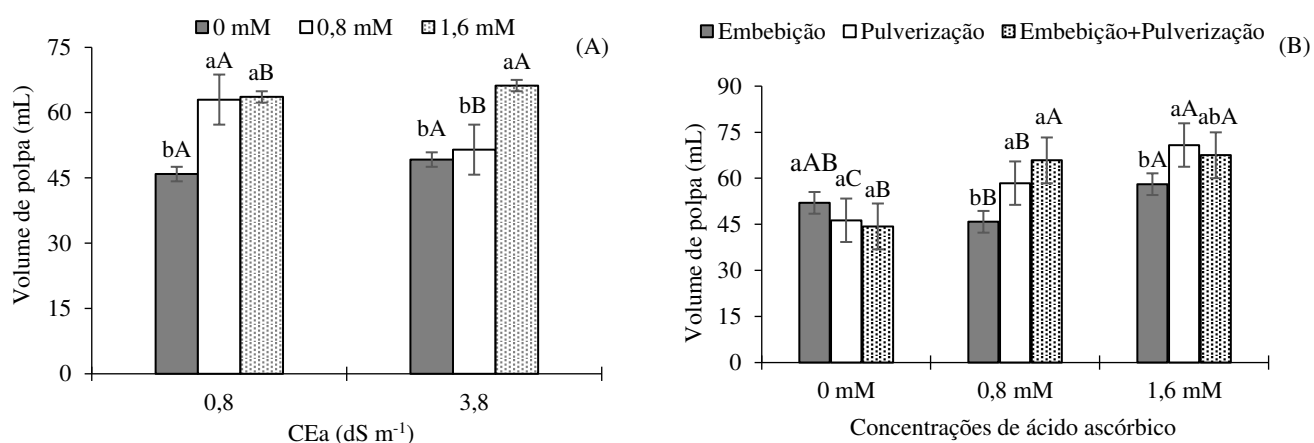
Figura 5. Diâmetro do caule do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica – CEa, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 150 dias após o transplantio.

A diminuição no crescimento das plantas também pode estar associada aos efeitos tóxicos dos íons (Na^+ e Cl^-), que ao se acumular nos tecidos do caule durante o desenvolvimento das plantas pode alterar a homeostase osmótica e iônica (Alvarenga et al., 2019; Lima et al., 2019). A redução no crescimento das plantas de maracujazeiro-azedo é reflexo das limitações observadas na taxa de assimilação de CO_2 nas plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ que altera a partição de fotoassimilados. Além disso, o dispêndio energético para manutenção das atividades metabólicas em plantas cultivadas sob condições de estresse também é um fator que contribui para inibição do crescimento das plantas. Em estudo desenvolvido por Lacerda et al. (2023) com a goiabeira irrigada com águas salinas (CEa de $0,6$ e $3,2 \text{ dS m}^{-1}$), o maior nível salino da água de irrigação resultou em inibição do crescimento em diâmetro do caule das plantas, aos 390 dias após o transplantio.

As plantas cultivadas sob CEa de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ obtiveram um volume de polpa superior estatisticamente ao das que estavam submetidas à salinidade da água de $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 6A). Contudo, apesar da redução no volume de polpa pela salinidade da água, nota-se que as plantas cultivadas sob pulverização com ácido ascórbico alcançaram o maior volume de polpa nos níveis salino da água de $0,8$ e $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ e na concentração de ácido ascórbico de $1,6 \text{ mM}$. O aumento do volume de polpa das plantas que receberam o AsA na concentração de $1,6 \text{ mM}$, nos dois níveis salinos da água, comparado aos resultados das plantas que não receberam o ácido ascórbico foi de $27,86\%$ ($17,72 \text{ mL}$) e $25,68\%$ (17 mL), respectivamente. No entanto,

plantas que não receberam AsA (0 mM) tiveram os menores valores de volume de polpa (45,89 e 49,22 mL) sob salinidade da água de 0,8 e 3,8 dS m⁻¹, respectivamente.

O aumento da concentração de sais no solo dificulta a absorção de água e nutrientes pelas plantas, levando ao fechamento parcial dos estômatos como uma medida de proteção contra a perda excessiva de água restringindo a entrada de CO₂ na câmara subestomática e consequentemente, prejudicando a eficiência de carboxilação e o uso eficiente da água (Skider et al., 2020). Em estudo realizado por Ramos et al. (2022), com o maracujazeiro-azedo cv. BRS Rubi do Cerrado sob irrigação com águas salinas (CEa de 0,6 a 3,0 dS m⁻¹), constataram ao comparar o rendimento de polpa dos frutos oriundos de plantas submetidas à maior CEa (3,0 dS m⁻¹) em relação ao menor nível (0,6 dS m⁻¹), diminuição de 49,84%.



