



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

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE TOMATE CEREJA UTILIZANDO-SE SOLUÇÃO
NUTRITIVA SALOBRA E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

RAFAELA APARECIDA FRAZÃO TORRES

CAMPINA GRANDE – PB
FEVEREIRO DE 2025

RAFAELA APARECIDA FRAZÃO TORRES

Engenheira Agrônoma

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE TOMATE CEREJA UTILIZANDO-SE SOLUÇÃO
NUTRITIVA SALOBRA E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

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, na área de concentração de Irrigação e Drenagem

Orientadores: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Profa. Dr^a. Vera Lucia Antunes de Lima

Profa. Dr^a. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

CAMPINA GRANDE – PB

FEVEREIRO DE 2025

- T693c Torres, Rafaela Aparecida Frazão.
Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se solução nutritiva salobra e aplicação de ácido salicílico / Rafaela Aparecida Frazão Torres. – Campina Grande, 2025.
102 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2025.
- “Orientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima, Profa. Dra. Vera Lucia Antunes de Lima, Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares”.
- Referências.
1. Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) – Cultura. 2. Salinidade. 3. Antioxidante Enzimático. 4. Cultivo sem Solo. 5. Irrigação e Drenagem. 6. Cultivo Hidropônico de Tomate Cereja. I. Lima, Geovani Soares de. II. Lima, Vera Lucia Antunes de. III. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. IV. Título.
- CDU 635.64(043.3)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA SEVERINA SUELI DA SILVA OLIVEIRA CRB-15/225



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

RAFAELA APARECIDA FRAZÃO TORRES

**"CULTIVO HIDROPÔNICO DE TOMATE
CEREJA UTILIZANDO-SE SOLUÇÃO
NUTRITIVA SALOBRA E APLICAÇÃO DE
ÁCIDO SALICÍLICO"**

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

Aprovada em: 27/02/2025

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

Vera Lucia Antunes de Lima - Orientador(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Lauriane A. dos Anjos Soares - Coorientador(a) - UAGRA/CCTA/UFCG

Hans Raj Gheyi - Examinador(a) Interno(a) - PPGEA/CTRN/UFCG

Luderlândio de Andrade Silva - Examinador(a) Externo(a) - PDCTR/UFCG



Documento assinado eletronicamente por **LUDERLANDIO DE ANDRADE SILVA**, Usuário Externo, em 24/03/2025, às 15:21, 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 **LAURIANE ALMEIDA DOS ANJOS SOARES**, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR, em 24/03/2025, às 15:23, 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, em 24/03/2025, às 15:25, 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 **Hans Raj Gheyi, Usuário Externo**, em 24/03/2025, às 15:43, 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 **VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA, PROFESSOR 3 GRAU**, em 25/03/2025, às 12:27, 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 **5243122** e o código CRC **70D5B6CA**.

A minha avó, Adeaula Pereira Alves (*In memorian*), que durante sua trajetória de vida sempre me incentivou a lutar para realizar todos os meus sonhos. Hoje parte da pessoa que me tornei foi graças aos seus ensinamentos e amor.

Eternas saudades, minha estrela!

MINHA HOMENAGEM

A minha mãe, Elisangela, aos meus irmãos, Gabriel e Gabriela, pelo carinho e amor concedidos durante todos os dias difíceis, por cuidarem de mim e nunca me deixarem desistir. Essa conquista é pra vocês.

OFEREÇO

Aos meus familiares que sempre se preocuparam e estiveram comigo durante todas as etapas da minha vida. Em especial, ao meu namorado Jean Paiva, pelo apoio, carinho e amor durante essa trajetória, juntos, conseguimos!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me dar coragem, força e saúde para conseguir seguir sempre adiante e conquistar meus objetivos, por não me deixar desamparada e acalmar meu coração sempre que necessário. Toda honra e glória seja dada a ti Senhor!

A minha mãe, Elisangela, aos meus irmãos, Gabriel e Gabriela, por cuidarem de mim a todo momento, por serem meu alicerce e por sempre terem acreditado e apoiado os meus sonhos. Amo muito vocês, essa conquista é nossa!

Aos meus familiares que acompanharam essa e tantas outras lutas ao longo da minha trajetória. Aos meus amigos que considero como família, por todo carinho e amor, por me ajudarem, me incentivarem e muitas vezes me ampararem nos dias em que a caminhada era mais difícil.

Ao meu namorado, Jean Paiva, por todo amor, companheirismo, carinho e cuidado ao longo de mais uma fase da minha vida. Ter você como confidente, amigo e parceiro de vida tem sido um dos melhores presentes de Deus. Você me tornou uma pessoa melhor a cada dia de convivência, agradeço todos os dias pela nossa cumplicidade. Que Deus continue a nos abençoar. Te amo hoje e para sempre!

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Geovani Soares e Prof^a. Dra. Lauriane Almeida, pela orientação, pelo carinho e dedicação ao longo desta jornada. Falar do papel de vocês nessa caminhada é muito emocionante pra mim, espero que um dia eu possa retribuir tudo que fizeram ao longo desses anos, vocês são exemplos que eu pretendo seguir. Gratidão, por tudo! Deus abençoe vocês cada dia mais.

A minha orientadora, Prof^a. Dra. Vera Lúcia pela orientação e por me acolher, a senhora é uma pessoa iluminada!

A universidade Federal de Campina Grande, em especial, ao Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, pela disponibilidade e atenção de sempre!

A Fundação de apoio à pesquisa do estado da Paraíba (FAPESQ) pela concessão da bolsa de estudos.

A todos que participaram desta conquista, direta ou indiretamente. Muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiii
RESUMO GERAL	xv
 CAPÍTULO I – CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	17
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2.OBJETIVOS.....	20
2.1. Objetivo geral	20
2.2. Objetivos específicos	20
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3.1. Aspectos gerais da cultura do tomate cereja	21
3.2. Disponibilidade e qualidade da água no semiárido.....	22
3.3. Tolerância das plantas a salinidade	23
3.3.1. Salinidade da água em tomate	24
3.4. Ácido salicílico como atenuante do estresse salino	25
3.5. Cultivo em sistema hidropônico	26
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
 CAPÍTULO II – SOLUÇÃO NUTRITIVA PREPARADA EM ÁGUA SALOBRA E ÁCIDO SALICÍLICO NO CULTIVO HIDROPÔNICO DE TOMATE CEREJA	37
RESUMO	38
1. INTRODUÇÃO.....	40
2. MATERIAL E MÉTODOS	42
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4. CONCLUSÕES.....	58
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
 CAPÍTULO III – PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE CEREJA CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO	65
RESUMO	66
1. INTRODUÇÃO.....	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	70

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4. CONCLUSÕES	86
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
 CAPÍTULO IV – CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
APÊNDICES	95

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II - Solução nutritiva preparada em água salobra e ácido salicílico no cultivo hidropônico de tomate cereja	Pág.
Figura 1. Dados médios diários de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar observados no período de 20 de novembro de 2023 a 26 de março de 2024.....	37
Figura 2. Conteúdo relativo de água – CRA (A), déficit de saturação hídrica – DSH (B) no limbo foliar das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e concentrações de ácido salicílico - AS e potencial osmótico foliar - ψ_o (C) em função dos níveis de CEsn, 61 dias após o transplantio.....	44
Figura 3. Teores de clorofila a – Cl <i>a</i> em função dos níveis de CEsn (A) e concentrações de ácido salicílico (B) e teores de clorofila <i>b</i> – Cl <i>b</i> (C) e carotenoides – <i>Car</i> (D) das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e das concentrações de ácido salicílico – AS aos 61 dias após o transplantio.....	46
Figura 4. Condutância estomática - <i>gs</i> (A), concentração interna de CO ₂ – <i>Ci</i> (B) e transpiração – <i>E</i> (C) das plantas de tomate cereja em função dos níveis de CEsn, e taxa de assimilação de CO ₂ – <i>A</i> (D) em função da interação entre solução nutritiva salina – CEsn e concentrações de ácido salicílico – AS, aos 61 dias após o transplantio.....	49
Figura 5. Eficiência instantânea do uso da água – <i>EIUA</i> (A) das plantas de tomate cereja em função dos níveis de CEsn e eficiência instantânea da carboxilação - <i>EICI</i> (B) em função da interação entre solução nutritiva salina – CEsn e concentrações de ácido salicílico – AS, aos 61 dias após o transplantio....	50
Figura 6. Fluorescência máxima das plantas de tomate cereja, em função dos níveis salinos da solução nutritiva – CEsn, aos 61 dias após o transplantio.....	52
 CAPÍTULO III - Produção e qualidade pós-colheita de tomate cereja cultivado em sistema hidropônico sob estresse salino e aplicação de ácido salicílico	

Figura 1. Dados médios diários de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar no período de 18 de dezembro de 2023 a 26 de março de 2024.....	65
Figura 2. Diâmetro equatorial dos frutos – DEF (A), número de frutos por planta – NFP (B) produção total por planta – PTP (C) e peso médio dos frutos – PMF (D) de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e concentrações de ácido salicílico – AS.....	72
Figura 3. Sólidos solúveis - SS (A), acidez titulável – AT (B), ácido ascórbico – AA (C) e índice de maturação – IMAT (D) de frutos de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e das concentrações de ácido salicílico – AS.....	75
Figura 4. Açúcares redutores - AR (A), flavonoides – FLA (B), de frutos de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e concentrações de ácido salicílico – AS, no período entre 66 e 96 dias após o transplantio.....	78
Figura 5. Matriz de correlação de Pearson para as variáveis analisadas dos frutos das plantas de tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS).....	79

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - Solução nutritiva preparada em água salobra e ácido salicílico no cultivo hidropônico de tomate cereja

Pág

Tabela 1. Resumo da análise de variância para conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH), extravasamento de eletrólitos (EE) e potencial osmótico foliar (ψ_o) no limbo foliar das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS), 61 dias após o transplantio.....	43
Tabela 2. Resumo da análise de variância para os teores de clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>), <i>b</i> (Cl <i>b</i>) e carotenoides (<i>Car</i>) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS) 61 dias após o transplantio.....	45
Tabela 3. Resumo da análise de variância para condutância estomática (<i>gs</i>), concentração interna de CO ₂ (<i>Ci</i>), taxa de assimilação de CO ₂ (<i>A</i>), transpiração (<i>E</i>), eficiência intrínseca do uso da água (<i>EIUA</i>), e eficiência instantânea da carboxilação (<i>EICI</i>) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS) 61 dias após o transplantio.....	48
Tabela 4. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (<i>F₀</i>), fluorescência máxima (<i>F_m</i>), fluorescência variável (<i>F_v</i>), eficiência máxima do processo fotoquímico no fotossistema II na fase escura (<i>F_v/F₀</i>) e eficiência quântica do fotossistema II (<i>F_v/F_m</i>), das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS) 61 dias após o transplantio.....	52

CAPÍTULO III - Produção e qualidade pós-colheita de tomate cereja cultivado em sistema hidropônico sob estresse salino e aplicação de ácido salicílico

Tabela 1. Composição química da solução nutritiva, indicadas por Hoagland e Arnon (1950)	66
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao diâmetro equatorial do fruto (DEF), diâmetro polar do fruto (DPF), número de frutos por planta (NF), produção total por planta (PTP) e peso médio dos frutos (PMF) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS), no período entre 66 e 96 dias após o transplantio.....	71

Tabela 3. Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), índice de maturação (IMAT) e firmeza (FRI) dos frutos de tomate cereja cultivados com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS).....	74
Tabela 4. Resumo da análise de variância para açúcares totais (AÇT), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), flavonoides (FLA) e antocianinas (ANT) dos frutos das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS).....	77

TORRES, R. A. F. **Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se solução nutritiva salobra e aplicação de ácido salicílico**. 2025. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

RESUMO GERAL

A região semiárida é caracterizada por altas temperaturas, baixos índices pluviométricos e elevadas taxas de evapotranspiração, acarretando em limitações na produção agrícola. Além disso, as águas disponíveis no Nordeste, grande parte possuem elevadas concentrações de sais dissolvidos, sendo necessária a utilização de estratégias para mitigar os efeitos do estresse salino nas plantas. Dentre as alternativas, destacam-se o cultivo em sistema hidropônico e a aplicação foliar de ácido salicílico. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico na fisiologia, produção e qualidade pós-colheita de tomate cereja, utilizando soluções nutritivas salinas em sistema hidropônico tipo técnica de Fluxo Laminar de Nutriente (NFT). A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, na Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal - PB, utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n (2,1 – controle; 2,6; 3,1; 3,6 e 4,1 dS m⁻¹) e a subparcela com cinco concentrações de ácido salicílico (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM promoveu aumento na síntese de pigmentos fotossintéticos e na taxa de assimilação de CO₂ do tomate cereja, aos 61 dias após o transplantio. A solução nutritiva salina a partir de 2,1 dS m⁻¹ aumentou a concentração interna de CO₂ e reduziu a transpiração, condutância estomática e fluorescência máxima das plantas de tomate cereja. A concentração de ácido salicílico de até 3,2 mM promoveu efeito benéfico na produção do tomate cereja. A CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ aumentou os teores de sólidos solúveis, o índice de maturação e flavonoides dos frutos de tomate cereja. A acidez titulável e os teores de ácido ascórbico foram elevados com concentração de 3,2 mM de ácido salicílico e CEs_n de 2,1 e 2,6 dS m⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., salinidade, antioxidante enzimático, cultivo sem solo

TORRES, R. A. F. **Hydroponic cultivation of cherry tomatoes using brackish nutrient solution and application of salicylic acid.** 2025. 102f. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.

GERAL ABSTRACT

The semiarid region is characterized by high temperatures, low rainfall and high evapotranspiration rates, leading to limitations in agricultural production. In addition, the waters available in the Northeast, in large part, have high concentrations of dissolved salts, making it necessary to use strategies to mitigate the effects of saline stress on plants. Among the alternatives, cultivation in a hydroponic system and foliar application of salicylic acid stand out. In this context, this study aimed to evaluate the effect of foliar application of salicylic acid on the physiology, production and postharvest quality of cherry tomatoes using saline nutrient solutions in a hydroponic system using the Laminar Nutrient Flow Technique (NFT). The research was conducted in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande, Pombal Campus - PB, using a completely randomized experimental design in a split-plot scheme, with the plot consisting of five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - ECns (2.1 - control; 2,6; 3,1; 3,6 and 4,1 dS m⁻¹) and the subplot with five concentrations of salicylic acid (0; 0,8; 1,6; 2,4 and 3,2 mM), with three replicates and two plants per plot. The foliar application of salicylic acid at a concentration of 3.2 mM promoted an increase in the synthesis of photosynthetic pigments and in the rate of CO₂ assimilation of cherry tomatoes, 61 days after transplanting. The saline nutrient solution from 2.1 dS m⁻¹ increased the internal CO₂ concentration and reduced the transpiration, stomatal conductance and maximum fluorescence of cherry tomatoes plants. The salicylic acid concentration up to 3.2 mM promoted a beneficial effect on cherry tomatoes production. The ECsn of 4.1 dS m⁻¹ increased the soluble solids, ripening index and flavonoids contents of cherry tomatoes fruits. The titratable acidity and ascorbic acid contents were increased under 3.2 mM salicylic acid concentration and ECsn of 2.1 and 2.6 dS m⁻¹, respectively.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., salinity, enzymatic antioxidant, soilless cultivation

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

1. INTRODUÇÃO GERAL

O tomate cereja é uma variedade que possui frutos pequenos com sabor adocicado, com dimensões variando entre 2 e 3 cm de diâmetro (Gonçalves et al., 2018). É amplamente utilizado na culinária, pois, apresenta uma composição química saudável, sendo fonte de vitaminas e minerais essenciais, além de possuir altos níveis de licopeno, um forte antioxidante (Martínez et al., 2020). É uma olerícola de importância econômica e social, cultivada praticamente em todos os estados do Brasil, sendo Goiás, São Paulo e Minas Gerais os maiores produtores. Em 2023, a safra brasileira alcançou uma produção equivalente a 4.166.017 toneladas, das quais apenas 492.788 toneladas foram produzidas no Nordeste, sendo o estado da Paraíba responsável por 25.638 toneladas (IBGE, 2024).

A baixa produção no Nordeste brasileiro está relacionada à escassez qualitativa e quantitativa das fontes hídricas disponíveis, que impõe condições de estresses abióticos e limita a expansão da agricultura irrigada (Lima et al., 2020), pois cerca de 52,73% das fontes disponíveis são caracterizadas com salinidade da água variando de 0,75 a 3,0 dS m⁻¹ (Morais et al., 1998). O excesso de sais presentes na água e/ou no solo causam alterações na fisiologia, crescimento e produção de diversas culturas (Tavares Filho et al., 2020). Entretanto, é importante ressaltar que a salinidade da água varia de acordo com a época do ano, geologia do local de cultivo, trajeto percorrido e fonte hídrica (Souza et al., 2023).

A salinidade da água aumenta a pressão osmótica do solo, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas, o que pode resultar em desidratação e déficit hídrico. O acúmulo de íons tóxicos pode interferir nos processos fisiológicos, causando danos às membranas celulares e redução da fotossíntese (Sun et al., 2020; Tavares Filho et al., 2020), além dos impactos ambientais decorrentes da formação de solos salinizados (Castro; Santos, 2020).