Letras minúsculas iguais acima das barras não indicam diferenças significativas entre as concentrações de AsA dentro de cada condutividade elétrica da água de irrigação, e letras maiúsculas iguais não indicam diferenças significativa nas concentrações de AsA entre as condutividades elétricas da água de irrigação, de acordo com o teste de Tukey. ($p \leq 0,05$).

Figura 6. Volume de polpa (VP) do maracujazeiro-azedo cultivado sob irrigação com água de diferentes níveis de condutividade elétrica - CEa, métodos de aplicação e concentrações de ácido ascórbico, aos 180 dias após o transplântio.

A interação entre os métodos de aplicação (MA) e as concentrações de ácido ascórbico (Figura 6B) influenciou de forma significativa o volume de polpa, sendo o maior valor obtido nas plantas que receberam ácido ascórbico pelo método de pulverização na concentração de 1,6 mM; no entanto, não houve diferença significativa no VP entre as plantas que receberam ácido ascórbico pelo método de aplicação por pulverização e embebição + pulverização. O acréscimo no volume de polpa em plantas tratadas com ácido ascórbico, através dos métodos de pulverização e embebição + pulverização, foi de 18,01% (12,76 mL) e 10,95% (7,7 mL), respectivamente, em comparação com as plantas que recebem ácido ascórbico apenas por

embebição. Esse aumento do volume de polpa pode estar associado ao papel do AsA como antioxidante, já que o AsA tem a capacidade de reagir diretamente com diversas espécies reativas de oxigênio, resultando em um aprimoramento das funções fisiológicas das plantas (Siddiqui et al., 2019). Além disso, a aplicação do AsA por meio de pulverização induz uma resposta praticamente instantânea e mais eficiente durante as etapas avançadas do crescimento (Nachtigall, 2010).

Sendo assim, os resultados obtidos nesse estudo sugerem que o uso do ácido ascórbico nas concentrações de 0,8 e 1,6 mM, associado ao método de pulverização foliar, pode ser uma estratégia promissora para reduzir os efeitos do estresse salino em plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas sob CEa de 0,8 e 3,8 dS m⁻¹.

6. CONCLUSÕES

A pulverização foliar de ácido ascórbico na concentração de 0,8 mM ameniza os efeitos do estresse salino sobre o extravasamento de eletrólitos, o conteúdo relativo de água foliar, os pigmentos fotossintéticos, as trocas gasosas e a produção total de frutos do maracujazeiro-azedo, aos 150 dias após o transplantio.

O aumento da condutividade elétrica da água acima de 3,8 dS m⁻¹ afeta de forma negativa a fluorescência da clorofila *a* que não recebe tratamento com ácido ascórbico.

As plantas de maracujazeiro-azedo cultivadas com água de 0,8 dS m⁻¹ e aplicação foliar de 0,8 mM de ácido ascórbico, obtiveram o maior volume de polpa e o maior crescimento em diâmetro do caule aos 150 e 180 dias após o transplantio.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelrahman, M.; Burritt, D. J.; Tran, L. S. P. The use of metabolomic quantitative trait locus mapping and osmotic adjustment traits for the improvement of crop yields under environmental stresses. **Seminars in Cell & Development Biology**, v.83, p.86-94, 2018.
- Aguiar, A. T. da E.; Gonçalves, C.; Paterniani, M. E. A. G. Zagatto. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7. ed. Campinas: Instituto Agronômico: Revisada e Atualizada, 2014. 452 p.
- 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.
- Akram, N.A.; Iqbal, M.; Muhammad, A.; Ashraf, M.; Al-Qurainy, F.; Shafiq, S. Aminolevulinic acid and nitric oxide regulate oxidative defense and secondary metabolisms in canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. **Protoplasma**, 2018, Cap.255, p.163–174.
- Albuquerque, J. R. T. de; Sá, F. V. da S.; Oliveira, F. A. de; Paiva, E. P. de; Araújo, E. B. G.; Souto, L. S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, p.486- 495, 2016.
- Albuquerque, A. S.; Fonsêca, N. C.; Santos, R. V. dos. Aplicação de corretivos alternativos em solo salinizado com cultivo de *Sorghum bicolor* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, p.452-458, 2018.
- Almeida, O. A. **Qualidade da água para irrigação**. 1ed. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- Alvarenga, C. F. de S.; Silva, E. M. da; Nobre, R.G.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S. de; Silva, L. de A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, 194-205, 2019.
- Alves, R. C.; Medeiros, A. S.; Nicolau, M. C. M.; Oliveira, F. A.; Lima, L. W.; Aroucha, E. M. M.; Gratão, P. L. Influence of partial root-zone saline irrigation management on tomato yield and fruit quality from a potted-plant study. **Hort Science**, v.53, p.1326-1331, 2018.
- Alves, R. de C.; Oliveira, K. R.; Lúcio, J. C. B.; Silva, J. dos S.; Carrega, W. C.; Queiroz, S. F.; Gratão, P. L. Exogenous foliar ascorbic acid applications enhance salt-stress tolerance in peanut plants throughout an increase in the activity of major antioxidant enzymes. **South African Journal of Botany**, v. 150, p.759-767, 2022.

- Amini, S.; Ghadiri, H.; Chen, C. R.; Marschner, P. Salt-affected soils, reclamation, carbon dynamics, and biochar: a review. **Journal of Soils and Sediments**, v.16, p.939-953, 2016.
- 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. 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, p.945-951, 2019.
- Andrade Neto, R. C.; Negreiros, J. R. S.; Faleiro F. G.; Junqueira, K. P. Nogueira, S. R.; Santos, R. S.; Almeida, U. O.; Ribeiro, A. M. A. S. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro-amarelo cvs. BRS Gigante Amarelo e BRS Sol do Cerrado**. Comunicado Técnico, 187. EMBRAPA. 2015. 12p.
- Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.
- Arruda, T. F. de L.; Lima, G. S. de; Silva, A. A. R. da; Azevedo, C. A. V. de; Souza, A. R. de; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Lima, V. L. A. de; Fernandes, P. D. ; Silva, F. de A. da; Dias, M. dos S.; Chaves, L. H. G.; Saboya, L. M. F. Salicylic acid as a salt stress mitigator on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth of precocious-dwarf cashew in the post-grafting phase. **Plants**, v. 12, e2783, 2023.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 218p. (Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29).
- Azeem, M.; Sultana, R.; Mahmood, A.; Qasim, M.; Siddiqui, Z. S.; Mumtaz, S.; Javed, T.; Umar, M.; Adnan, M. Y.; Siddiqui, M. H. Ascorbic and salicylic acids vitalized growth, biochemical responses, antioxidant enzymes, photosynthetic efficiency and ionic regulation for alleviate salinity stress in *Sorghum bicolor*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 2, p.5266-5279, 2023.
- Barroso, A. de A. F.; Gomes, G. E.; Lima, A. E. de O.; Palácio, H. A. de Q.; Lima, C. A. de. Avaliação da qualidade da água para irrigação na região Centro Sul no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p.588-593, 2011.
- Billah, M.; Rohman, M. M.; Hossain, N.; Uddin, M. S. Exogenous ascorbic acid improved tolerance in corn (*Zea mays* L.), increasing antioxidant activity under salt stress. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, p.1437-1446, 2017.

- Borges, A. L.; Rosa, R. C. C.; Nascimento Filho, E. C.; Araujo, J. V. C. **Fertilizantes para a cultura do maracujá e seus efeitos nos atributos químicos do solo**. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2016, São Luis, MA. Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Fruticultura. São Luis, Maranhão: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2016. p.1-4.
- Byrt, C. S.; Munns, R.; Burtonc, R. A.; Gillihama, M.; Wegea, S. Root cell wall solutions for crop plants in saline soils. **Plant Science**, v.269, p.47-55, 2018.
- Castro, J. A. **Conservação dos recursos genéticos de Passiflora e seleção de descritores mínimos para caracterização de maracujazeiro**. 2012. 73f. Dissertação (Mestrado em EM Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 2012.
- Cavalcante, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. aproximação**. 3.ed. Recife, PE: Instituto Agrônômico de Pernambuco, 2008. 212p.
- Chrysargyris, A.; Xylia P.; Nicolas, S.; Tzortzakis, N. Physiochemical properties of petunia edible flowers grown under saline conditions and their postharvest performance under modified atmosphere packaging and ethanol application. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.99, p.3644-3652, 2019.
- Dantas, M. V.; Lima, G. S. de; Silva, A. A. R. da; Melo, A. S. de; Medeiros, L. C. de. Gas exchange and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salinity stress and salicylic acid. **Comunicata Scientiae**, v.12, e.3664, 2021.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F. **Efeito dos sais no solo e nas plantas**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2010, Cap.11, p.129-141.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F. **Efeito dos sais no solo e nas plantas**. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2016, Cap.9, p.151-161.
- Dias, A. S.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Furtado, G. de F.; Soares, L. A. dos A.; Nobre, R. G.; Fernandes, P. D. Chloroplast pigments and photochemical efficiency of West Indian cherry under salt stress and potassium-phosphorus fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, p.87-104, 2021.
- Doungue, H. T.; Kengne, A. P. N.; Kuate, D. Neuroprotective effect and antioxidant activity of Passiflora edulis fruit. flavonoid fraction, aqueous extract, and juice in aluminum chloride-induced Alzheimer's disease rats. **Nutrire**, v.43, p.1-12, 2018.