O tomateiro é considerado moderadamente sensível à salinidade, contudo, seu nível de tolerância varia de acordo com a cultivar, fase de desenvolvimento e manejo da irrigação e adubação (Maas, 1984; Viol et al., 2017). De maneira geral, as espécies olerícolas são sensíveis à salinidade da água de irrigação. Logo, o cultivo hidropônico se torna uma alternativa sustentável, amenizando os efeitos deletérios ocasionados pelo excesso de sais devido ausência do potencial matricial, controle do pH, da condutividade elétrica e do fornecimento de fertilizantes, possibilitando também a produção em

ambiente protegido durante todo o ano (Sausen et al., 2020; Oliveira et al., 2023). Também consegue otimizar o uso da água e reduzir a mão de obra, proporcionando ainda mais viabilidade no cultivo de hortaliças, como comprovado em diversas pesquisas (Cruz et al., 2018; Lira et al., 2018).

Outra alternativa para amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas é a aplicação foliar de ácido salicílico - AS (Silva et al., 2020), pois os reguladores de crescimento, como AS amenizam os efeitos do estresse através da indução de genes de defesa, que atuam no processo fotossintético, além de promover redução na geração de espécies reativas de oxigênio (EROS) nas células (Aldesuquy et al., 2018; Silva et al., 2020). Exemplos comprobatórios são as pesquisas de Veloso et al. (2021), com o pimentão cv. All Big cultivado sob irrigação com águas salinas, em que a aplicação foliar de 1,7 mM atenuou os efeitos deletérios da salinidade da água na condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂. Roshdy et al. (2021), em estudo com morangueiro cv. Camarosa cultivado sob estresse salino, observaram efeito benéfico do ácido salicílico no crescimento, rendimento e qualidade química dos frutos.

Em suma, dada a relevância da produção de hortaliças no agronegócio e a necessidade de cultivo sob irrigação no semiárido brasileiro, torna-se crucial o desenvolvimento de pesquisas voltadas para a identificação de estratégias que mitiguem os efeitos do estresse salino nas plantas. Diante do contexto, o cultivo hidropônico se destaca como uma alternativa viável, permitindo o uso de águas com elevados teores de sais dissolvidos, em razão da ausência do potencial matricial associado a utilização de ácido salicílico, induzindo a tolerância das plantas ao estresse salino.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico na fisiologia, produção e qualidade pós-colheita de frutos de tomate cereja cultivado com solução nutritiva salina em sistema hidropônico tipo técnica de Fluxo Laminar de Nutriente (NFT).

2.2. Específicos

Quantificar as relações hídricas e os teores de pigmentos fotossintéticos das plantas de tomate cereja submetidas à diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva e aplicação de ácido salicílico;

Determinar as trocas gasosas e a fluorescência da clorofila *a* das plantas de tomate cereja utilizando-se solução nutritiva salina e aplicação de ácido salicílico;

Avaliar a produção e a qualidade pós-colheita dos frutos do tomate cereja cultivado em solução nutritiva salina e com aplicação foliar de ácido salicílico em cultivo hidropônico;

Identificar a concentração de ácido salicílico capaz de amenizar os efeitos do estresse salino nas plantas de tomate cereja em sistema hidropônico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais da cultura do tomate cereja

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta originária da América do Sul, mais especificamente das regiões costeiras do Peru, Equador e norte do Chile. Pertencente à família Solanaceae, é uma das hortaliças mais cultivadas no mundo, tanto para o consumo *in natura* como o processamento industrial para fabricação de diversos subprodutos, como doces, geleias e molhos (Costa et al., 2020).

Dentre os principais grupos, a variedade do tomate cereja recebe destaque pela aceitação entre consumidores. (Quintanilha et al., 2019). É popularmente conhecido em todo o mundo por suas notáveis propriedades nutricionais e benefícios à saúde (Dai et al., 2023). Com destaque para os seus elevados teores de licopeno, um composto antioxidante, que contribui para a prevenção de doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer. A qualidade dos frutos é evidenciada pela sua textura firme, pele lisa e uma variedade de cores vibrantes que chamam atenção (Peixoto et al., 2017; Castañeda et al., 2020).

A cultura apresenta sistema radicular composto por uma raiz axial que pode atingir uma profundidade em torno de 50 cm. A partir da raiz principal, desenvolvem-se raízes laterais e adventícias altamente ramificadas e vigorosas (Santos et al., 2015; Maciel et al., 2017). O colo do tomateiro tem a capacidade de emitir raízes adicionais, aumentando ainda mais a eficiência na absorção de nutrientes e água. O sistema radicular é complementado por pelos radiculares que ampliam a superfície de contato com o solo, melhorando a absorção de nutrientes e água (Maciel et al., 2017).

O caule é herbáceo, variando o comprimento de acordo com o tipo de crescimento, geralmente, ramificado, rasteiro ou trepador. Possui tricomas, que podem ser simples ou glandulares, que auxiliam na proteção contra pragas e na regulação da umidade. Inicialmente ereto, o caule tende a inclinar-se devido ao peso das ramas, necessitando de tutoramento para sustentação (Figueira, 2008). As folhas são compostas por 7 a 9 folíolos dispostos de forma alternada ao longo do caule. As flores são hermafroditas, com pétalas amarelas que se tornam recurvadas quando maduras, e se agrupam em inflorescências racemosas. Já os frutos são do tipo baga, que variam em formato e cor, podendo ser esféricos, ovais ou ligeiramente achatados, e apresentam uma casca lisa, além de fontes de vitaminas dos complexos A e B e minerais essenciais, como fósforo e potássio (Figueira, 2008; Albino, 2016).

O tomate cereja pode apresentar crescimento do tipo determinado ou indeterminado. As variedades de crescimento determinado são mais compactas, atingindo uma altura limitada, geralmente até 1 m, as plantas possuem um período de frutificação mais curto, pois, seu crescimento é cessado após a emissão das flores. Apresentam maturação dos frutos de maneira uniforme, possibilitando a colheita mecanizada, em geral, para fins industriais (Maciel et al., 2016). Em contrapartida, a variedade de crescimento indeterminado pode atingir alturas superiores a 2 m, necessitando de suporte para se manterem eretas. Sua produção é contínua, com grande parte destinada para consumo *in natura* (Piotto; Peres, 2012; Maciel et al., 2016).

Em relação à temperatura, o tomateiro apresenta germinação e produção ideal em faixas que variam entre 21 e 28 °C. Contudo, essa faixa pode variar dependendo da variedade específica e de fatores ambientais adicionais. As temperaturas abaixo de 15 °C podem retardar o crescimento e a frutificação, enquanto temperaturas acima de 35 °C podem causar estresse térmico, afetando negativamente a qualidade dos frutos e a eficiência do processo de polinização (Bernardi et al., 2020).

3.2. Disponibilidade e qualidade da água no semiárido

A região semiárida brasileira abrange cerca de 1 milhão de km², ocupando uma área correspondente a 12,5% do território brasileiro com mais de 1.200 municípios abrigando 27 milhões de pessoas (Vasques et al., 2022). É caracterizada por um clima seco e períodos prolongados de estiagem, o que impacta a disponibilidade de água superficial nos reservatórios (Bezerra et al., 2020). A irregularidade das chuvas, com precipitações concentradas em poucos meses do ano e longos intervalos de seca, acabam agravando a escassez hídrica (Sostenes et al., 2019). A escassez hídrica é um fator limitante para o abastecimento de famílias, consumo animal e produção de alimentos. Ao longo do ano, há longos períodos de estiagem, que podem durar até quatro meses em diversos municípios. Além disso, apenas três em cada dez anos apresentam uma distribuição de chuvas considerada regular, agravando ainda mais os desafios hídricos enfrentados na região (Andrade et al., 2017).

Diante desse cenário, os produtores tornam-se cada vez mais dependentes da prática da irrigação para assegurar a produção agrícola (Gama et al., 2020). Entretanto, as fontes de água disponíveis possuem altas concentrações de sais em sua composição, o que muitas vezes acaba limitando o cultivo, constando alto risco de salinização dos solos (Nascimento et al., 2020).

A salinidade é um dos estresses abióticos que inviabilizam a produção agrícola em diversas regiões, promovendo efeitos negativos, tanto para os atributos químicos como físicos do solo, além de promover alterações morfológicas, químicas e estruturais nas plantas (Bonifácio et al., 2018; Walter et al., 2018). Os principais íons relacionados à salinidade são os cátions Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e ânions Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- (Medeiros et al., 1992; Walter et al., 2018; Silva et al., 2020). Segundo Medeiros et al. (1992), a concentração de sulfatos presente nas águas do semiárido brasileiro ultrapassa 10% do total de ânions, já a concentração de sódio chega a ser superior em até 50% em relação aos cátions. Silva Júnior et al. (1999) notaram que, a maior parte das águas do semiárido brasileiro apresentam cloreto de sódio (NaCl), sulfato de magnésio (MgSO_4), sulfato de sódio (Na_2SO_4), cloreto de magnésio (MgCl_2) e o carbonato de sódio (Na_2CO_3) em sua composição.

A problemática da salinidade da água presente na região semiárida afeta o setor agrícola, sendo necessário o uso de técnicas e produtos que amenizem o efeito dos sais nas plantas, e torne a utilização dessas águas uma alternativa viável nos períodos de estiagem (Andrade et al., 2018). A mistura de águas pode ser uma opção para aumentar a disponibilidade hídrica e reduzir a relação de adsorção de sódio e a condutividade elétrica das águas diluídas (Carvalho et al., 2020).

3.3. Tolerância e efeito dos sais sobre as plantas

A tolerância à salinidade é a capacidade das plantas de sobrevivência e desenvolvimento em solos com alta concentração de sais, algumas possuem mecanismos específicos que permitem tolerar os efeitos negativos da salinidade, como a retenção de íons tóxicos nas raízes, a produção de proteínas especiais que protegem as células, ou a capacidade de regular o equilíbrio osmótico (Lima et al., 2019; Etesami; Glick, 2020).

Existem dois grupos principais de plantas, que são classificadas de acordo com sua tolerância à salinidade: as halófitas e as glicófitas. As halófitas são plantas altamente tolerantes, tendo como característica principal utilizar íons inorgânicos, principalmente, Na^+ e Cl^- , para o ajustamento osmótico de seus tecidos, além de adaptações morfológicas e anatômicas, como glândulas de sal, pelos vesiculares e suculência (Silva et al., 2018). As glicófitas são sensíveis à salinidade, embora possuam mecanismos de absorção seletiva e realizem o ajustamento osmótico, eles não são tão eficientes quanto as halófitas. Essas plantas podem sofrer reduções significativas no crescimento e na produtividade quando expostas aos altos níveis de salinidade, devido a menor capacidade de excluir íons

tóxicos e de manter a homeostase celular (Acosta-Motos et al., 2017). E também podem apresentar maior variabilidade na tolerância entre espécies, refletindo uma adaptação menos desenvolvida ao estresse salino (Santos et al., 2016).

Os elevados níveis salinos promovem redução do potencial osmótico da solução do solo, tornando mais difícil a absorção de água e nutrientes pelas plantas, levando a consequente desidratação (Silva Júnior et al., 2017). O efeito osmótico inibe a atividade meristemática e o alongamento celular, reduzindo a expansão foliar e formação de gemas laterais (Taiz et al., 2017). O efeito osmótico prejudica diversas funções fisiológicas, incluindo modificações do aparato fotossintético, impactando a eficiência da fotossíntese e alterações na atividade das membranas dos tilacóides, essenciais para o transporte de elétrons durante o processo fotossintético (Lemes et al., 2018; Taiz et al., 2017; Figueiredo et al., 2019). As trocas gasosas também são afetadas, ocasionando o fechamento parcial dos estômatos para minimizar a perda de água, fato que diminui a transpiração e pode levar a uma baixa eficiência no uso da água (Figueiredo et al., 2019).

Em seguida, ocorre a toxicidade pelo acúmulo de íons específicos, sobretudo, Na^+ e Cl^- no interior das células, provocando modificações no metabolismo das plantas, alterações no balanço iônico e na absorção de nutrientes essenciais, como Ca^{2+} e K^+ , interferindo na sua translocação à parte aérea, aumentando assim, a relação Na^+/K^+ (Lima et al., 2019; Hu et al., 2020; Alves et al., 2020).

A manutenção de níveis elevados de K é essencial para várias funções celulares, incluindo a regulação osmótica, a ativação de enzimas e a manutenção do potencial de membrana (Bang et al., 2020; Sardans; Peñuelas, 2021; Tonini et al., 2023). O cálcio, por sua vez, desempenha um papel fundamental na estabilidade da parede celular e na sinalização celular, ajudando a proteger as células contra os efeitos tóxicos do Na^+ (Marques et al., 2020). A habilidade de certos cultivares em manter altos teores de potássio (K^+) e cálcio (Ca^+) e baixos níveis de sódio (Na^+) nos tecidos vegetais é um mecanismo crucial para a expressão da tolerância das plantas à salinidade (Kato et al., 2018).

3.3.1. Salinidade da água e cultivo de tomateiro

O tomateiro possui um limiar de salinidade da água de $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, classificado como moderadamente sensível à salinidade, níveis superiores prejudicam a cultura desde a germinação até a produção e qualidade dos frutos (Maas, 1986; Viol et al., 2017), . A exposição a níveis superiores a $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ na água de irrigação pode inibir a germinação

das sementes, afetar o crescimento inicial das plântulas, diminuir o tamanho e a qualidade das folhas, além de reduzir significativamente o número de flores e frutos (Rodriguez-Ortega et al., 2019; Roque et al., 2022; Guedes et al., 2023). Contudo, a intensidade dos efeitos depende de vários fatores, como as condições edafoclimáticas da região, sistema de cultivo, cultivar e estágio de desenvolvimento das plantas.

O excesso de sais pode causar desordens nutricionais, como a deficiência de potássio e cálcio, e a toxicidade de sódio e cloro nos tecidos vegetais, o que resulta em menores rendimentos e frutos de qualidade inferior (Paiva et al., 2018; Oliveira et al., 2021). Roque et al. (2022), estudando tomate cereja sob salinidade da água em sistema de cultivo convencional, observaram que os níveis acima de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ reduziram a condutância estomática, a transpiração, a taxa de assimilação de CO_2 e os componentes de produção das plantas. Em estudo com o tomate cereja cv. Laranja em sistema hidropônico, Guedes et al. (2023) verificaram que, a salinidade da solução nutritiva acima de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ afetou negativamente os componentes de produção.

Nóbrega et al. (2024), em estudo com tomate cereja cultivado em condições de estresse salino observaram que, a condutividade elétrica da água de irrigação acima de $1,4 \text{ dS m}^{-1}$ inibiu o crescimento, a síntese de pigmentos fotossintéticos e a produção das plantas. Paiva et al. (2018), constataram que a qualidade dos frutos de tomate cereja é elevada através do aumento da razão sólidos solúveis/acidez titulável, sob o uso de água com salinidade variando entre 2,0 e $3,5 \text{ dS m}^{-1}$. Guedes et al. (2015), ao utilizar água de baixa e alta salinidade simultaneamente (CEa variando de 0,5 a $3,5 \text{ dS m}^{-1}$) notaram que a condutividade elétrica da água de $3,5 \text{ dS m}^{-1}$ reduz o crescimento e a produção na cultura do tomateiro.

3.4. Ácido salicílico como atenuante do estresse salino

A aplicação de compostos para atenuar os efeitos prejudiciais do estresse em plantas tem se consolidado como uma tecnologia viável para a produção de diversas culturas nas condições de semiárido (Velooso et al., 2021; Mendonça et al., 2023; Oliveira et al., 2023;). Dentre essas substâncias, destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico, um composto fenólico natural incluído na categoria de fitohormônios, que desempenha um papel crucial na defesa das plantas contra estresses bióticos e abióticos (Silva et al., 2018; Silva et al., 2022). O ácido salicílico (AS) atua na sinalização e ativação de genes de defesa das plantas, participa da regulação de processos fisiológicos, que

incluem absorção de nutrientes, indução floral, fotossíntese e fechamento estomático (Figueiredo et al., 2019; Nóbrega et al., 2020; Silva et al., 2022). Também atua na síntese de prolina, glicina-betaina e açúcares solúveis, que são cruciais para a manutenção da homeostase osmótica e iônica, permitindo que as plantas resistam ao estresse hídrico e salino (Rocha et al., 2022). Sua atividade antioxidante ajuda na eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROS), protegendo as células vegetais contra danos oxidativos (Koo et al., 2020).

É produzido por meio de duas rotas diferentes (via fenilpropanóide e via isocorismato), o AS foi inicialmente estudado em folhas de tabaco, levando a descobertas da via citoplasmática do fenilpropanóides (Chen et al., 2009; Sendon et al., 2011). O efeito benéfico do ácido salicílico está associado à sua atividade antioxidante, contudo, sua eficiência depende da sua concentração, modo de aplicação, fase fenológica e espécie (Poór et al., 2019).

Mendonça et al. (2023), em pesquisa com quiabeiro sob salinidade da solução nutritiva e aplicação foliar de ácido salicílico verificaram que a concentração de 1,8 mM estimula a biossíntese de clorofila *a* e *b*, sob CEs_n de 3,0 e 4,0 dS m⁻¹, respectivamente. Sá et al. (2024), observaram que as aplicações de ácido salicílico nas concentrações de 2,0 e 3,7 mM apresentaram valor máximo estimado de 5,13 cm² na taxa de crescimento relativo da área foliar e 72,23% no teor relativo de água sob condutividade elétrica da solução nutritiva de 2,1 e 4,8 dS m⁻¹, respectivamente, nas plantas de pepino japonês cultivadas em sistema hidropônico.