- Duarte, I. A. E.; Milenkovic, D.; Borges, T. K. D. S.; Rosa, A. J. M.; Morando, C.; Oliveira, L. L. Acute effects of the consumption of *Passiflora setacea* juice on metabolic risk factors and gene expression profile in humans. **Nutrients**, v.12, p.1-20, 2020.
- El-Sayed, O. M.; El-Gammal, O. H. M., Salama, A. S. M. Effect of ascorbic acid, proline and jasmonic acid foliar spraying on fruit set and yield of Manzanillo olive trees under salt stress. **Scientia Horticulturae**, v.176, p.32-37, 2014.
- EMATER – Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural 2017. Disponível em: Acesso em: 20 Jan 2023.
- EMBRAPA. 10.18011/bioeng2017v11n2p125-134. BRS Sol do Cerrado: Híbrido de maracujazeiroazedo para mesa e indústria. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Cerrado, 2008. 2p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022a. Disponível em: < http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_mara
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2022b. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208097/1/Documento231-MarcioCanto-Onildo-AINFO-1.pdf>. Acesso em: 03 de março de 2023.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Maracujá: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Ed. Embrapa Cerrados, (coleção 500 perguntas, 500 respostas). 2016. 341p.
- Farouk, S.; Elhindi, K. M.; Alotaibi, M. A. Silicon supplementation mitigates salinity stress on *Ocimum basilicum* L. via improving water balance, ion homeostasis, and antioxidant defense system. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.206, e.111396, 2020.
- Fatah, E. M. A; Sadek, K. A. Impact of different application methods and concentrations of ascorbic acid on sugar beet under salinity stress conditions. **Journal of Agricultural Sciences**, v. 65, p.31- 44, 2020.
- Ferraz, R. A.; Gonçalves, B. H. L.; Souza, J. M. A.; Tecchio, M. A. Desenvolvimento de mudas de maracujazeiro ‘BRS rubi do cerrado’ com a utilização de ácido giberélico. **Cultura Agrônômica**, v.25, p.167-174, 2016.
- 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.
- Feuillet, C. Passifloraceae (Passion Flower Family). In: Smith, N.; Mori, S. A.; Henderson, A.; Stevenson, D.W.; Held, S.V. (Ed). **Flowering plants of the neotropics**. Oxford: Princeton University Press; New York Botanical Garden, p.286- 287, 2004.
- Freire, M. B. G. dos S.; Freire, F. J. **Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais**. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H. V.; Barros, N. F. DE.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R.