Veloso et al. (2021), estudando os efeitos do ácido salicílico na atenuação do estresse salino na fisiologia e produção de pimentões com aplicação de ácido salicílico constataram que a concentração de 1,7 mM de AS atenuou os efeitos da salinidade da água na condutância estomática, taxa de assimilação de CO₂, eficiência instantânea de carboxilação, além de promover aumento nos teores de clorofila total, bem como no diâmetro polar e equatorial dos frutos.

3.5. Cultivo em sistema hidropônico com solução nutritiva salina

A hidroponia consiste em uma técnica de cultivo sem solo, tendo como principal característica reduzir as perdas de água e minimizar os impactos ambientais. As raízes nesse tipo de cultivo permanecem em contato direto com a solução nutritiva, que é continuamente recirculada, permitindo o uso eficiente da água e dos nutrientes (Ferreira

et al., 2017). Além disso, oferece a possibilidade de cultivo durante todo o ano, sendo necessário apenas o controle da temperatura da solução nutritiva em regiões com clima temperado.

Ao comparar os sistemas de hidroponia, é fundamental considerar as necessidades específicas das plantas, bem como as condições ambientais e o porte de cultivo. A técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT) e a técnica de fluxo profundo (DFT) são as mais utilizadas (Alves et al., 2019). O sistema NFT é constituído por tubos de PVC, com orifícios espaçados de acordo com as recomendações da cultura, os tubos são sustentados por cavaletes bem estruturados. A solução nutritiva fica armazenada em reservatórios sendo bombeada para os canais de cultivo, fluindo por gravidade até que as raízes fiquem imersas por uma fina lâmina de solução (Santos et al., 2010).

As altas concentrações de sais, como Na^+ e Cl^- , na solução nutritiva podem ter um impacto adverso significativo no metabolismo das plantas, comprometendo a absorção de nutrientes essenciais, que pode levar a um desequilíbrio osmótico, dificultando a capacidade das plantas de absorver água e nutrientes, resultando em sintomas de deficiência nutricional, crescimento reduzido e produtividade diminuída (Sahin et al., 2018).

Contudo, com condições ambientais altamente controláveis, incluindo temperatura, umidade, luz, frequência de circulação e a seleção de cultivares mais tolerantes ao sal, a hidroponia oferece um ambiente estável que minimiza o impacto do estresse salino, promovendo um crescimento mais saudável e produtivo das plantas (Fernandes et al., 2018; Silva Júnior et al., 2019).

Mendonça et al. (2022), baseando-se na produção relativa, consideraram que o cultivo de quiabeiro cv Canindé em sistema hidropônico apresenta tolerância à salinidade até um nível de CEsn de $5,05 \text{ dS m}^{-1}$. Segundo Dantas et al. (2021), em estudo com abóbora sob estresse salino observaram aumento no teor de sólidos solúveis totais e na fluorescência inicial com o acréscimo dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva. Guedes et al. (2023), notaram que a condutividade elétrica da solução nutritiva acima de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ afeta negativamente os componentes de produção do tomate cereja, contudo, não afeta a qualidade pós-colheita dos frutos.

Soares et al. (2023), em pesquisa com melão gaúcho sob salinidade da água em cultivo hidropônico, constataram redução nas trocas gasosas e no teor relativo de água das plantas. Silva et al. (2021), em estudo com mini melancia em cultivo hidropônico utilizando rejeito salino e substratos, observaram que o aumento na eficiência de

carboxilação e na atividade da cadeia de transporte de elétrons atuam como mecanismos de tolerância, compensando a taxa fotossintética das plantas sob estresse salino.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta-Motos, J. R.; Ortuño, M. F.; Bernal-Vicente, A.; Diaz-Vivancos, P.; Sanchez-Blanco, M. J.; Hernandez, J. A. Plant responses to salt stress: adaptive mechanisms. *Agronomy*, v. 7, e18, 2017.
- Albino, V. S. Uso de porta-enxertos e níveis de adubação orgânica em tomateiro tipo cereja, sob ambiente protegido, cultivado em sistema orgânico. 2016. 148 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- Aldesuquy, H. S.; Ibraheem, F. L.; Ghanem, H. E. Exogenously supplied salicylic acid and trehalose protect growth vigor, chlorophylls and thylakoid membranes of wheat flag leaf from drought-induced damage. *Journal of Agriculture and Forest Meteorology Research*, v. 1, p. 13-20, 2018.
- Alves, L. S.; Vêras, M. L. M.; Sousa, N. A.; Araújo, F. F. de; Melo, E. N. de; Abrantes, E. G. de; Dantas, A. P. J.; Dias, T. J.; Bezerra, A. C.; Leal, M. P. da S. Morphophysiology of ornamental sunflower plant irrigated with saline water and application of silicon. *Australian Journal of Crop Science*, v. 14, p. 1427-1432, 2020.
- Andrade, F. H. A.; Pereira, W. E.; Moraes, R. R.; Silva, A. F. da; Neto, M. A. B. Effect of phosphorus application on substrate and use of saline water in sugar-apple seedlings. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 48, p. 190-199, 2018.
- Andrade, J. A.; Nunes, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço*, v. 3, p. 28-39, 2017.
- Bang, T. C.; Husted, S.; Laursen, K. H.; Persson, D. P.; Schojoerring, J. K. The molecular-physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *Tansley Review*, v. 229, p. 2446-2469, 2020.
- Bernardi, N. D. C.; Hampel, B.; Lucchese, O.; Schiavo, J.; Porazzi, C. Cultivo de variedades de tomate em sistema semi hidropônico de base agroecológica. *Cadernos de Agroecologia*, v. 15, p. 1-6, 2020.
- Bezerra, V. R.; Montero, L. R. R.; Medeiros, K. M.; Lima, A. C. P. Aplicação de tecnologias para o uso de água salobra e salina no semiárido paraibano. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 115, 2020, Anais... Campina Grande: V CONAPESC, 2020.

- Bonifácio, B. F.; Nobre, R. G.; Sousa, A. D. S.; Gomes, E. M.; Silva, E. M. da; Sousa, L. D. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, p. 101-110, 2018.
- Carvalho, P. H. M. S.; Santos, E. E. F. S.; Batista, G. S.; Novais, S.; J. C.; Reis, L. S. Strategy for the use of brackish water in rabanet cultivation in a semi-arid region. *Research, Society and Development*, v. 9, p. 1-15, 2020.
- Castañeda, W.; Toro, M.; Solorzano, A.; Zúñiga-Dávila, D. Production and nutritional quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme) are improved in the presence of biochar and inoculation with arbuscular mycorrhizae. *American Journal of Plant Sciences*, v. 11, e 426436, 2020.
- Chen, Z.; Zheng, Z.; Huang, J.; Lai, Z.; Fan, B. Biosynthesis of salicylic acid in plants. *Plant Signaling & Behavior* v. 4, p. 493-496, 2009.
- Costa, D. P.; Silva, J. N.; Costa, S. P.; Nascimento, A. D. R. Tomatoes used by industries have technological quality for fresh consumption. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 824834, 2020.
- Cruz, A. F. S.; Silva, G. F.; Silva, E. F. F.; Soares, H. R.; Santos, J. S. G.; Lira, R. M. Stress index, water potentials and leaf succulence in cauliflower cultivated hydroponically with brackish water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, p. 622-627, 2018.
- Dai, Y.; Wang, Z.; Li, J.; Xu, Z.; Qian, C.; Xia, X.; Feng, Y. Tofu by-product soy whey substitutes urea: Reduced ammonia volatilization, enhanced soil fertility and improved fruit quality in cherry tomato production. *Environmental Research*, v. 226, p. 115- 162, 2023.
- Etesami, H; Glick, B.R. Halotolerant plant growth-promoting bacteria: Prospects for alleviating salinity stress in plants. *Environmental and Experimental Botany*, v. 178, p. 104-124, 2020.
- Fernandes, J. M. P.; Fernandes, A. L. M.; Dias, N. da S.; Cosme, C. R.; Nascimento, L. V.; Queiroz, I. S. R. de. Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, p. 2570-2678, 2018.
- Ferreira, E. R.; Bezerra, L. A.; Oliveira, T. J. S. S.; Carvalho, J. P. de; Silva, R. de A. da. Benefícios do cultivo hidropônico em ambiente protegido. *Revista Conexão Eletrônica*, v. 14, p. 485-491, 2017.

- Figueira, F. A.R. Novo manual de olericultura – A agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2008, 422p.
- Figueiredo, F. R. A.; Lopes, M. D. F. Q.; Silva, R. T. da; Nóbrega, J. S.; Silva, T. I. da; Bruno, R. D. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Brazilian Journal of Irrigation and Drainage*, v. 24, p. 662-675, 2019.
- Gama, D. C.; Jesus, J. B. de. Principais solos da região Semiárida do Brasil favoráveis ao cultivo do Eucalyptus L’Heritier. *BIOFIX Scientific Journal*, v. 5, p. 214-221, 2020.
- Gonçalves, D. C.; Fernandes, C. H. dos S.; Tejo, D. P.; Vidal, T. C. M. Cultivo do tomate cereja sob sistema hidropônico: Influência do turno de rega. *Uniciências*, v. 22, p. 20-23, 2018.
- Guedes, M. A.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, L. de A.; Oliveira, V. K. N.; Fátima, R. T. de; Nobre, R.G.; Nóbrega, J. S.; Azevedo, C. A. V. de; Silva, S. S. da; Gomes, J. P. Hydroponic cultivation of laranja cherry tomatoes under salt stress and foliar application of hydrogen peroxide. *Agriculture*, v. 13, e1688, 2023.
- Guedes, R. A.; Oliveira, F. D. A. de.; Alves, R. D. C.; Medeiros, A. S. D.; Gomes, L. P.; Costa, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, p.913- 919, 2015.
- Hu, W.; Lu, Z.; Meng, F.; Li, X.; Cong, R.; Ren, T.; Sharkey, T. D.; Lu, J. The reduction in leaf area precedes that in photosynthesis under potassium deficiency: the importance of leaf anatomy. *New Phytologist*, v. 227, p. 1749-1763, 2020.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2024. Levantamento sistemático da produção agrícola, Safra 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: Dez de 2024.
- Kato, D. S.; Silva, C. M.; Higuchi, M. T.; Bauchrowitz, I. M.; Santos Neto, J.; Shimizu, G. D.; Oliveira, A. F. Produção de mudas de maracujá amarelo submetidas a doses crescentes de adubação de liberação lenta. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, v. 34, p. 310-320, 2018.
- Koo, Y. M.; Heo, A. Y.; Choi, H. W. Salicylic acid as a safe plant protector and growth regulator. *The Plant Pathology Journal*, v. 36, p.1-10, 2020.

- Lemes, E. S.; Meneghello, G. E.; Oliveira, S. D.; Mendonça, A. O. D.; Neves, E. H. D.; Aumonde, T. Z. Salinidade na cultura do arroz irrigado: características agronômicas e qualidade de sementes. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, p. 131-140, 2018.
- Lima, B. R.; Oliveira, E. P.; Donato Júnior, E. P.; Bebé, F. V. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, p. 679-689, 2020.
- Lima, G. S. de; Dias, A. S.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Silva, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, p. 214-225, 2019.
- Lira, R. M.; Silva, Ê. F. F.; Silva, G. F.; Soares, H. R.; Willadino, L. G. Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water. *Horticultura Brasileira*, v. 36, p.13-19, 2018.
- Maas, E. V. Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research*, v. 1, p. 12-26, 1986.
- Maciel, G. M.; Fernandes, M. A.; Melo, O. D.; Oliveira, C. S. Potencial agrônômico de híbridos de minitomate com hábito de crescimento determinado e indeterminado. *Horticultura Brasileira*, v. 34, p. 144-148, 2016.
- Maciel, T. C. M.; da Silva, T. I.; de Oliveira, F. D. A.; Marco, C. A.; Ness, R. L. L. Substrato à base de pequi (*Caryocar coriaceum*) na produção de mudas de tomate e pimentão. *Journal of Neotropical Agriculture*, v. 4, p. 916, 2017.
- Marques, Mauricio Rezende. O íon cálcio (Ca^{2+}) na célula vegetal. *Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa*, v. 36, p. 194-201, 2020.
- Martínez, J. P.; Fuentes, R.; Farías, K.; Lizana, C.; Alfaro, J.F.; Fuentes, L.; Lutts, S. Effects of salt stress on fruit antioxidant capacity of wild (*Solanum chilense*) and domesticated (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) tomatoes. *Agronomia*. v. 10, p. 1481, 2020.
- 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) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.
- Mendonça, A. J.; Lima, G. S. de.; Soares, L. A. dos A.; Oliveira, V. K.; Gheyi, H. R.; Silva, L. D. A.; Fernandes, P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth

- of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 673-681, 2023.
- Morais, E. R. C.; Maia, C. E.; Oliveira, M. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do departamento de solos e geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v. 11, p. 75-83, 1998.
- Nascimento, C. S.; Nascimento, C. S.; Cecilio Filho, A. B. N. K. Ratio for phenological growth stages of net melon cultivated in NFT hydroponic system. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 108 - 115, 2020.
- Nóbrega, J. S.; Guedes, M. A.; Lima, G. S. de.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos. A.; Silva, L. D. A.; Brito, L. A. Photosynthetic pigments, growth, and production of cherry tomato under salt stress and hydrogen peroxide. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 28, e275968, 2024.
- Nóbrega, J. S.; Silva, T. I. da; Ribeiro, J. E. da S.; Vieira, L. de S.; Figueiredo, F. R. A.; Fátima, R. T. de; Bruno, R. de L. A. Dias, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 7, p. 162-171, 2020.
- Oliveira, F. D. A. de.; Paiva, F. I.; Medeiros, J. F. de.; Melo, M. R. D. S.; de Oliveira, M. K.; Silvas, R. C. da. Tolerância do tomateiro à salinidade quando fertirrigado com diferentes proporções de K^+/Ca^{2+} em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, p. 620-625, 2021.
- Oliveira, V. K. N.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R., Lacerda, C. F. de; Azevedo, C. A.V. de; Nobre, R. G.; Chaves, L. H. G.; Fernandes, P. D.; Lima, V. L. A. de. Foliar application of salicylic acid mitigates saline stress on physiology, production, and post-harvest quality of hydroponic Japanese cucumber. *Agriculture*, v. 13, e395, 2023.
- Paiva, F. I. G.; Oliveira, F. D. A. de; Medeiros, J. F. de; Targino, A. J. de O.; Santos, S. T. dos; Silva, R. C. P. da. Qualidade de tomate em função da salinidade da água de irrigação e relações K/Ca via fertirrigação. *Irriga*, v. 23, p. 180-193, 2018.
- Peixoto, J. V. M.; Moraes, E. R. de; Peixoto, J. L. M.; Nascimento, A. dos R.; Neves, J. G. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. *Revista Científica Rural*, v. 19, p. 96-117, 2017.
- Piotto, F. A.; Peres, L. E. P. Base genética do hábito de crescimento e florescimento em tomateiro e sua importância na agricultura. *Ciência Rural*, v. 42, p. 1941-1946, 2012.

- Poór, P.; Borbély, P.; Bódi, N.; Bagyánszki, M.; Tari, I. Effects of salicylic acid on photosynthetic activity and chloroplast morphology under light and prolonged darkness. *Photosynthetica*, v. 57, p. 367-376, 2019.
- Quintanilha, K. T.; Tavares, É. B.; Corcioli, G. Mapeamento do fluxo dos tomates comercializados no CEASA-Goiás em 2017 e 2018. *Research, Society and Development*, v. 8, e138101199, 2019.
- Rocha, M. E. L.; Souza, F. L. B. de.; Coutinho, P. W. R.; Malavasi, M. de M.; Malavasi, U. C. Morphophysiological changes in seedlings of two wood species after application of salicylic acid. *Revista Ceres*, v. 69, p. 158-166, 2022.
- Rodriguez-Ortega, W. M.; Martinez, V.; Nieves, M.; Simon, I.; Lidon, V.; Fernandez-Zapata, J. C.; Martinez-Nicolas, J. J.; Camara-Zapata J. M.; Garcia-Sanchez, F. Agricultural and physiological responses of tomato plants grown in different soilless culture systems with saline water under greenhouse conditions. *Scientific Reports*, v. 9, p. 6733, 2019.
- Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Lopes, I. A. P.; Silva, L. A.; Fernandes, P. D. Biomass, gas exchange and production of cherry tomato cultivated under saline water and nitrogen fertilization. *Revista Caatinga*, v. 35, p. 686-696, 2022.
- Roshdy, A. E.; Alebidi, A.; Almutairi, K.; Al-Obeed, R.; Elsabagh, A. The effect of salicylic acid on the performances of salt stressed strawberry plants, enzymes activity, and salt tolerance index. *Agronomy*, v. 11, e775, 2021.
- Sá, V. K. N.O. de; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Mendonça, A. J. T. de; Torres, R. A.F.; Dantas, M. V.; Gheyi, H. R. Physiological indices and growth of hydroponic cucumber under saline nutrient solutions and salicylic acid. *Revista Caatinga*, v. 37, e12148, 2024.
- Sahin, U; Ekincib, M.; Orsa, S.; Turanc, M.; Yildizb, S.; Yildirim, E. Effects of individual and combined effects of salinity and drought on physiological, nutritional and biochemical properties of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Scientia Horticulturae*, v. 240, p. 196-204, 2018.
- Santos, D. C.; Ferreira, R. L. F.; Araújo Neto, S. E.; Queiroz, E. F.; Medeiros, R. S. Produção de mudas de tomateiro em substratos alternativos. *Enciclopédia Biosfera*, v.11, p.1530-1541, 2015.
- Santos, J.; Al-Azzawi, M.; Aronson, J.; Flores, T. J. eHALOPH a database of salt-tolerant plants: helping put halophytes to work. *Plant and Cell Physiology*, v. 57, e10, 2016.

- Santos, R. S. da S.; Dias, N. da S.; Sousa Neto, O. N. de; Gurgel, M. T. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, p. 983-989, 2010.
- Sardans, J.; Peñuelas, J. Potassium control of plant functions: Ecological and agricultural implications. *Plants*, v. 10, p. 419, 2021.
- Sausen, D.; Ferreira, C. R. L.; Lopes, S. C. D.; Marques, L. P.; Souza, A. J. M.; Albuquerque Alves, E. C. G.; Cordeiro, K. A. S. Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 14888-14903, 2020.
- Sendon, P. M.; Seo, H. S.; Song, J. T. Salicylic acid signaling: biosynthesis, metabolism, and crosstalk with jasmonic acid. *Applied Biological Chemistry*, v. 54, p. 501-506. 2011.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. S.; Gheyi, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in sorghum. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 1092-1101, 2020.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. de S. A.; Souza, L. de P.; Fátima, R. T. de; Silva, F. de A.; Gheyi, H. R. Exogenous application of salicylic acid on the mitigation of salt stress in *Capsicum annuum* L. *Ciência Rural*, v. 53, e20210447, 2022.
- Silva, J. S. da; Sá, F. V. da S.; Dias, N. da S.; Ferreira Neto, M.; Jales, G. D.; Fernandes, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and substrates. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, p. 402- 408, 2021.
- Silva, T. I. da; Nóbrega, J. S.; Figueiredo, F. R. A.; Sousa, L. V. de; Ribeiro, J. E. da S.; Bruno, R. de L. A.; Dias, T. J.; Albuquerque, M. B. de. *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. *Journal of Agricultural Science*, v. 10, p. 159-166, 2018.
- Silva Júnior, L. G. A.; Gheyi, H. R.; Medeiros, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.1, p.11-17, 1999.
- Silva Júnior, E. G.; Silva, A. F. da; Lima, J. da S.; Silva, M. de F. C.; Maia, J. M. Vegetative development and content of calcium, potassium, and sodium in watermelon under salinity stress on organic substrates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 52, p. 1149-1157, 2017.

- Silva Júnior, F. J.; Santos Junior, J. A.; Dias, N. S.; Greyi, H. R.; Rivera, R. C.; Silva, G. F.; Fernandes, C. S. Green onion production under strategies of replacement and frequencies of circulation of brackish nutritive solutions. *Bioscience Journal*, v. 35, p. 796-805, 2019.
- Soares, M. D. M.; Dantas, M. V.; Lima, G. S. de; Oliveira, V. K. N.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Sousa, P. F. do N.; Silva, L. de A.; Fernandes, P. D. Physiology and yield of ‘Gaúcho’ melon under brackish water and salicylic acid in hydroponic cultivation. *Arid Land Research and Management*, v. 37, p. 134-153, 2022.
- Sostenes, G. S. Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica na Região Metropolitana do Cariri (CE), Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, v. 2, p. 319-340, 2019.
- Souza, W. B. B de; Lima, G. S de; Paiva, F. J da S; Soares, L. A. dos A; Fátima, 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 p. 12-21, 2023.
- Sun, Y. L.; Wang, Y. H.; Deng, L. F.; Shi, X.; Bai, X. F. Moderate soil salinity alleviates the impacts of drought on growth and water status of plants. *Russian Journal of Plant Physiology*, v. 67, p. 153-161, 2020.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Tavares Filho, G. S.; Silva, D. F.; Lins, R. C.; Araújo, C. A. S.; Oliveira, F. F.; Matias, S. S. R. Desenvolvimento de mudas de *Moringa oleifera* (Lam.) submetida a diferentes níveis de água salina. *Brazilian Journal of Development*. v. 6, p. 48671-48683, 2020.
- Tonini, M. M.; Moreira, P. A.; Oliveira, F. D. M. de; Gualberto, R.; Spers, R. C.; Gaion, L. A. Efeitos de diferentes fontes de potássio no crescimento da soja. *Revista Unimar Ciências*, v. 31, p. 211, 2023.
- Vasques, G. M.; Rodrigues, H. M.; Huber, E.; Tavares, S. R.; Marques, F. A.; Silva, M. S. L. Ground penetrating radar (GPR) models of the regolith and water reservoir of an underground dam in the Brazilian semiarid region. *Journal of Applied Geophysics*, v. 206, p. 104797, 2022.
- Veloso, L. L. de S. A.; Lima, G. S. de; Silva, A. A. R. de; Souza, L. de P.; Lacerda, C. N. de; Silva, I.J. da; Chaves, L. H. G.; Fernandes, P. D. Attenuation of salt stress on the physiology and production of bell peppers by treatment with salicylic acid. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 42, p. 2751-2768. 2021.

- Viol, M. A.; Carvalho, J. A.; Lima, E. M. C.; Rezende, F. C.; Gomes, L. A. A. Efeito da salinidade no crescimento e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*. v. 11, p. 2120-2131, 2017.
- Walter, J.; Lück, E.; Bauriegel, A.; Facklam, M.; Zeitz, J. Seasonal dynamics of soil salinity in peatlands: A Geophysical Approach. *Geoderma*, v. 310, p. 1-11, 2018.

**ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE TOMATEIRO CEREJA SOB
APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO CULTIVADO EM SISTEMA
HIDROPÔNICO COM ÁGUA SALINIZADA**

ASPECTOS FISIOLÓGICOS DE TOMATEIRO CEREJA SOB APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM ÁGUA SALINIZADA

RESUMO

O tomate cereja se destaca pela importância econômica e social em todo o Brasil, sendo uma alternativa para geração de emprego e renda. No semiárido brasileiro, sua produção é afetada pela escassez hídrica em termos quantitativos e qualitativos. Mediante a problemática, com o intuito de amenizar os efeitos do estresse salino pela água de irrigação e, conseqüentemente, a salinização dos solos, a utilização do sistema hidropônico e a aplicação de ácido salicílico tornam-se alternativas promissoras para o cultivo dessa olerícola no semiárido. Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico nas relações hídricas, as trocas gasosas, os pigmentos fotossintéticos e a eficiência do tomate cereja cultivado com solução nutritiva salina em sistema hidropônico. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal de Campina Grande em Pombal - PB, adaptando o sistema hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente (NFT). Os tratamentos foram distribuídos em parcelas subdivididas, sendo a parcela principal constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (2,1; 2,6; 3,1; 3,6 e 4,1 dS m⁻¹) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. A aplicação foliar de ácido salicílico até a concentração de 3,2 mM aumentou o conteúdo relativo de água no limbo foliar, os teores de clorofila *a*, *b*, carotenoides e a taxa de assimilação de CO₂ do tomate cereja, aos 61 dias após o transplante. A salinidade da solução nutritiva de 4,1 dS m⁻¹ estimulou a biossíntese de carotenoides no tomateiro cereja. O aumento da salinidade da solução nutritiva a partir de 2,1 dS m⁻¹ elevou a concentração interna de CO₂ e reduziu a transpiração, a condutância estomática e a fluorescência máxima das plantas de tomate cereja.

Palavras chaves: *Solanum lycopersicum* L, cultivo sem solo, estresse salino, fitormônio.

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF CHERRY TOMATO PLANTS UNDER APPLICATION OF SALICYLIC ACID GROWN IN A HYDROPONIC SYSTEM WITH SALINIZED WATER

ABSTRACT

Cherry tomatoes are important economically and socially throughout Brazil, and are an alternative for generating employment and income. In the Brazilian semiarid region, their production is affected by water shortages in both quantitative and qualitative terms. Given this problem, in order to mitigate the effects of saline stress caused by irrigation water and, consequently, soil salinization, the use of hydroponic systems and the application of salicylic acid have become promising alternatives for the cultivation of this vegetable in the semiarid region. The objective of this study was to evaluate the effects of foliar application of salicylic acid on water relations, gas exchange, photosynthetic pigments and the efficiency of cherry tomatoes grown with saline nutrient solution in a hydroponic system. The experiment was developed in a greenhouse at the Federal University of Campina Grande in Pombal - PB, adapting the hydroponic system of the Laminar Nutrient Flow Technique (NFT). The treatments were distributed in split plots, with the main plot consisting of five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - ECns (2.1, 2.6, 3.1, 3.6 and 4.1 dS m⁻¹) and the subplots of five concentrations of salicylic acid - SA (0, 0.8, 1.6, 2.4 and 3.2 mM), with three replicates and two plants per plot. The foliar application of salicylic acid up to a concentration of 3.2 mM increased the relative water content in the leaf blade, the levels of chlorophyll a, b, carotenoids and the rate of CO₂ assimilation of cherry tomato at 61 days after transplanting. The salinity of the nutrient solution of 4.1 dS m⁻¹ stimulated the biosynthesis of carotenoids in cherry tomato. Increasing the salinity of the nutrient solution from 2.1 dS m⁻¹ increased the internal CO₂ concentration and reduced transpiration, stomatal conductance and maximum fluorescence of cherry tomato plants.

Key words: *Solanum lycopersicum* L, soilless cultivation, saline stress, phytohormone

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Solanaceae, o tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças-fruto mais consumidas e comercializadas mundialmente (Franca et al., 2017). É caracterizado pelo tamanho reduzido de seus frutos, apresentando grande aceitabilidade no mercado devido à suas características nutricionais e sabor adocicado (Gonçalves et al., 2018).

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de tomate do mundo, sendo uma cultura difundida em diversas regiões (Quintanilha et al., 2019). A safra nacional de tomate em 2023 alcançou um total de 4.166.017 toneladas em uma área de 59.010 hectares, com um rendimento médio de 70.598 kg ha⁻¹. A região Nordeste foi responsável por 492.788 toneladas da produção total, onde o estado da Paraíba contribuiu com 25.638 toneladas (IBGE, 2024).

A região semiárida brasileira é caracterizada pela baixa pluviosidade, altas temperaturas e elevadas taxas de evapotranspiração, limitando a exploração de diversas culturas, o que torna a prática da irrigação essencial na produção agrícola (Rodrigues et al., 2018). Nessa região, as fontes hídricas apresentam altas concentrações de sais dissolvidos, destacando-se como um dos estresses abióticos capazes de inibir o crescimento e desenvolvimento de espécies sensíveis ao estresse salino, como o tomateiro (Dantas et al., 2022).

O acúmulo de sais na água e/ou no solo pode desencadear uma série de alterações na fisiologia das plantas, desde a redução do potencial osmótico da solução do solo restringindo a absorção de água e nutrientes, até danos na membrana celular resultando em perda de integridade celular e vazamento de solutos essenciais. (Tavares Filho et al., 2020; Pan et al., 2019). O estresse salino induz o fechamento parcial dos estômatos, comprometendo a eficiência fotossintética, o crescimento e a produção das plantas (Santana Júnior et al., 2020). Diante do cenário, uma alternativa promissora e sustentável é o cultivo hidropônico, que tem se destacado para produção de diversas olerícolas (Sausen et al., 2020). Através desse sistema, a possibilidade do uso de águas salinas se associa com ausência do potencial matricial, levando em consideração apenas o potencial osmótico, uma vez que, o cultivo é realizado sem solo (Costa et al., 2020).

Uma outra estratégia é a aplicação foliar de ácido salicílico – AS, que tem sido usada para amenizar os efeitos dos sais nas plantas (Nóbrega et al., 2020; Lacerda et al., 2022; Mendonça et al., 2022). O AS é um composto fenólico que está envolvido na sinalização e ativação dos genes de defesa das plantas, além de regular diversos processos

fisiológicos, como abertura e fechamento estomático, transpiração e fotossíntese (Silva et al., 2020). Atua na proteção de membranas celulares através do seu sistema de defesa antioxidante, regulando as proteínas e evitando a peroxidação lipídica ocasionada pelas espécies reativas de oxigênio – EROs (Sharma et al., 2017; Silva et al., 2020). Mendonça et al. (2022), estudando solução nutritiva salina e aplicação de ácido salicílico em quiabeiro, observaram que as aplicações de AS entre as concentrações 1,2 e 2,3 mM reduziram os efeitos nocivos do estresse salino nas plantas.

Nesse contexto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico nas relações hídricas, trocas gasosas, pigmentos fotossintéticos e eficiência fotoquímica do tomate cereja utilizando-se soluções nutritivas salinas em sistema hidropônico do tipo NFT (Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu no período de novembro de 2023 a março de 2024, sob condições de casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), no município de Pombal – PB, Brasil, localizado geograficamente a 6° 46' 8" S, 37° 48' 06" O, com altitude média de 193 m. De acordo com a classificação de Köppen, o município de Pombal tem um clima classificado como semiárido quente e seco (Alvares et al., 2013). Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (média) foram coletados diariamente com auxílio de termohigrômetro digital no interior da casa de vegetação, sendo apresentados na Figura 1.

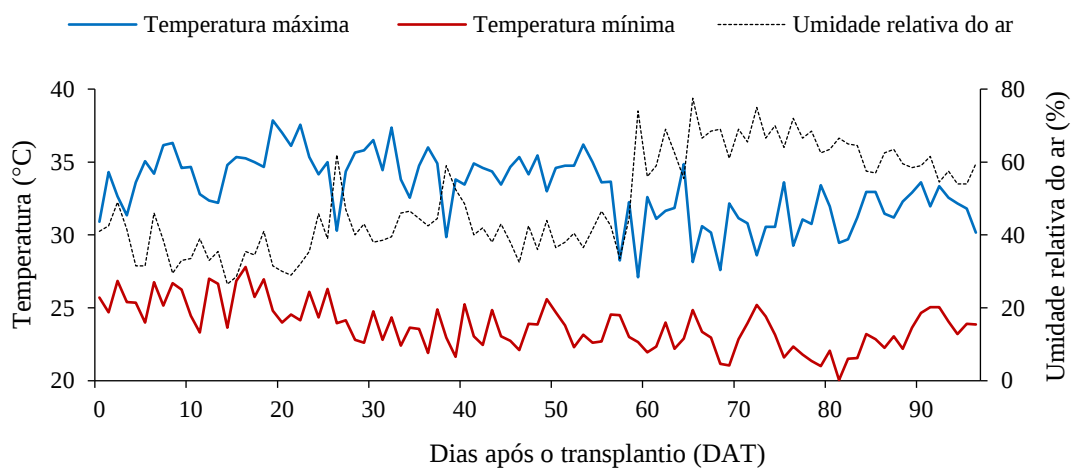


Figura 1. Dados médios diários de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa média do ar observados no período de 20 de novembro de 2023 a 26 de março de 2024.

Os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (2,1; 2,6; 3,1; 3,6 e 4,1 dS m⁻¹) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6, 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. Os níveis de CEs_n foram baseados em resultados da pesquisa desenvolvida por Guedes et al. (2023), com o tomate cereja Laranja, e as concentrações de ácido salicílico estabelecidas com base na pesquisa de Mendonça et al. (2023), com o quiabeiro cv. Canindé

Foram utilizadas sementes de tomate cereja Vermelho da ISLA[®]. Essa cultivar tem ciclo de verão de aproximadamente 90 dias, plantas de elevada capacidade produtiva, de

crescimento indeterminado, frutos redondos e pequenos, com diâmetro variando entre 30 e 40 mm e peso entre 18 e 23g, apresentando sabor levemente adocicado (ISLA, 2024).

As mudas foram formadas em copos de polietileno com capacidade de 80 mL contendo areia fina, dispostas em bandejas. Na fase de emergência/germinação até o surgimento da primeira folha verdadeira, foi utilizada solução nutritiva de meia força (50% da recomendação de Hoagland e Arnon, 1950). Após o surgimento da segunda folha verdadeira, a areia foi retirada e as mudas inseridas nos perfis hidropônicos, a partir daí com uso da solução nutritiva na concentração plena (100%).

Foi utilizado o sistema hidropônico do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT, confeccionado com cano de policloreto de vinil (PVC) de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, composto por cinco subsistemas espaçados 0,80 m. Cada subsistema composto por três canais espaçados a 0,40 m. Entre canais, o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,0 m entre tratamentos (subsistemas), e as células para plantio com diâmetro de 54,17 mm. Os perfis hidropônicos ficaram apoiados em cavaletes de 0,60 m de altura com 4% de inclinação, para permitir o movimento de solução nutritiva.

Ao final de cada subsistema, uma caixa polietileno com capacidade de 150 L foi usada para armazenar e coletar a solução nutritiva que retornava e recircular no sistema. A solução nutritiva foi injetada nos canais de cultivo por bomba com potência de 30 W, com vazão de 3 L min⁻¹. A circulação da solução nutritiva foi programada através de temporizador, com fluxo intermitente de 30 min durante o dia e a cada hora durante a noite.

A solução nutritiva utilizada foi recomendada por Hoagland e Arnon (1950), contendo N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe nas concentrações de 210, 31, 234, 200, 48, 64, 0,5, 0,5, 0,05, 0,02, 0,01 e 5 mg L⁻¹, respectivamente. Os fertilizantes empregados como fontes de macronutrientes no preparo de 1000 L⁻¹ da solução foram fosfato de potássio monobásico (KH₂PO₄ – 136,09 g), nitrato de potássio (KNO₃ – 101,10 g), nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂.4H₂O – 236,15 g) e sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O – 146,49 g). Como fonte de micronutrientes, o ácido bórico (H₃BO₃ – 3,10 g), o sulfato de manganês (MnSO₄.4H₂O – 1,70 g), o sulfato de zinco (ZnSO₄.7H₂O – 0,22 g), o sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O – 0,75 g), o molibdato de amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O – 1,25 g), o sulfato ferroso (FeSO₄ – 13,9 g) e EDTA-Na, - 13,9 g, respectivamente.