- B.; Neves, J. C. L. Ed. 1. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.16, p.929-954, 2007.
- Gadioli, I. L.; Cunha, M. S. B.; Carvalho, M. V. O.; Costa, A. M.; Pineli, L. L. O. A systematic review on phenolic compounds in Passiflora plants: Exploring biodiversity for food, nutrition, and popular medicine. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.58, p.785-807, 2017.
- Gill, S. S.; Tuteja, N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology Biochemistry**, v.48, p.909-930, 2010.
- Gheyi, H. R.; Nildo, S. D.; Lacerda, C. F. L.; Enéas, G. F. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2.ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. 504p.
- Gondim, J. A. M.; Moura, M. F. V.; Dantas, A. S.; Medeiros, R. L. S.; Santos, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, v.25, p.825-827, 2005.
- Govaerts, B.; Sayre K. D.; Lichter K.; Dendoover L.; Decker J. Influence of permanent raised bed planting and residue management on physical and chemical soil quality in rainfed maize/wheat systems. **Plant and Soil**, v.291, p.39-54, 2007.
- Greco, S. M. L. **Caracterização físico-química e molecular de genótipos de maracujá azedo cultivados no Distrito Federal**. 2014. 163f. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de concentração produção sustentável) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- Hafle, O. M.; Costa, A. C.; Santos, V. M.; Santos, V. A.; Moreira, R. A. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 341-346, 2010.
- Hair, F. J.; Black C. W.; Badin B. J.; Anderson R. E.; Tathan R. L. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna. Porto Alegre: Bookman. 2009, 688p.
- Hameed, A.; S. Gulzar; I. Aziz; T. Hussain; B. Gul; M.A. Khan. Effects of salinity and ascorbic acid on growth, water status and antioxidant system in a perennial halophyte. **AoB Plant**, v.7, p.1-11, 2015.
- Hippler, F. W. R.; Boaretto, R. M.; Quaggio, J. A.; Azevedo, R. A.; Mattos Junior D. Towards soil management with Zn and Mn: estimates of fertilisation efficacy of Citrus trees. **Annals of Applied Biology**, v.166, p.484-495, 2015.
- Hotelling, H. **Multivariate quality control**. In: Eisenhart, C.; Hastay, M. W.; Wallis, W. A. Techniques of statistical analysis. New York: John Wiley & Sons. 1947. 73p.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal, 2022. Disponível em: Acesso em: 12 de Julho de 2022.
- Ighodaro, O. M.; Akinloye, O. A.; First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. **Alexandria Journal Medicine**, v.3, p.1-7, 2017.
- Kaiser, H. F. The application of electronic computers to factor analysis. **Educational and Psychological Measurement**, v.20, p.141–151, 1960.
- Kapoor, D.; Sharma, R.; Handa, N.; Kaur, H.; Rattan, A.; Yadav, P.; Gautam, V.; Kaur, R.; Bhardwaj, R. Redox homeostasis in plants under abiotic stress: role of electron carriers, energy metabolism mediators and proteinaceous thiols. **Frontiers Environmental Science**, v.3, p.1-13, 2015.
- Kovda, V. A.; Yaron, B.; Shalhevet, Y. **Quality of irrigation water**. In: Kovda, V. A.; Berg, C. V.; Hagan, R. M. (org.). International source book on irrigation, drainage and salinity. 1973, Cap.7, p.177-205.
- Lacerda, C. N. de; Soares, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Fatima, R. T. de; Gheyi, H. R.; Azevedo, C. A. V. de. 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.
- Lacerda, C. N.; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Silva, I. J. Salicylic acid does not alleviate salt stress on physiological indicators and growth of guava. **Comunicata Scientiae**, v.14, e3888, 2023.
- Leal, Y. H.; Sousa, L. V. de; Gomes, M. J.; Sousa, B. A. G.; Melo Filho, J. S.; Silva, M. G. T.; Carlos, A.; Dias, T. J. Agronomic performance and gaseous exchanges of the radish under saline stress and ascorbic acid application. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.13, p.89-98, 2019.
- Leonel, S.; Pedroso, C. J. Produção de mudas de maracujazeiro doce com uso de biorregulador. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.107-119, 2005.
- Li, H.; Yan, S.; Zhao, L.; Tan, J.; Zhang, Q.; Gao, F.; Wang, P.; Hou, H.; Li, L. Histone acetylation associated up-regulation of the cell wall related genes is involved in salt stress induced maize root swelling. **BMC Plant Biology**, v.14, p.127-139, 2014.
- Liang, W.; Ma, X.; Wan, P.; Liu, L. Plant salt-tolerance mechanism: A review. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 495, p. 286-291, 2018.
- Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Sousa, P. F. do N.; Fernandes, P. D. Saline water irrigation strategies and potassium fertilization on physiology

- and fruit production of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, p.180-189, 2022a.
- Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Soares, M. D. M.; Silva, F. A.; Azevedo, C. A. V. de; 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 Pollut**, v.233, e452. 2022b.
- Lima Junior, J. A.; Silva, A. L. P. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, p.1-21, 2010.
- Lima, G. S. de; Fernandes, C. G. J.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, p.184 -194, 2020a.
- Lima, G. S. de; Silva, J. B. da; Pinheiro, F. W. A.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R. Potassium does not attenuate salt stress in yellow passion fruit under irrigation management strategies. **Revista Caatinga**, v.33, p.1082-1091, 2020b.
- Lima, G. S. de; Pinheiro, F. W. A.; Dias, A. S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, S. S. da. Growth and production components of West Indian cherry cultivated with saline waters and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.250-256, 2019.
- Lima-Neto, A. J.; Cavalcante, L. F.; Mesquita, F. O.; Souto, A. G.; Santos, G. P.; Santos, J. Z.; Mesquita, E. F. Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v.76, p.236-242, 2016.
- Liu, S. L.; Yang, R. J.; Ma, M. D.; Dan, F.; Zha, Y.; Jiang, P.; Wang, M. H. Effects of exogenous NO on the growth, mineral nutrient content, antioxidant system, and ATPase activities of *Trifolium repens* L. plants under cadmium stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.37, e1721, 2015.
- Liu, C.; Mao, B.; Yuang, D.; Chu, C.; Duan, B. Salt tolerance in rice: Physiological responses and molecular mechanisms. **The Crop Journal**, v.10, p.13-25, 2022.
- Lotfi, R.; Ghassemi-Golezani, K.; Pessarakli, M. Salicylic acid regulates photosynthetic electron transfer and stomatal conductance of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salinity stress. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v.26, e101635, 2020.
- Lucena, C. Y. S.; Santos, D. J. R.; Silva, P. L. S.; Costa, E. D.; Lucena, R. L. O reuso de águas residuais como meio de convivência com a seca no semiárido do Nordeste Brasileiro. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, p.1-17, 2018.

- Martins, J. B.; Santos Júnior, J. A.; Bartusch, V. P.; Gheyi, H. R.; Bezerra Neto, E.; Silva, M. M. D. Water relations in parsley plants cultivated in brackish nutrient solutions of different cationic natures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.662-668, 2019.
- Medeiros, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE. 1992.** 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Área de concentração em Irrigação e Drenagem) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- Moreno, E. C.; Tiago, A. V.; Rossi, F. S.; Rossi, A. A. B. Biologia floral, morfometria e viabilidade polínica do Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims* f. *Flavicarpa* Degener). **Enciclopédia Biosfera**, v.11, p.2094-2104, 2015.
- Nájar, R.; Aydi, S.; Sassi-Aydi, S.; Zarai, A.; Abdelly, C. Effect of salt stress on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in *Medicago truncatula*. **Plant Biosystems**, v.153, p.88-97, 2019.
- Nachtigall, G.R.; Nava, G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Agropecuária Catarinense**, v.23, p.87-97, 2010.
- Naz, H.; Akram, N. A.; Ashraf, M. Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*Cucumis sativus*) plants under water-deficit conditions. **Pakistan Journal of Botany**, v.3, p.877-883, 2016.
- Ntibrey, R. A. K.; Kuranchie, F. A.; Gyasi, S. F. Antimicrobial and coagulation potential of *Moringa oleifera* seed powder coupled with sand filtration for treatment of bath wastewater from public senior high schools in Ghana. **Heliyon**, v.6, p.21-32, 2020.
- Noreen, S.; Sultan, M.; Akhter, M. S.; Shah, K. H.; Ummara, U.; Manzoor, H.; Ahmad, P. A. Foliar fertigation of ascorbic acid and zinc improves growth, antioxidant enzyme activity and harvest index in barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under salt stress. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.1, p.1- 16, 2020.
- Nunes, L. R. de L.; Pinheiro, P. R.; Cabral, F. A. S.; Silva, J. B. da; Dutra, A. S. Ascorbic acid of cowpea seeds under saline stress. **Journal of Seed Science**, v.41, p.441-451, 2019.
- Oliveira, J. S.; Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Importância dos maracujás (*Passiflora* L. spp.) e seu uso comercial. **Revista RG News**, v.3, p.72-81, 2017.
- Pessoa, L. G. M.; Freire, M. B. G. dos S.; Araújo Filho, J. C. de; Santos, P. R. dos; Miranda, M. F. A.; Freire, F. J. Characterization and Classification of Halomorphic Soils in the

- Semiarid Region of Northeastern Brazil. **Journal of Agricultural Science**. v. 11, p.405-418, 2019.
- Pinheiro, E. R.; Silva, I. M. D. A.; Gonzaga, L. V.; Amante, E. R.; Teófilo, R. F.; Ferreira, M. M. C.; Amboni, R. D. M. C. Optimization of extraction of high ester pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v.99, p.5561-5566, 2008.
- Pinheiro, F. W. A.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Nobre, R. G.; Fernandes, P. D. Brackish water irrigation strategies and potassium fertilization in the cultivation of yellow passion fruit. **Ciência e Agrotecnologia**, v.46, e022621, 2022.
- Ramos, J. G.; Lima, V. L. A. de; Lima, G. S. de; Nunes, K. G.; Pereira, M. O.; Paiva, F. J. 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.
- Reis, J. M. R.; Rodrigues, J. F.; Reis, M. A. Doses e formas de aplicação de bioestimulante na produção de mudas de maracujazeiro. **Cultura Agronômica**, v.25, p. 267-274, 2016.
- Rehman, S.; Abbas, G.; Shahid, M.; Saqib, M.; FARooq, A. B. U.; Hussain, M.; Murtaza, B.; Amjad, M.; Naeem, M. A.; Farooq, A. Effect of salinity on cadmium tolerance, ionic homeostasis and oxidative stress responses in conocarpus exposed to cadmium stress: Implications for phytoremediation. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.171, p.164-153, 2019.
- Rhoades, J. D.; Kandiah, A.; Mashali, A. M. **Uso de águas Salinas para produção agrícola** (Estudos FAO Irrigação e drenagem). Tradução de H. R. Gheyi, J.R.de Sousa e J.E. Queiroz. Campina Grande: UFPB, p.117,2000.
- Richards, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. USDA Handbook 60, 1954. 160 p.
- Sá, F. V. S.; Brito, M. E. B.; Silva, L. A.; Moreira, R. C. L.; Fernandes, P. D.; Figueiredo, L. C. Physiology of perception of saline stress in ‘Common Sunki’ mandarin hybrids under saline hydroponic solution. **Comunicata Scientiae**, v.6, p.463-470, 2015.
- 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, p.1193, 2021.
- Saeidi-Sar, S.; Abbaspour H.; Afshari H.; Yaghoobi S. R. Effects of ascorbic acid and gibberellin A3 on alleviation of salt stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. **Acta Physiol Plant**, v. 35, p.667-677, 2013.