As soluções salinas foram obtidas mediante adição de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e de magnésio (MgCl₂.6H₂O) à solução nutritiva, preparada em água

de abastecimento local do município de Pombal-PB, na proporção equivalente 7:2:1, respectivamente. Refere-se a proporção de Na, Ca, Mg encontrada comumente nas águas utilizadas para irrigação na região Nordeste (MEDEIROS, 2003), considerando a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \approx 10 \times CEa \dots\dots\dots(1)$$

Em que:

Q = Soma de cátions (mmol_c L⁻¹); e,

CEa = Condutividade elétrica desejada após descontar a CEa da solução nutritiva (dS m⁻¹).

As plantas foram cultivadas por meio de tutoramento vertical, deixando o caule ereto com auxílio de fitilho de ‘nylon’. A cada sete dias ocorreu substituição completa da solução nutritiva. O pH e a condutividade elétrica da solução nutritiva passaram por verificação diariamente, para manter sempre a CESn conforme os tratamentos estabelecidos e o pH entre 5,5 e 6,5. Quando necessário, a CESn recebeu ajuste com adição de água de condutividade elétrica - CEa de 0,3 dS m⁻¹ e o pH mediante adição de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 M ou ácido clorídrico (HCl).

As concentrações de ácido salicílico foram preparadas através da dissolução do ácido salicílico em 30% de álcool etílico, obtendo-se uma solução estoque e posteriormente, preparadas as distintas concentrações. O espalhante adesivo Haiten[®] na concentração de 0,05% foi usado para quebrar a tensão superficial e melhorar a absorção pelas folhas de tomate cereja. As aplicações de ácido salicílico ocorreram 72 h antes do início do uso das soluções nutritivas salinas, e as aplicações subsequentes com intervalos de 12 dias, totalizando 5 aplicações, se estendendo até o início da frutificação.

As aplicações de ácido salicílico foram feitas manualmente entre 17:00 e 18:00 h, pulverizando-se com um borrifador manual, de modo a se obter o molhamento completo das folhas, (faces abaxial e adaxial), aplicando em média 149 mL por planta durante todo o ciclo da cultura. Durante a pulverização, foi utilizada uma estrutura de plástico para evitar a deriva para plantas vizinhas.

Para determinação do conteúdo relativo de água no limbo foliar (CRA) aos 61 DAT, quatro discos foliares (113 mm²) foram coletados e pesados em balança analítica para obtenção de massa fresca (MF), logo após, imersos em água destilada por 24 h para a obtenção da massa túrgida (MT) e a massa seca (MS), após 48 h de secagem em estufa de circulação de ar forçado a 60 °C. O conteúdo relativo de água foi determinado de acordo com Weatherley (1950) com adaptações, utilizando-se a Eq. 2:

$$CRA (\%) = \frac{(MF-MS)}{(MT-MS)} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

CRA = Conteúdo relativo de água (%);

MF - Massa fresca do disco (g);

MT - Massa túrgida do disco (g); e,

MS - Massa seca do disco (g).

O déficit de saturação hídrica (DSH) é um excelente indicador do balanço hídrico da planta, pois representa a quantidade de água de que ela precisa para alcançar a saturação. Assim, aos 61 DAT o DSH foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Taiz & Zeiger (2013), conforme Eq. 3:

$$DSH (\%) = \frac{(MT-MF)}{(MT-MS)} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Em que:

DSH - déficit de saturação hídrica (%);

MF - Massa fresca (g);

MT - Massa túrgida (g); e,

MS - Massa seca (g).

Para determinar o extravasamento de eletrólitos (EE) foram necessários quatro discos foliares com uma área de 1,54 cm² cada; os discos foram acondicionados em beckers com 50 mL de água destilada e mantidos em temperatura de 25 °C por 24 h. Após o tempo e com o auxílio de um condutivímetro de bancada foi mensurada a condutividade elétrica inicial do meio (Ci). Depois os beckers foram colocados em estufa de secagem em temperatura de 80 °C por 120 min, para posterior aferição da condutividade final (Cf). O extravasamento de eletrólitos na membrana celular foi avaliado de acordo metodologia adaptada de Scott-Campos et al. (2013) aos 61 DAT, conforme Eq. 4.

$$EE = \frac{Ci}{Cf} \times 100 \dots\dots\dots(4)$$

Em que:

EE - Extravasamento de eletrólitos na membrana (%);

Ci - Condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹); e

Cf - Condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

Para determinação do potencial osmótico, folhas do terço médio das plantas foram coletadas em cada parcela experimental, acondicionadas em sacos plásticos e

armazenadas na temperatura de 5 °C. Para extração do suco celular, as amostras foram colocadas em tubos para centrifugação a 10000x g durante 10 minutos, já o ponto de congelamento das amostras mensurado através da leitura de alíquotas de 5 mL em osmômetro microprocessador (PZL 1000) para identificação da osmolalidade da amostra em mOsm kg⁻¹ H₂O, sendo convertido em MPa, conforme Bagatta et al. (2008), através da Eq. 5:

$$\psi_s = -C \left(\frac{mOsmol}{kg} \right) + 2,58 \times 10^{-3} \dots\dots\dots(5)$$

Em que:

ψ_s - Potencial osmótico foliar (MPa); e,

C -Osmolalidade da amostra, encontrada na leitura do osmômetro.

A quantificação dos teores de clorofila *a*, *b*, e carotenoides foi realizada de acordo com a metodologia de Cruz et al. (2007), com uso de extratos das amostras de discos da terceira folha a partir do ápice completamente madura. Em cada amostra, foi adicionada 5,0 mL de dimetilsulfóxido, mantidas no escuro por um período de 48 horas, quando então, os extratos passaram pela análise no espectrofotômetro (Thermo Scientific®, modelo Genesys 20) nas absorvâncias de 480, 649 e 665nm. A partir dos extratos, foram determinados os teores de clorofila e carotenoides de acordo a metodologia descrita por Wellburn (1994), utilizando-se as Eqs. 6, 7, e 8 respectivamente, com resultados expressos em mg g⁻¹ MF.

$$Cl\ a = 12,19\ ABS_{665} - 3,45\ ABS_{649} \dots\dots\dots(6)$$

$$Cl\ b = 21,99 \times ABS_{649} - 5,32 \times ABS_{665} \dots\dots\dots(7)$$

$$Car = (1000\ ABS_{480} - 2,14\ Cl\ a - 70,16\ Cl\ b)/220 \dots\dots\dots(8)$$

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

As trocas gasosas foram avaliadas 61 dias após o transplântio (DAT) determinadas nas folhas localizadas no terço médio, com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro⁺ Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), irradiação de 1200 µmol fótons m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 mL min⁻¹, e concentração de CO₂ atmosférico, mediante determinação de condutância estomática - *g_s* (mol H₂O m⁻² s⁻¹), transpiração - *E* (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ - *A* (µmol CO₂ m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ - *C_i* (µmol CO₂ m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea de carboxilação - *EiCi* [(µmol CO₂ m⁻² s⁻¹) (µmol CO₂ m⁻² s⁻¹)⁻¹].

$^2 \text{ s}^{-1})^{-1}]$, eficiência instantânea no uso da água - $EiUA [(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$.

No mesmo período foram determinados os sinais de fluorescência da clorofila *a*, na fase escura, foram mensurados em folhas completamente expandidas do terço médio pré-adaptadas ao escuro por 30 min, com auxílio de fluorômetro de pulso modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA). Para tanto, foram colocadas pinças nas folhas durante 30 min antes das leituras para adaptação das folhas ao escuro e medidas a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável (F_v), razão F_v/F_0 e eficiência quântica do fotossistema II (F_v/F_m).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro e Wilk) e posteriormente, realizado análise de variância pelo teste ‘F’ em nível de $p \leq 0,05$ de probabilidade. Quando o resultado foi significativo, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico, com o auxílio do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.7 (Ferreira, 2019). O software SigmaPlot foi utilizado para construir as curvas de superfície de resposta, nos casos em que a interação entre os fatores foi significativa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

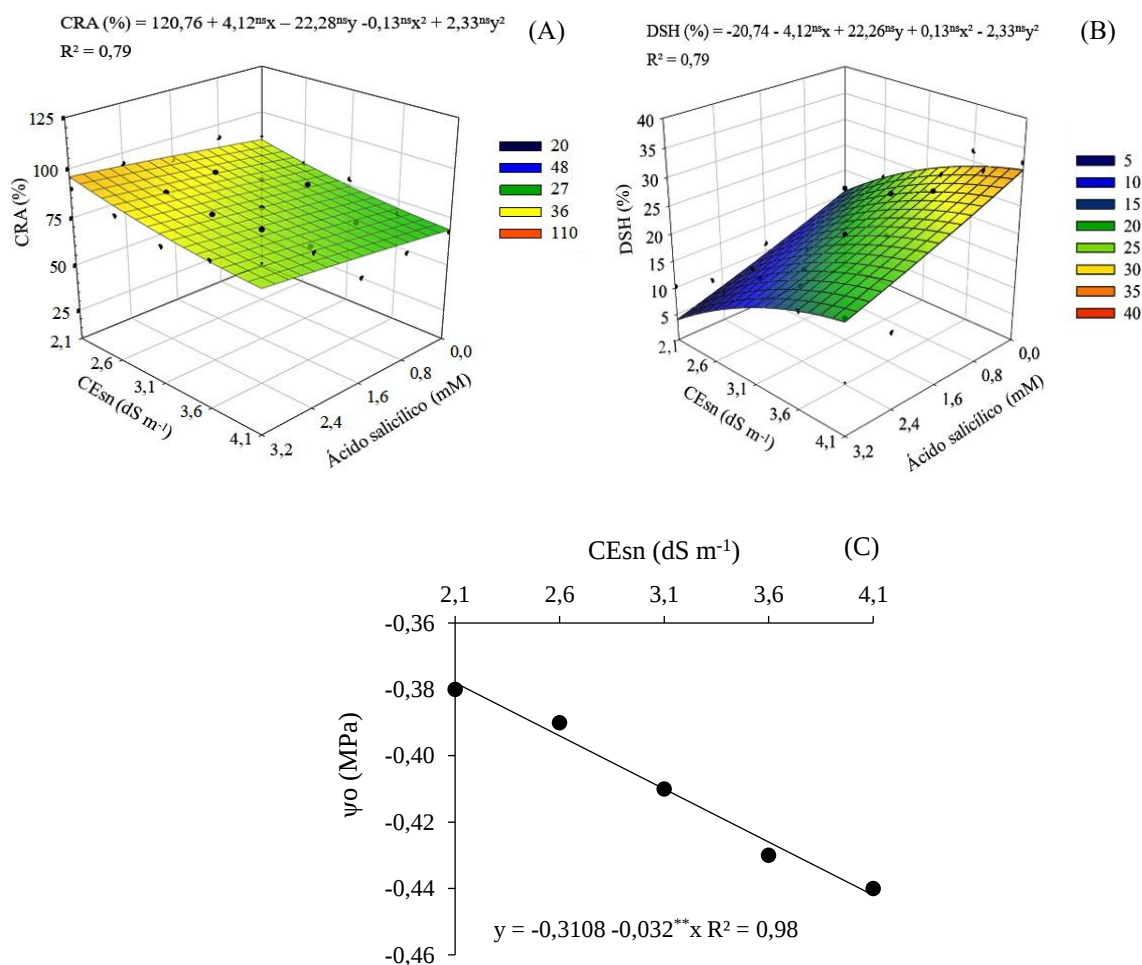
Houve efeito significativo da interação entre solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico (CESn $\times$ AS) para o conteúdo relativo de água (CRA) e déficit de saturação hídrica (DSH) das plantas de tomate cereja. Os níveis de CESn promoveram efeito significativo para o potencial osmótico foliar (ψ_o) das plantas de tomate cereja. Os níveis salinos da solução nutritiva e aplicação de ácido salicílico não apresentaram efeito significativo para o extravasamento de eletrólitos no tomate cereja (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH), extravasamento de eletrólitos (EE) e potencial osmótico foliar (ψ_o) no limbo foliar das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS) aos 61 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CRA	DSH	EE	ψ_o
Solução nutritiva salina (CESn)	4	595,14**	595,14**	3404,95 ^{ns}	0,0082**
Regressão Linear	1	2268,33**	2268,34**	4364,17 ^{ns}	0,0319**
Regressão Quadrática	1	71,70 ^{ns}	71,70 ^{ns}	572,81 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Residual 1	8	63,07	63,07	346,89	0,0003
Ácido salicílico (AS)	4	437,45**	437,45**	451,65 ^{ns}	0,0011 ^{ns}
Regressão Linear	1	1300,48**	1300,48**	2,23 ^{ns}	0,0017 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	1,63 ^{ns}	1,63 ^{ns}	147,21 ^{ns}	0,0014 ^{ns}
Interação (CESn $\times$ AS)	16	106,25**	106,25**	286,17 ^{ns}	0,0005 ^{ns}
Residual 2	40	19,40	19,40	227,21	0,0006
CV 1 (%)		9,76	42,71	35,48	4,34
CV 2 (%)		5,41	23,69	28,71	6,18

^{ns}, ** respectivamente não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$. GL - Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação.

Constata-se que o maior valor de CRA (96,10%) foi obtido nas plantas submetidas à concentração de 3,2 mM de ácido salicílico e cultivadas sob CESn de 2,1 dS m⁻¹, correspondendo a um aumento de 14,07% em relação às plantas cultivadas com a mesma CESn e sem aplicação de AS (Figura 2A). Por outro lado, o menor valor de CRA (68,57%) foi registrado nas plantas cultivadas sob CESn de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS. O aumento do conteúdo relativo de água em função do aumento das concentrações de ácido salicílico pode estar relacionado às funções fisiológicas do fitormônio na síntese de osmólitos, contribuindo na absorção e aumento do CRA nos tecidos foliares (Silva et al., 2020).



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CEsn, respectivamente;
^{ns}, ^{**} e ^{*} representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Figura 2. Conteúdo relativo de água – CRA (A), déficit de saturação hídrica – DSH (B) no limbo foliar das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e concentrações de ácido salicílico - AS e potencial osmótico foliar - ψ_o (C) em função dos níveis de CEsn aos 61 dias após o transplântio.

Para o déficit de saturação hídrica (Figura 2B), observa-se que o maior valor estimado de 31,35% foi obtido sob CEsn de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico. O DSH foi reduzido com o aumento das concentrações de AS, sendo o menor valor estimado de 3,87% obtido sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ e aplicação de AS de 3,2 mM, correspondendo a uma redução de 75,39% em relação às plantas cultivadas sem aplicação de AS (Figura 2B). O DSH é um indicador do equilíbrio hídrico das plantas, representando a quantidade de água necessária para atingir a saturação. Os baixos níveis

de DSH indicam maior conteúdo relativo de água, sendo um fator decisivo nas atividades metabólicas e tolerância ao estresse salino (Hassani et al., 2019).

O potencial osmótico (ψ_o) nos tecidos foliares das plantas de tomate cereja se ajustou ao modelo de regressão linear (Figura 2C), onde a redução por incremento unitário da CEsn foi equivalente a 0,032 MPa no ψ_o . Comparando-se o ψ_o das plantas irrigadas sob CEsn de 4,1 dS m⁻¹ em relação às plantas que receberam CEsn de 2,1 dS m⁻¹ nota-se redução de 0,06 MPa. A redução no potencial osmótico é uma estratégia utilizada pelas plantas para manter o estado hídrico nos tecidos vegetais bem como funções metabólicas essenciais para o seu desenvolvimento, retardando os efeitos nocivos ocasionados pelo estresse salino (Pereira et al., 2020).

Houve efeito significativo da interação entre solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico (CEsn × AS) para os teores de clorofila *b* (Cl *b*), e carotenoides (Car) das plantas de tomate cereja aos 61 dias após o transplântio. Os níveis de CEsn e as concentrações de ácido salicílico promoveram efeito significativo de forma isolada aos teores de clorofila *a* (Cl *a*) (Tabela 2).