- Sahab, S.; Suhani, I.; Srivastava, V.; Chauhan, P. S.; Singh, R. P.; Prasad, V. Potential risk assessment of soil salinity to agroecosystem sustainability: current status and management strategies. **Science of the Total Environment**, v.764, p.144-164, 2021.
- Santos, L. F. S.; Lima, G. S. de; Lima, V. L. A. de; Silva, A. A. R.; Soares, L. A. dos A.; Nobrega, J. S.; Capitulino, J. D.; Borborema, L. D. A. ; Souza, A. R. ; Caetano, E. J. M. . Foliar application of proline on the mitigation of salt stress in the physiological indices of sour passion fruit. **Semina. Ciências agrárias**, v. 44, p.1637-1660, 2023.
- Santos, M. R.; Brito, C. F. B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia**, v.7, p.33-41, 2016.
- Santos, W. M. dos; Souza, R. M. S.; Souza, E. S. De; Almeida, A. Q. de; Antonino, A. C. D. Spatial and seasonal dynamics of rainfall in subtropical Brazil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v.2, p.368-376, 2017.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C.; Oliveira, V. Á.; Lumberras, J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Araújo Filho, J. C.; Oliveira, J. B.; Cunha, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018a. 532 p.
- Santos, O. F.; Broetto, F., Oliveira, D. P. F.; Galvão, Í. M.; Souza, M. L. C.; Basílio, J. J. N. Ácido ascórbico, uma alternativa para minimizar os efeitos da deficiência hídrica em rabanete. **Irriga**, v.1, p.79-91, 2018b.
- Santos, Jéssica Marcy Silva Melo **Qualidade da água de drenagem e salinidade do solo no Perímetro Irrigado Jacaré-Curitiba no município de Poço Redondo – Sergipe**. 2022. 73f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos: Área de concentração em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2022.
- Scotti-Campos, P.; Pham-Thi, A. T.; Smedo, J. N.; Pais, I. P.; Ramalho, J. C.; Matos, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.5, p.1002-1013, 2013.
- Siddiqui, M. H.; Alamri, S. A.; Al-Khaishany, M.; Al-Qutami, M. A.; Ali, H. M. A Ascorbic acid application improves tolerance to salt stress in wheat. **Chiang Mai Journal Science**, v.45, p.1296-1306, 2018.
- Siddiqui, M. H.; Alamri, S.; Al-Khaishany, M. Y.; Khan, M. N.; Al-Amri, A.; Ali, H. M.; Alaraidh, I. A.; Alsahli, A. A. Exogenous melatonin counteracts NaCl-induced damage by regulating the antioxidant system, proline and carbohydrate metabolism in tomato seedlings. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, n.2, e353, 2019.