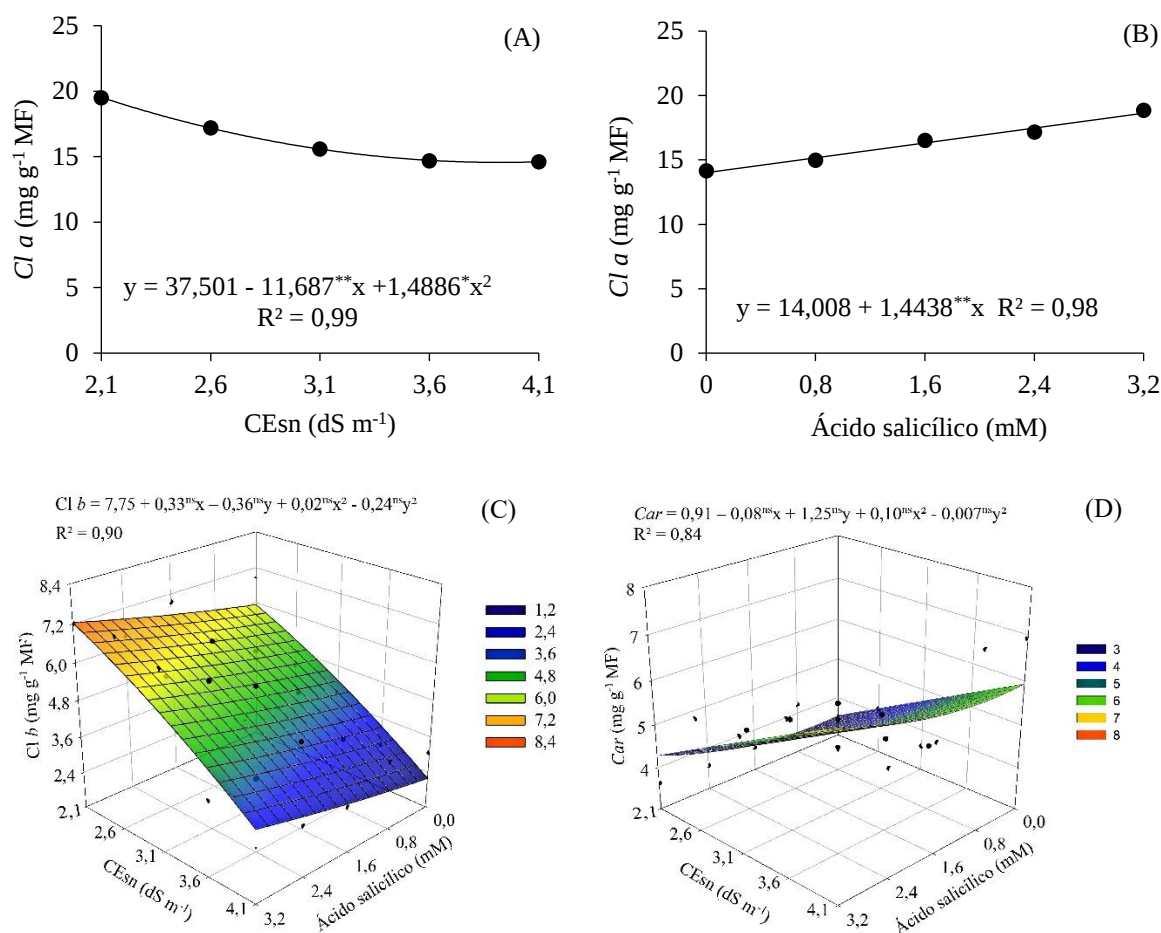
Tabela 2. Resumo da análise de variância para os teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*) e carotenoides (Car) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS) aos 61 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car
Solução nutritiva salina (CEsn)	4	64,00**	35,54**	13,71**
Regressão Linear	1	226,86**	135,58**	54,51**
Regressão Quadrática	1	29,12*	1,14 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Residual 1	8	3,82	1,18	0,74
Ácido salicílico (AS)	4	50,92**	4,82**	1,70**
Regressão Linear	1	200,08**	18,34**	5,46**
Regressão Quadrática	1	0,77 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,89 ^{ns}
Interação (CEsn × AS)	16	6,16 ^{ns}	1,62*	1,52**
Residual 2	40	3,38	0,74	0,26
CV 1 (%)		11,98	22,43	17,29
CV 2 (%)		11,25	17,81	10,33

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

Para os teores de clorofila *a* (Figura 3A), as plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ apresentaram o valor máximo estimado de 19,52 mg g⁻¹ MF. Enquanto o menor valor (14,56 mg g⁻¹ MF) foi obtido sob CEsn estimada de 3,9 dS m⁻¹. A inibição da síntese de clorofila *a* pode estar relacionada a degradação dos pigmentos fotossintetizantes, já que a elevação na atividade da enzima clorofilase poderá desencadear uma limitação nas

atividades fotossintéticas das plantas que estão sob estresse salino (Nóbrega et al., 2020). Batista et al. (2021), estudando cultivo de tomate cereja em sistema hidropônico sob solução nutritiva salina (CEsn variando de 2,5 a 8,5 dS m⁻¹), observaram também que o estresse salino inibiu a síntese de pigmentos fotossintetizantes.



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CEsn, respectivamente; ns, ** e * representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Figura 3. Teores de clorofila a – Cl a em função dos níveis de CEsn (A) e concentrações de ácido salicílico (B) e teores de clorofila b – Cl b (C) e carotenoides – Car (D) das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEsn e das concentrações de ácido salicílico – AS aos 61 dias após o transplantio.

A aplicação de ácido salicílico até a concentração 3,2 mM promoveu incremento linear nos teores de clorofila a (Figura 3B), cujo aumento foi de 10,31% por acréscimo unitário da concentração de AS. Comparando as plantas do tratamento testemunha (0 mM) em relação às cultivadas com 3,2 mM de AS, observa-se aumento de 32,98%. O

incremento nos teores de clorofila *a* com o aumento das concentrações de AS pode ter relação com a eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROs) nos tilacóides e a redução da degradação da clorofila a partir da atividade antioxidante imposta pelo ácido salicílico (Azad et al., 2021). Mendonça et al. (2023), tiveram resultados semelhantes em estudo com quiabeiro hidropônico sob soluções nutritivas salinas e aplicação foliar de ácido salicílico, onde a aplicação de AS na concentração de 1,8 mM promoveu o maior teor de clorofila *a* sob salinidade da solução nutritiva de 3,0 dS m⁻¹.

Quanto aos teores de clorofila *b* (Figura 3C), as plantas submetidas à salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹ e ácido salicílico na concentração de 3,2 mM obtiveram o valor máximo estimado de 7,19 mg g⁻¹ MF, correspondendo a um aumento de 21,24% em relação às plantas cultivadas sob CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico. Por outro lado, os menores teores de clorofila *b* (2,23 mg g⁻¹ MF) foram encontrados nas plantas cultivadas sob CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e 0 mM de AS. Devido à ação antioxidante do ácido salicílico, o aparato fotossintético é protegido quando a planta está sob condições de estresse, sendo estabelecido um equilíbrio entre a produção e eliminação de espécies reativas de oxigênio (EROs) (Batista et al., 2019).

Com relação aos teores de carotenoides (Figura 3D), o valor máximo estimado (6,68 mg g⁻¹) foi alcançado nas plantas que receberam CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e aplicação de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM. Já o valor mínimo (3,48 mg g⁻¹) foi observado nas plantas submetidas à CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e aplicação de ácido salicílico de 0,4 mM. O aumento nos teores de carotenoides sob aumento da concentração de ácido salicílico pode estar relacionado a ação antioxidante e fotoproteção desses pigmentos em plantas estressadas (Azad et al., 2021). Corroborando com os resultados obtidos, Sá et al. (2024) em estudo com pepino em sistema hidropônico tipo NFT, obtiveram o maior teor de carotenoides sob salinidade da solução nutritiva de 4,5 dS m⁻¹.

Houve efeito significativo da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico (CEs_n × AS) para a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) e eficiência instantânea da carboxilação (*EICI*) das plantas de tomate cereja. Os níveis salinos da solução nutritiva afetaram de forma significativa a concentração interna de CO₂ (*Ci*), condutância estomática (*gs*), transpiração (*E*) e eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*) (Tabela 3).

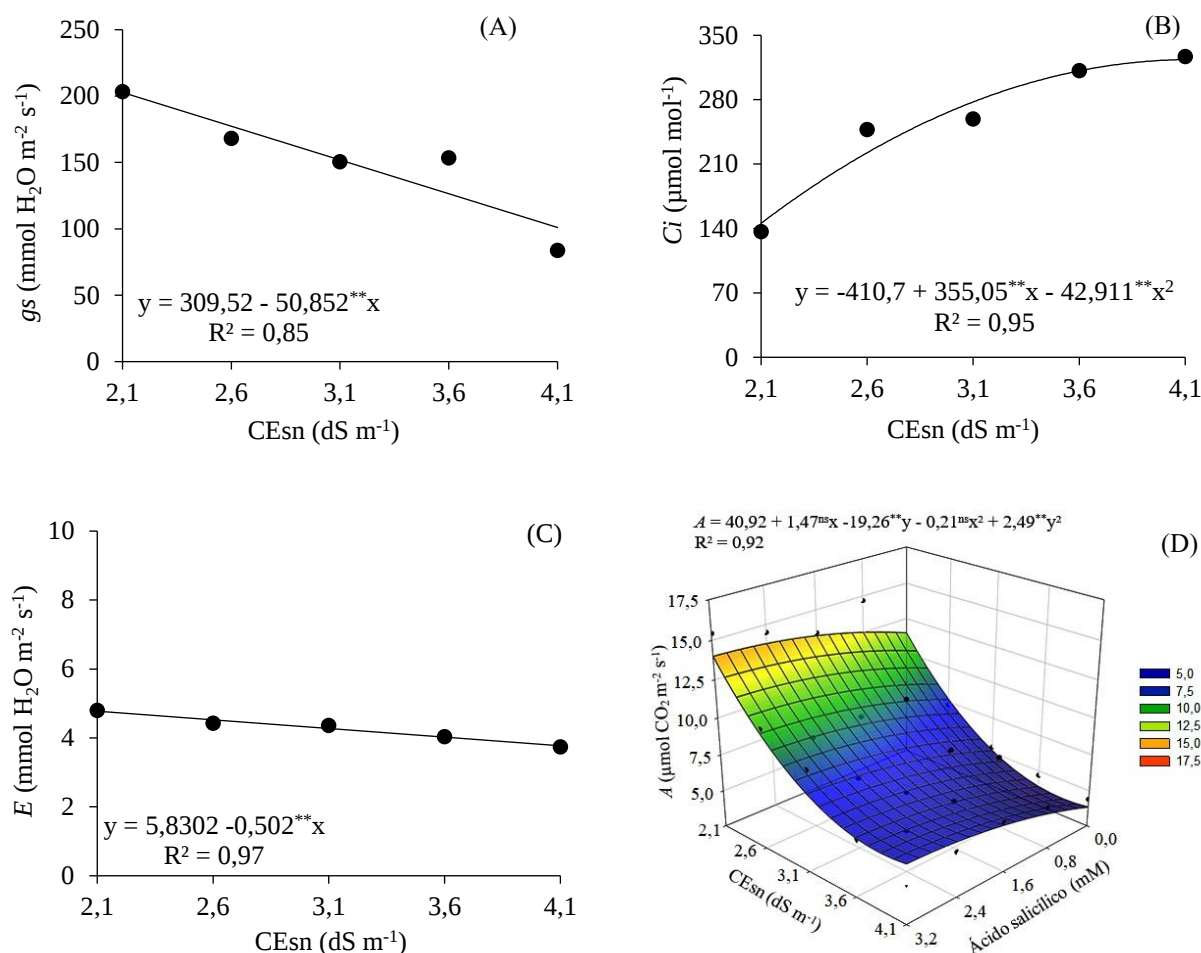
Tabela 3. Resumo da análise de variância para condutância estomática (*gs*), concentração interna de CO₂ (*Ci*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*), transpiração (*E*), eficiência intrínseca

do uso da água (*EiUA*), e eficiência instantânea da carboxilação (*EICi*) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS) aos 61 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		<i>gs</i>	<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>EiUA</i>	<i>EICi</i>
Solução nutritiva salina (CEsn)	4	2843,01**	8429,43**	157,92*	2,45*	4,68*	0,01**
Regressão Linear	1	9697,30**	29703,50**	543,51*	9,55**	15,41*	0,05**
Regressão Quadrática	1	2537,61 ^{ns}	2417,47**	81,55**	0,01 ^{ns}	3,13*	0,01**
Residual 1	8	1308,01	1702,15	5,17	0,45	0,27	0,001
Ácido salicílico (AS)	4	1578,44 ^{ns}	971,33 ^{ns}	23,31**	1,02 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,003**
Regressão Linear	1	1109,76 ^{ns}	50,46 ^{ns}	60,29**	3,03*	1,14*	0,001**
Regressão Quadrática	1	2201,90 ^{ns}	21,37 ^{ns}	3,93 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,0006*
Interação (CEsn × AS)	16	952,21 ^{ns}	1195,68 ^{ns}	5,23**	0,28 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,0004**
Residual 2	40	682,04	820,38	1,99	0,53	0,22	0,0001
CV 1 (%)		23,81	16,11	28,62	15,82	28,29	49,8
CV 2 (%)		17,2	11,18	17,75	17,12	25,53	24,81

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

Para a condutância estomática (Figura 4A), os dados se ajustaram ao modelo de regressão linear, onde observa-se que houve decréscimo de 16,42% por incremento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva. Quando as plantas foram cultivadas sob CEsn 4,1 dS m⁻¹ houve uma redução de 50,16% em relação às que receberam 2,1 dS m⁻¹. O aumento da concentração de sais na zona radicular restringe a absorção de água pelas plantas, induzindo o fechamento parcial dos estômatos como forma de reduzir a perda de água e manutenção do seu status hídrico elevado e evitando a desidratação das células guardas (Lima et al., 2020). Os resultados obtidos corroboram com o estudo realizado por Dantas et al. (2022), com abobrinha italiana cultivada em sistema hidropônico do tipo NFT sob CEsn variando de 2,1 a 6,6 dS m⁻¹, observaram redução na condutância estomática de 26,84% por incremento unitário da condutividade elétrica da solução nutritiva.



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CEsn, respectivamente; ^{ns}, ^{**} e ^{*} representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

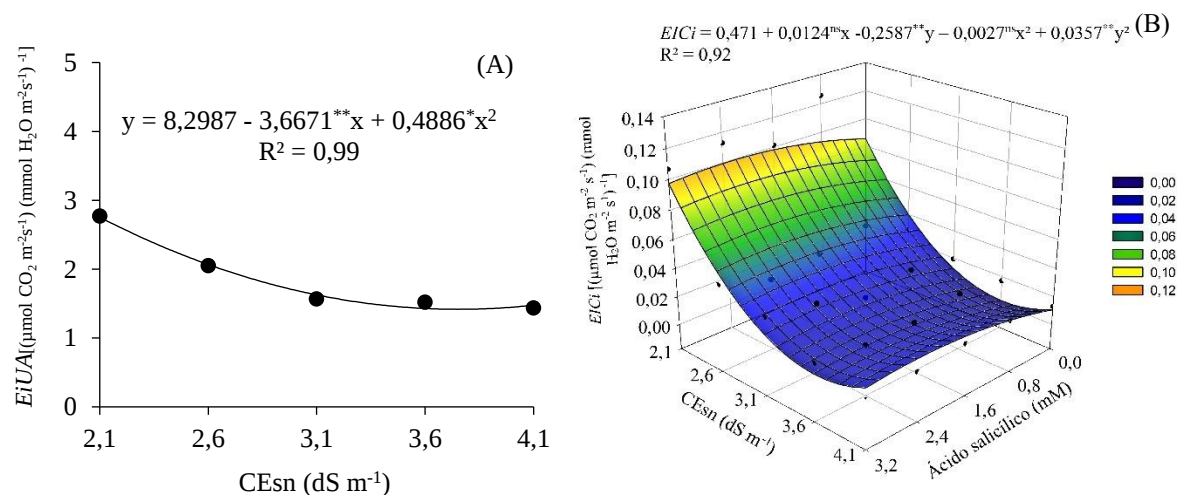
Figura 4. Condutância estomática - g_s (A), concentração interna de CO_2 - C_i (B) e transpiração - E (C) das plantas de tomate cereja em função dos níveis de CEsn, e taxa de assimilação de CO_2 - A (D) em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva - CEsn e concentrações de ácido salicílico - AS aos 61 dias após o transplantio.

A concentração interna de CO_2 aumentou de forma quadrática (Figura 4B), sendo o valor máximo estimado de $323,67 \mu mol$ mol^{-1} encontrado nas plantas cultivadas sob CEsn de $4,1 dS m^{-1}$. Já o valor mínimo estimado ($145,67 \mu mol$ mol^{-1}) foi obtido nas plantas submetidas à CEsn de $2,1 dS m^{-1}$. O aumento na C_i na câmara subestomática é um indicativo que o CO_2 fixado não estava sendo consumido na síntese de açúcares durante a fotossíntese, gerando consequentemente seu acúmulo, em decorrência da atuação de limitações não estomáticas, como a inibição da atividade da enzima Ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase (Freire et al., 2014). Mendonça et al. (2022), estudando quiabeiro sob salinidade da solução nutritiva (CEsn variando de $2,1$ a $6,6 dS m^{-1}$) e aplicação de ácido salicílico observaram resultado semelhante para a concentração

interna de CO_2 , sendo o maior valor ($172,73 \mu\text{mol mol}^{-1}$) encontrado na concentração de $6,6 \text{ dS m}^{-1}$.

A transpiração das plantas de tomate cereja reduziu linearmente com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva, sendo o decréscimo de 8,61% por incremento unitário da CEsn , ou seja, uma redução de 21,02% em comparação à E das plantas submetidas à CEsn de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 4C). A redução na transpiração das plantas de tomate cereja está diretamente relacionada ao fechamento parcial dos estômatos, estratégia utilizada para diminuir a taxa de absorção de íons tóxicos e evitar perda de água das folhas para atmosfera (Lima et al., 2020).