- Silva, A. A. R.; de Lima, G. S. de; de Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Souza, A. R.; Fernandes, P. D. Salicylic acid relieves the effect of saline stress on soursop morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, v.45, e7021, 2021.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Souza, L. de P.; Veloso, L. L. S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e55671, 2019.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Soares L. A. dos A.; Veloso L. L. de S. A. Salicylic acid improves physiological indicators of soursop irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.26, p.412-419, 2022.
- Silva, E. M.; 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.
- Silva Neta, A. M. de S.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Silva, L. de A.; Ferreira, F. N.; Fernandes, P. D. Morphophysiology of the passion fruit 'BRS Rubi do Cerrado' irrigated with saline waters and nitrogen fertilization. **Comunicata Scientiae**, v.11, e3456, 2020.
- Silva Neta, A. M. S.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Nobre, R. G.; Sousa, D. D. A.; Ferreira, F. N.; Lacerda, C. N. 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.
- Silveira, J. A. G.; Araújo, S. A. M.; Lima, J. P. M. S.; Viégas, R. A. Roots and leaves display contrasting osmotic adjustment mechanisms in response to NaCl-salinity in *Atriplex numularia*. **Environmental and Experimental Botany**, v.66, p.1-8, 2009.
- Singh, M.; Singh, A.; Nehal, N.; Sharma, N. Effect of proline on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.7, p.2449-2452, 2018.
- Skider, R. K.; Wang, X.; Zhang, H.; Gui, H.; Dong, Q.; Jin, D.; Song, M. Nitrogen enhances salt tolerance by modulating the antioxidant defense system and osmoregulation substance content in *Gossypium hirsutum*. **Plants**, v.9, e450, 2020.
- Smirnoff, N. Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. **Free Radical Biology and Medicine**, v.122, p.116-129, 2018.
- Smirnoff, N.; Wheeler, G. L. Ascorbic acid in plants: biosynthesis and function. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v.19, p.267-290, 2000.

- Soni, S.; Sharawat, N.; Kumar, A.; Kumar, N.; Lata, C.; Mann, A. Effect of saline irrigation on plant water traits, photosynthesis and ionic balance in durum wheat genotypes. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v.28, n.4, p.2510-2517, 2021.
- Sousa, V. F.; Folegatti, M. V.; Coelho Filho, M. A.; Frizzone, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, p.51-56, 2002.
- Souza, V. C.; Lorenzi, H. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2º Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640p. 2008.
- Souza, W. B. B. de; Lima, G. S. de; Paiva, F. J. da S.; Soares, L. A. dos A. ; Fatima, R. T. de; Silva, A. A. R. da; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D. Potassium fertilization as salt stress attenuator in sour passion fruit. **Ciência rural**, v.53, e20210769, 2023.
- Sullivan, C. Y. **Mechanisms of Heat and Drought Resistance in Grain Sorghum and Methods of Measurement. Sorghum in Seventies**. Rao, NGP, House, LR, Eds.; Oxford & IBH Publishing Co., New Delhi, 1972, 247p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.; Murphy, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888p.
- Teixeira Junior, T. (ed.). **Guia prático para a produção maracujazeiro**. Governo do Estado do Tocantins: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Aquicultura do Estado do Tocantins, 2015. 12p.
- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- Tóth SZ, Schansker G, Garab G. Os papéis fisiológicos e metabolismo do ascorbato em cloroplastos. *Planta Fisiol.* V 148, p. 161-75, 2013.
- Veras, R. S.; de Oliveira, I. F. A.; Holanda, V. P. D. de.; Soares, T. R.; Sales, R. J. M. Aplicação de um modelo matemático para estudar a qualidade de água do rio Piranhas-Açu/RN tomando como referência os parâmetros DBO e coliformes termotolerantes. **Revista Tecnologia**, v.36, p.64-78, 2016.
- Vieira, P. F. S. P.; Cruz, D. O.; Gomes, M. F. M.; Campos, L. A. O.; Lima, J. E. Valor econômico da polinização por abelhas mamangavas no cultivo do maracujá-amarelo. **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v.15, p.43-53, 2010.
- Wang Y. H.; Zhang, G.; Chen, Y.; Gao J.; Sun, Y. R.; Sun, M. F.; Chen, J. P. Exogenous application of gibberellic acid and ascorbic acid improved tolerance of okra seedlings to NaCl stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.41, p.1-10, 2019.

- Weatherley, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, p.81-97, 1950.
- Xue, L.; Jiang, J. Y.; Li, X. Z.; Yan, Z. Z.; Zhang, Q.; Ge, Z. M.; Tian, B. Craft, C. Salinity affects topsoil organic carbon concentrations through regulating vegetation structure and productivity. **Journal of geophysical research. Biogeosciences**, v.125, p.1-14, 2020.
- Yang, D. Y; Ma, N. N; Zhuang, K. Y; Zhu, S. B; Liu, Z. M; Yang, X. H. Overexpression of tomato SIGGP-LIKE gene improves tobacco tolerance to methyl viologen-mediated oxidative stress. **Journal of Plant Physiology**, v.209, p.31-41, 2017.
- Zucarelli, V. **Aspectos anatômicos, fisiológicos e bioquímicos da enxertia de maracujazeiros sobre *Passiflora cincinnata* Mast.** 2011. 104 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas (Botânica): Área de concentração em Fisiologia Vegetal) - Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.