A aplicação de ácido salicílico até a concentração de $3,2 \text{ mM}$ promoveu acréscimo na taxa de assimilação de CO_2 (Figura 4D), cujo valor máximo estimado ($14,00 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtido nas plantas cultivadas sob CEsn de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ e concentração de ácido salicílico de $3,2 \text{ mM}$. Já o menor valor ($3,81 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi observado nas plantas submetidas à CEsn de $4,1 \text{ dS m}^{-1}$ e sem aplicação foliar de ácido salicílico. A diminuição na assimilação de CO_2 nas plantas cultivadas sob elevada salinidade da solução nutritiva é reflexo do consumo de carbono no ciclo de Calvin, que é reduzido devido a restrições na entrada de CO_2 na câmara subestomática (Pan et al., 2021). Roque et al. (2022), avaliando os efeitos da irrigação com águas salinas ($\text{CEa} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ a $4,3 \text{ dS m}^{-1}$) no cultivo de tomate cereja, constataram que o aumento da CEa a partir de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ diminuiu a taxa de assimilação de CO_2 .



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CEsn , respectivamente; ns , ** e * representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Figura 5. Eficiência instantânea do uso da água – $EiUA$ das plantas de tomate cereja em função da solução nutritiva salina CEsn (A) e eficiência instantânea da carboxilação -

EICi (B) em função da interação entre a CESn e concentrações de ácido salicílico – AS aos 61 dias após o transplântio.

O aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva reduziu de forma quadrática a eficiência instantânea no uso da água, sendo o valor máximo estimado de 2,75 $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$, obtido nas plantas cultivadas sob solução nutritiva salina de 2,1 dS m^{-1} , enquanto às submetidas à CESn de 3,8 dS m^{-1} resultou no menor valor estimado de 1,42 $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$ (Figura 5A). A *EIUA* é expressa pela razão entre a fotossíntese e a transpiração, onde os valores que foram obtidos indicam a quantidade de carbono fixada pela planta por cada unidade de água que é perdida, sendo assim, a redução na *EIUA* com o aumento da CESn pode estar associada à redução da abertura estomática para evitar a perda de água por transpiração e, consequentemente, o consumo de carbono também é reduzido em razão das restrições na entrada de CO_2 na câmara subestomática (Taiz et al., 2017).

Com relação a eficiência instantânea de carboxilação (Figura 5B), as plantas cultivadas sob CESn de 2,1 dS m^{-1} obtiveram o maior valor estimado de 0,0994 $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$ quando submetidas à concentração de 2,3 mM de AS. Enquanto, o menor valor de 0,0023 $[(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}]$ foi obtido sob a concentração de 0 mM de AS e CESn de 3,6 dS m^{-1} , correspondendo a uma redução de 97,29% em relação ao tratamento testemunha. A redução da eficiência instantânea de carboxilação com o aumento da CESn pode estar associada a desidratação das células do mesófilo, que acabam tendo seu metabolismo afetado devido a condições de estresse salino severas (Dias et al., 2019).

Os níveis salinos da solução nutritiva afetaram de forma significativa apenas a fluorescência máxima (Fm) do tomateiro cereja (Tabela 4). As concentrações de ácido salicílico e a interação entre os fatores (CESn $\times$ AS) não afetaram de forma significativa nenhuma das variáveis mensuradas, aos 61 dias após o transplântio.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (Fm), fluorescência variável (Fv), eficiência máxima do processo fotoquímico no fotossistema II na fase escura (Fv/F_0) e eficiência quântica do fotossistema II (Fv/Fm), das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS) aos 61 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		F_0	Fm	Fv	Fv/F_0	Fv/Fm
Solução nutritiva salina (CESn)	4	0,01 ^{ns}	0,05*	0,05 ^{ns}	1,61 ^{ns}	0,0003 ^{ns}

Regressão Linear	1	0,01 ^{ns}	0,21 ^{**}	0,002 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,006 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,05 ^{**}	1,32 [*]	0,001 ^{ns}
Residual 1	8	0,001	0,008	0,003	0,20	0,0003
Ácido salicílico (AS)	4	0,003 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,0002 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,009 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,0006 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	0,002 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Interação (CESn × AS)	16	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,0001 ^{ns}
Residual 2	40	0,00	0,003	0,0009	0,13	0,0001
CV 1 (%)		29,93	15,53	11,94	9,55	2,34
CV 2 (%)		25,57	10,59	6,44	7,93	1,43

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

A fluorescência máxima (Fm) das plantas de tomate cereja reduziu linearmente com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva salina, com decréscimos de 9,33% por incremento unitário da CESn (Figura 6). Comparando-se em termos relativos, as plantas submetidas à CESn de 4,1 dS m⁻¹ em relação às cultivadas com 2,1 dS m⁻¹, constata-se declínio de 23,22%.

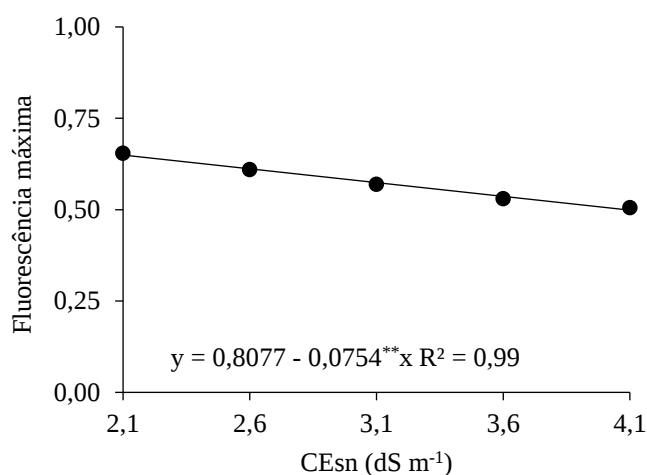


Figura 6. Fluorescência máxima das plantas de tomate cereja, em função dos níveis salinos da solução nutritiva – CESn, aos 61 dias após o transplantio.

A fluorescência máxima indica o ponto em que a capacidade máxima e praticamente toda quinona é reduzida, o indicativo de redução nessa variável se dá pela baixa eficiência na quinona à fotorredução e baixo fluxo de elétrons entre os fotossistemas, implicando em baixa atividade do PSII na membrana do tilacóides (Lima et al., 2019; Veloso et al., 2023).

4. CONCLUSÕES

A aplicação foliar de ácido salicílico até a concentração de 3,2 mM aumenta o conteúdo relativo de água e os teores de clorofila *b* sob condutividade elétrica da solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹, aos 61 dias após o transplântio.

O maior teor de carotenoides obtido sob C_{Esn} de 4,1 dS m⁻¹ e aplicação de AS na concentração de 3,2 mM.

A solução nutritiva salina a partir de 2,1 dS m⁻¹ diminui o potencial osmótico foliar, as trocas gasosas e a fluorescência máxima do tomate cereja hidropônico 61 dias após o transplântio.

A aplicação de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM reduz os efeitos do estresse salino no tomateiro cultivado em sistema hidropônico tipo NFT.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Moraes, G. de; Leonardo, J.; Sparovek, G. Köppen climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013.
- Azad, N.; Rezayian, M.; Hassanpour, H.; Niknam, V.; Ebrahimzadeh, H. Physiological mechanism of salicylic acid in *Mentha pulegium* L. under salinity and drought stress. *Brazilian Journal of Botany*, v. 44, p. 359-369, 2021.
- Bagatta, M.; Pacifico, D.; Mandolino, G. Evaluation of the osmotic adjustment response within the Genus Beta. *Journal of Sugar Beet Research*, v.45, p. 119-131, 2008.
- Batista, M. C.; Nascimento, R.; Maia Júnior, S. de O.; Nascimento, E. C. S.; Bezerra, C. V. de. C.; Lima, R. F. Physiology and production of cherry tomato cultivars in a hydroponic system using brackish water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, p. 219-227, 2021.
- Batista, V. C. V.; Pereira, I. M. C.; Marinho, S. de O. P.; Canuto, K. M.; Pereira, R. de C. A.; Rodrigues, T. H. S.; Daloso, D. de M.; Gomes-Filho, E.; Carvalho, H. H. Salicylic acid modulates primary and volatile metabolites to alleviate salt stress-induced photosynthesis impairment on medicinal plant *Egletes viscosa*. *Environmental and Experimental Botany*, v. 167, e103870, 2019.
- Costa, A. A.; Paiva, E. P.; Torres, S. B.; Souza Neta, M. L.; Pereira, K. T. O.; Leite, M. S.; Sá, F. V. S.; Benedito, C. P. Osmoprotection in *Salvia hispanica* L. seeds under water stress attenuators. *Brazilian Journal Biology*, v. 82, p. 458-478, 2020.
- Cruz, A. C. F.; Santos, R. P.; Iarema, L.; Fernandes, K. R. G.; Kuki, K. N.; Araújo, R. F.; Otoni, W. C. Métodos comparativos na extração de pigmentos foliares de três híbridos de *Bixa orellana* L. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, p. 777-779, 2007.
- Dantas, M. V.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Pinheiro, F. W. A.; Silva, P. C. C.; Soares, L. A. dos A. Gas exchange and hydroponic production of zucchini under salt stress and H₂O₂ application. *Revista Caatinga*, v. 35, p. 436-449, 2022.
- Dantas, M. V.; Lima, G. S. de.; Gheyi, H. R.; Silva, L. A.; Silva, P. C. C.; Soares, L. A. dos A.; Lopes, I. A. P.; Roque, I. A. Hydrogen peroxide and saline nutrient solution in hydroponic zucchini culture. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, p. 1167-1186, 2022.
- Dias, A. S.; Lima, G. S. de.; Pinheiro, F. W. A.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. *Revista Caatinga*, v. 32, p. 429-439, 2019.

- Dias, A. S.; Lima, G. S. de.; Sá, F. V. S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Fernandes, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.628-633, 2018.
- Ferreira, D. F. SISVAR. computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, p. 529-535, 2019.
- Franca, R. J. F.; Leitão, M. M. V. B. R.; Campeche, L. F. S. M. Produtividade do tomate cereja em ambiente protegido e céu aberto em função das lâminas e intermitências de irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 11, p. 1364-1370, 2017.
- Freire, J. L. O.; Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Neto, A. J. L. Rendiment o quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofer tilização e cobertura morta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, p. 8291, 2014.
- Gonçalves, D. C.; Fernandes, C. H. dos S.; Tejo, D. P.; Vidal, T. C. M. Cultivo do tomate cereja sob sistema hidropônico: Influência do turno de rega. *Uniciências*, v. 22, p. 20-23, 2018.
- Guedes, M. A.; Silva, A. A. R. DA.; Lima, G. S. de.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, L. de A.; Oliveira, V. K. N.; Fátima, R. T. de.; Nobre, R.G.; Nóbrega, J. S.; Azevedo, C. A. V. de.; Silva, S. S. da.; Gomes, J. P. Hydroponic cultivation of laranja cherry tomatoes under salt stress and foliar application of hydrogen peroxide. *Agriculture*, v. 13, p. 1688, 2023.
- Hassani D.; Khalid, M.; Huang, D.; Zhang, Y. Morphophysiological and molecular evidence supporting the augmentative role of *Piriformospora indica* in mitigation of salinity in *Cucumis melo* L. *Acta Biochimica et Biophysica Sinica*, v. 51, p. 301-312, 2019.
- Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, v. 347, 1950, 32p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2023. Levantamento sistemático da produção agrícola, Safra 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: Jul de 2024.
- ISLA. Arquivo online: <https://www.isla.com.br/arquivos-para-download/catalogos> (acesso em 23 de julho de 2024).
- Lacerda, C. N. de; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Fátima, 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.
- Lima, G. S. de; Dias, A. D.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Silva, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, p. 214-225, 2019.
- 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, 2020.
- Lima, G. S. de; Silva, A. R. P. da; Sá, F. V. da S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 217-225, 2020.
- Lira, R. M.; Silva, Ê. F. F.; Silva, G. F.; Soares, H. R.; Willadino, L. G. Growth, water consumption and mineral composition of watercress under hydroponic system with brackish water. *Horticultura Brasileira*, v. 36, p. 13-19, 2018.
- Medeiros, J. F.; Lisboa, R. A.; Oliveira, M. de; Silva Júnior, M. J. de; Alves, L. P. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, p. 469-472, 2003.
- Mendonça, A. J. T.; Silva, A. A. R. D.; Lima, G. S. de.; Soares, L. A. dos A.; Oliveira, V. K. N.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D. Salicylic acid modulates okra tolerance to salt stress in hydroponic system. *Agriculture*, v. 12, p. 1687, 2022.
- Mendonça, A. J. T; Lima, G. S. de., Soares, L. A. dos A.; Oliveira, V. K.; Gheyi, H. R.; Silva, L. D. A.; Fernandes, P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 673-681, 2023.
- Nóbrega, J. S.; Bruno, R. D. L. A.; Figueiredo, F. R. A.; Silva, T. I. da.; Fátima, R. T. de; Ribeiro, J. E. da S.; Ferreira, J. T. A.; Nascimento, R. G. da S. Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze sob estresse salino e doses de ácido salicílico. *Research, Society and Development*, v. 9, e121953286, 2020.
- Pan, J.; Peng, F.; Xue, X.; You, Q.; Zhang, W.; Wang, T.; Huang, C. The Growth Promotion of two salt-tolerant plant groups with PGPR inoculation: A meta-analysis. *Sustainability*, v.11, p. 378, 2019.

- Pan, T.; Liu, M.; Kreslavski, V. D.; Zharmukhamedov, S. K.; Nie, C.; Yu, M.; Shabala, S. Non-stomatal limitation of photosynthesis by soil salinity. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, v. 51, p. 791 - 825, 2021.
- Pereira, F. H. F.; Silva, L. J. da.; Silva, F. D. A. da; Dias, M. D. S. Trocas gasosas, eficiência fotoquímica e potencial osmótico de plantas de tomate submetidas a condições salinas. *PesquisAgro*, v. 3, p. 36-51, 2020.
- Quintanilha, K. T.; Tavares, É. B.; Corcioli, G. Mapeamento do fluxo dos tomates comercializados no CEASA-Goiás em 2017 e 2018. *Research, Society and Development*, v. 8, e138101199, 2019.
- Rashed, S. F.; Mahmoud, M. I.; El-Tantawy, E. M.; Fouad, H. A.; El-Kassas, A. I. Improvement of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) productivity using some antioxidants under salinity conditions of south Sinai. *Journal of Applied Sciences*, v. 6, p. 29-46, 2017.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: US Department of Agriculture, USDA. 1954. 160p.
- Rodrigues, V. dos S.; Sousa, G. G.; Saraiva, L. E. S.; Cardoso, E. R. C.; Pereira Filho, J. V. F.; Viana, T. V. A. Atributos químicos do solo em área cultivada com milho sob irrigação com água salina. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, p. 3129-3138, 2018.
- Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de.; Lopes, I. A. P.; Almeida, A. K. C. de.; Oliveira, S. G. de.; Crescimento e caracterização físico-química de tomate cereja sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada. *Comunicata Scientiae*, v. 13, p. e3785, 2022.
- Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de.; Lopes, I. A. P.; Silva, L. A.; Fernandes, P. D. Biomass, gas exchange and production of cherry tomato cultivated under saline water and nitrogen fertilization. *Revista Caatinga*, v. 35, p. 686-696, 2022.
- Sá, F. V. da S.; Gheyi, H. R.; Lima, G. S. de.; Moreira, R. C. L.; Dias, A. S.; Silva, L. A.; Soares, L. A. dos A.; Melo, A. S.; Ferreira Neto, M. Physiological indices of West Indian cherry (*Malpighia emarginata*) irrigated with saline water under nitrogen and phosphorus doses. *Australian Journal of Crop Science*, v. 13, p. 1141-1148, 2019.
- Sá, V. K. N. O. de.; Lima, G. S. D.; Soares, L. A. D. A.; Mendonça, A. J. T. de.; Torres, R. A. F.; Dantas, M. V.; Gheyi, H. R. Physiological indices and growth of hydroponic cucumber under saline nutrient solutions and salicylic acid. *Revista Caatinga*, v. 37, p. e12148, 2024.

- Santana Júnior, E. B.; Coelho, E. F.; Gonçalves, K. S.; Cruz, J. L. Comportamento fisiológico e vegetativo de cultivares de bananeira sob salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 24, p. 82-88, 2020.
- Sausen, D.; Ferreira, C. R. L.; Lopes, S. C. D.; Marques, L. P.; Souza, A. J. M. de.; Alves, E. C. G. de A.; Patrocínio, E. S. A. do.; Cordeiro, K. A. S. Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, p. 14888-14903, 2020.
- Scotti-Campos, P; Pham-Thi, Anh-Thu; Semedo, 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. 25, p. 1002-1013, 2013.
- Sharma, A, M.; Gupta, S. K.; Majumder, B.; Maurya, V. K.; Deeba, F.; Alam, A.; Pandey, V. Salicylic acid mediated growth, physiological and proteomic responses in two wheat varieties under drought stress, *Journal of Proteomics*, v. 163, p. 28-51, 2017.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. de S. A.; Gheyi, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 1092-1101, 2020.
- Sousa, V. F. D. O.; Santos, G. L. D.; Maia, J. M.; Maia, S. D. O.; Santos, J. P. D. O.; Costa, J. E.; Taniguchi, C. A. Salinity-tolerant dwarf cashew rootstock has better ionic homeostasis and morphophysiological performance of seedlings. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 92-100, 2022.
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- Tavares Filho, G.; Silva, D. F. da; Mascarenhas, N. M. H.; Lins, R. C.; Oliveira, F. F. de; Araújo, C. A. de S.; Matias, S. S. R.; Freitas Neto, J. P. de. Qualidade da água no semiárido e seus efeitos nos atributos do solo e na cultura da *Moringa oleifera* Lam. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 43, p. 293-301, 2020.
- Veloso, L. L. de S. A.; Azevedo, C. A. V. de.; Nobre, R. G.; Lima, G. S. de.; Capitulino, J. D.; Silva, F. de A. da. H₂O₂ alleviates salt stress effects on photochemical efficiency and photosynthetic pigments of cotton genotypes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 34-41, 2023.

- Weatherley, P. E. Studies in water relations of cotton plant. I: The field measurement of water deficits in leaves. *New Phytology*, v. 49, p. 81-97, 1950.
- Wellburn, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. *Journal of Plant Physiology*, v. 144, p. 307-313, 1994.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE CEREJA CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO

PRODUÇÃO E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATE CEREJA CULTIVADO EM SISTEMA HIDROPÔNICO SOB ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO

RESUMO

A região do semiárido brasileiro é caracterizada por limitações hídricas em termos quantitativos e qualitativos, sendo o uso de água salina uma alternativa para produção agrícola durante os períodos de escassez. Sendo assim, faz-se necessário o uso de estratégias que amenizem os efeitos do estresse salino, como aplicação foliar de ácido salicílico e o cultivo hidropônico. Ante o exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico na produção e qualidade pós-colheita de frutos de tomate cereja, com solução nutritiva salina em sistema hidropônico. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, da Universidade Federal de Campina Grande em Pombal - PB, utilizando o sistema hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT. Os tratamentos foram distribuídos em parcelas subdivididas, sendo a parcela principal constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (2,1; 2,6; 3,1; 3,6 e 4,1 dS m⁻¹) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. A aplicação foliar de AS nas concentrações variando de 1,3 a 3,2 mM proporcionou efeito benéfico no diâmetro equatorial, número de frutos e massa fresca dos frutos sob tomate cereja sob CEs_n de 2,1 dS m⁻¹. O peso médio dos frutos é influenciado de maneira positiva pelo maior nível de CEs_n (4,1 dS m⁻¹) e aplicação de AS de 3,2 mM. A salinidade da solução nutritiva de 4,1 dS m⁻¹ elevou os sólidos solúveis, o índice de maturação e flavonoides dos frutos de tomate. A CEs_n de 2,1 e 2,6 dS m⁻¹ elevou a acidez titulável e os teores de ácido ascórbico, respectivamente, sob aplicação de AS de 3,2 mM.

Palavras chaves: *Solanum lycopersicum* L., estresse abiótico, cultivo hidropônico, antioxidantes

PRODUCTION AND POST-HARVEST QUALITY OF HYDROPONIC CHERRY TOMATOES UNDER SALT STRESS AND SALICYLIC ACID APPLICATION

ABSTRACT

The Brazilian semiarid region is characterized by quantitative and qualitative water limitations, and the use of saline water is an alternative for agricultural production during periods of scarcity. Therefore, it is necessary to use strategies that mitigate the effects of saline stress, such as foliar application of salicylic acid and hydroponic cultivation. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the effects of foliar application of salicylic acid on the production and postharvest quality of cherry tomato fruits, with saline nutrient solution in a hydroponic system. The experiment was developed under greenhouse conditions at the Center for Agrofood Science and Technology, of the Federal University of Campina Grande in Pombal - PB, using the Laminar Nutrient Flow Technique - NFT hydroponic system. The treatments were distributed in split plots, with the main plot consisting of five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - ECns (2.1, 2.6, 3.1, 3.6 and 4.1 dS m⁻¹) and the subplots of five concentrations of salicylic acid - SA (0, 0.8, 1.6, 2.4 and 3.2 mM), with three replicates and two plants per plot. The foliar application of SA at concentrations ranging from 1.3 to 3.2 mM provided a beneficial effect on the equatorial diameter, number of fruits and fresh weight of the fruits in cherry tomato under ECns of 2.1 dS m⁻¹. The average weight of the fruits is positively influenced by the highest level of ECns (4.1 dS m⁻¹) and application of SA of 3.2 mM. The salinity of the nutrient solution of 4.1 dS m⁻¹ increased the soluble solids, the ripening index and flavonoids of the tomato fruits. The ECsn of 2.1 and 2.6 dS m⁻¹ increased the titratable acidity and the ascorbic acid contents, respectively, under application of 3.2 mM SA.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., abiotic stress, hydroponic cultivation, antioxidant substance

1. INTRODUÇÃO

O tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L.) é uma olerícola pertencente à família Solanaceae, cada vez mais difundida em todo o mundo, pelo seu valor econômico (Quintanilha et al., 2019). O alto consumo está associado às suas características nutricionais, como fonte de fibras, vitaminas, proteínas e minerais, o que acaba por despertar o interesse dos produtores, além do maior tempo de prateleira, o que torna sua comercialização ainda mais atrativa (Peixoto et al., 2017; Matos et al., 2021).

No Brasil, apesar do destaque econômico e social, a produção na região Nordeste ainda é limitada devido à escassez dos recursos hídricos envolvendo aspectos quantitativos e qualitativos (Ramalho et al., 2018; Lima et al., 2019). Nessa região é comum a existência de fontes hídricas com elevados teores de sais, o que resulta em estresses abióticos que limitam o crescimento e a produção de diversas culturas, devido aos efeitos de natureza osmótica e iônica. Em decorrência do efeito osmótico, a absorção de água pela planta é reduzida, gerando um estresse hídrico (Lima et al., 2020). Por outro lado, o efeito iônico é caracterizado pela toxidez por íons específicos, principalmente sódio, cloro e boro, interferindo no metabolismo das plantas e gerando antagonismo dos nutrientes essenciais, afetando assim, o crescimento e a produção (Carillo et al., 2019).

O acúmulo de sais nos tecidos das plantas pode causar alterações significativas na qualidade pós-colheita dos produtos agrícolas, a taxa de respiração dos frutos pode ser afetada, resultando em um amadurecimento mais rápido e uma menor vida útil pós-colheita (Luengo et al., 2007). Além disso, o acúmulo de sais pode impactar a composição dos frutos, causando mudanças na concentração de nutrientes e compostos bioquímicos, podendo afetar a textura dos frutos, tornando-os mais suscetíveis a danos mecânicos e reduzindo sua qualidade sensorial (Roque et al., 2022).

Além do efeito dos sais sobre as plantas, o manejo inadequado da água salina juntamente com a escassez hídrica, elevadas temperaturas e alta taxa de evaporação da água no solo na região semiárida são agravantes para o acúmulo de sais no solo, trazendo limitações e o tornando degradado (Lima et al., 2020). Diante disso, o uso do sistema hidropônico torna-se uma alternativa promissora, pois, nesse tipo de cultivo apenas o potencial osmótico da solução afeta o crescimento das plantas, possibilitando assim, uma maior tolerância das plantas ao estresse, proporciona o controle da condutividade elétrica e do pH, tornando ainda mais eficiente o uso de fertilizantes (Costa et al., 2020). Outro mecanismo que pode ser utilizado para amenizar o efeito dos sais sobre as plantas, é a aplicação foliar de ácido salicílico (AS), um fitormônio que participa da ativação de genes

capazes de atuar como mecanismo de defesa das plantas, melhorando a absorção de nutrientes, além de ser essencial nos processos fotossintéticos e bioquímicos (Lotfi et al., 2020).

Várias pesquisas têm demonstrado os efeitos positivos da utilização do sistema hidropônico e aplicação de ácido salicílico, como relatado por Oliveira et al. (2023) em pepino cv. Hiroshi sob CEs_n variando de 2,1 a 6,6 dS m⁻¹, observaram que as aplicações de AS nas concentrações entre 1,4 e 2,0 mM reduziram os efeitos do estresse salino e promoveram aumento na produção, melhorando também a qualidade pós-colheita dos frutos do pepino. Mendonça et al. (2022), em pesquisa com quiabeiro cv. Canindé, constataram que, o uso do ácido salicílico em concentrações entre 1,2 e 2,3 mM ameniza os efeitos dos sais, permitindo o uso de água salina no cultivo do quiabo em regiões semiáridas. Mazaro et al. (2015), estudando a qualidade pós-colheita de acerolas identificaram que, a aplicação de ácido salicílico possibilita a manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos e promove alterações em compostos do metabolismo secundário, como flavonoides e antocianinas.

A partir da perspectiva exposta, objetivou-se na presente pesquisa avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico na produção e qualidade pós-colheita dos frutos de tomate cereja vermelho com uso de solução nutritiva salina em sistema hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido durante o período de novembro de 2023 a março de 2024, sob condições de casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, Paraíba, localizado geograficamente a 6° 46' 8" S, 37° 48' 06" O, com altitude média de 193 m. O clima do município de Pombal de acordo com a classificação de Köppen é considerado como semiárido quente e seco (Alvares et al., 2013). Os dados meteorológicos do local do experimento estão dispostos na Figura 1.

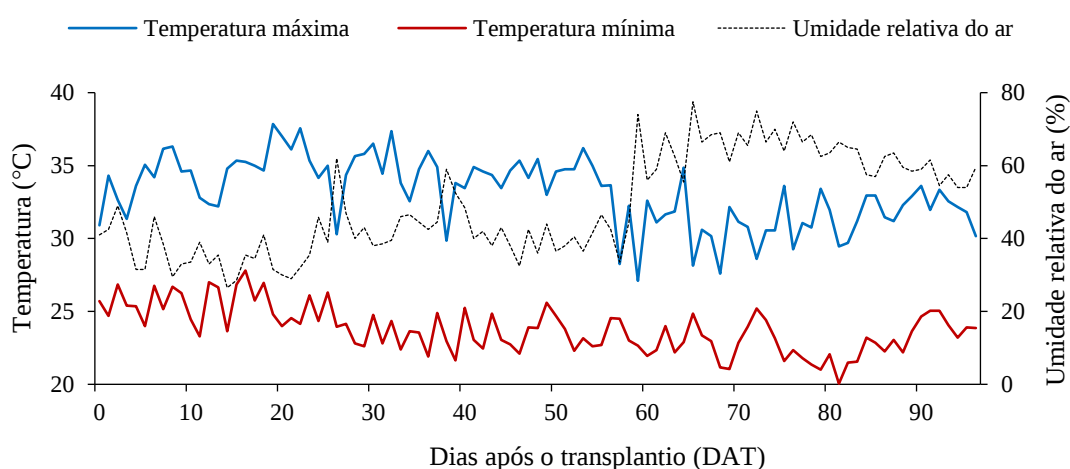


Figura 1. Dados médios diários de temperaturas (máxima e mínima) e umidade relativa do ar no período de 18 de dezembro de 2023 a 26 de março de 2024.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn (2,1; 2,6; 3,1; 3,6 e 4,1 dS m⁻¹) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6, 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. Os níveis de CESn foram adaptados a partir da pesquisa desenvolvida por Guedes et al. (2023), com o tomate cereja Laranja, já as concentrações de ácido salicílico estabelecidas com base na pesquisa de Mendonça et al. (2023), com o quiabeiro cv. Canindé.

Foi utilizado o sistema hidropônico do tipo NFT, confeccionado com tubo de policloreto de vinil (PVC) de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, composto por cinco subsistemas espaçados 0,80 m, cada subsistema composto com três canais espaçados 0,40 m. Nos canais, o espaçamento de 0,50 m entre plantas e 1,0 m entre tratamentos (subsistemas), e as células para plantio com diâmetro de 54,17 mm. Os perfis

hidropônicos foram apoiados em cavaletes de 0,60 m de altura com 4% de inclinação, para permitir o fluxo de circulação de solução nutritiva.

Ao final de cada subsistema, caixas polietileno de 150 L foram utilizadas para armazenar e coletar a solução nutritiva que retornava para recircular no sistema. A solução nutritiva foi injetada nos canais de cultivo por bomba com potência de 35 W, na vazão de 3 L min⁻¹. A circulação da solução nutritiva foi programada através de temporizador, com fluxo intermitente de 15 min durante o dia e 30 min a cada hora durante a noite.

Foi utilizada a solução nutritiva recomendada por Hoagland e Arnon (1950), cuja composição dos nutrientes estão apresentados na Tabela 1. A solução foi preparada em água de abastecimento local (0,3 dS m⁻¹) e teve condutividade elétrica de 2,1 dS m⁻¹ após o preparo.

Tabela 2. Composição química da solução nutritiva, indicadas por Hoagland e Arnon (1950)*.

Elementos	Fertilizantes	Quantidade solução estoque (g 1000 L ⁻¹)
P/K	KH ₂ PO ₄	136,09
K/N	KNO ₃	101,10
Ca/N	Ca (NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236,15
Mg/S	MgSO ₄ .7H ₂ O	146,49
B	H ₃ BO ₃	3,10
Mn/S	MnSO ₄ .4H ₂ O	1,70
Zn/S	ZnSO ₄ .7H ₂ O	0,22
Cu/S	CuSO ₄ .5H ₂ O	0,75
Mo	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ .4H ₂ O	1,25
	EDTA-Na	13,9
Fe	FESO ₄	13,9

*Solução proposata contém seguintes nutrientes (mg L⁻¹): N – KNO₃ (0,2 mg L⁻¹), P – KH₂PO₄ – (0,2 mg L⁻¹), K – KH₂PO₄ – (0,2 mg L⁻¹), Ca – Ca(NO₃)₂ 4H₂O (0,8 mg L⁻¹), Mg – MgSO₄H₂O (0,2 mg L⁻¹), Fe – FeSO₄ (0,2 mg L⁻¹), ácido bórico (H₃BO₃ – 2,86 mg L⁻¹), o sulfato de manganês (MnSO₄.4H₂O – 1,81 mg L⁻¹), o sulfato de zinco (ZnSO₄.7H₂O – 0,22 mg L⁻¹), o sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O – 0,08 mg L⁻¹), o molibdato de amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O – 0,02 mg L⁻¹).

As soluções nutritivas salinas foram preparadas de modo a se obter uma proporção equivalente de 7:2:1 entre NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, respectivamente. É uma relação comumente encontrada entre Na, Ca, Mg nas fontes hídricas da região do nordeste brasileiro (Medeiros et al., 1992). As soluções nutritivas foram preparadas considerando a relação entre CEa e concentração de sais (Richards, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \approx 10 \times CEa.....(1)$$

Em que:

Q = Soma de cátions ($\text{mmol}_e \text{ L}^{-1}$); e

CEa = Condutividade elétrica desejada após descontar a $CEsn$ preparada em água do sistema de abastecimento municipal (dS m^{-1}).

Foram utilizadas sementes de tomate cereja vermelho da ISLA[®]. Cultivar caracterizada por ter ciclo de aproximadamente 90 dias, planta produtiva, frutos redondos e pequenos (diâmetro entre 3 e 4 mm) com sabor levemente adocicado (ISLA, 2024).

As mudas foram formadas em copos de polietileno com capacidade de 80 mL contendo areia fina, autoclavada. Na fase de germinação até o surgimento da primeira folha definitiva, foi utilizada solução nutritiva de meia força (50% da recomendação de Hoagland e Arnon, 1950). Após o surgimento da segunda folha definitiva, foi realizado o transplântio das mudas para os perfis hidropônicos, utilizando-se a partir dessa etapa solução nutritiva na concentração plena (100%).

As plantas foram cultivadas com um tutoramento vertical, com auxílio de fio de nylon. A cada 7 dias ocorreu substituição total da solução nutritiva, sendo feita diariamente a verificação da condutividade elétrica e pH, ajustando a solução sempre que necessário, com adição de água de abastecimento com CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, mantendo sempre a $CEsn$ de acordo com os tratamentos e o pH entre 5,5 e 6,5 através da adição de 0,1 M KOH ou HCl.

As soluções de ácido salicílico foram preparadas através da dissolução do ácido salicílico PA em 30% de álcool etílico e 0,05% de Haiten[®], espalhante adesivo não iônico utilizado para quebrar a tensão superficial e melhorar a absorção pelas folhas de tomate cereja. A primeira aplicação com ácido salicílico foi realizada 72 h antes do início da aplicação das soluções nutritivas salinas, conforme seus respectivos tratamentos, sendo 5 aplicações com intervalos de 12 dias.

As aplicações foram realizadas entre 17:00 e 18:00 h com pulverizador manual, para obter o molhamento completo das folhas, (faces abaxial e adaxial), com aplicação média de 149 mL por planta durante todo o ciclo da cultura. Durante a pulverização, foi utilizada uma estrutura de plástico para evitar a deriva nas plantas vizinhas. As plantas foram monitoradas sendo as práticas fitossanitárias realizadas sempre que necessário.

No período de 66 a 96 dias após o transplântio (DAT) foi feita a colheita e obtenção dos componentes de produção, sendo quantificados o número de frutos colhidos por planta (NF – frutos por planta), peso médio dos frutos (PMF - g por fruto), produção total por planta (PTP - g por planta), diâmetro polar (DPF - mm) e equatorial dos frutos (DEF - mm). Os diâmetros polar e equatorial foram obtidos com um paquímetro digital, o peso médio dos frutos e a produção total por planta com auxílio de balança de precisão de 0,01 g.

As análises de qualidade pós-colheita foram realizadas com os frutos *in natura* através da determinação dos teores de sólidos solúveis - SS (°Brix), acidez titulável – AT (%), ácido ascórbico – AA (mg 100g⁻¹ de polpa), índice de maturação – IM (%), firmeza – FIR (N), açúcares redutores – AR (%), açúcares não redutores – ANR (%), açúcares totais – AT (%), flavonoides – FLA e antocianinas – ANT (mg 100g⁻¹ de polpa).

Os sólidos solúveis totais foram determinados a partir da utilização de um refratômetro digital com compensação automática de temperatura, marca Atago, modelo PAL. Para acidez titulável, foram utilizadas 3 g da polpa do fruto, depositadas em um Erlenmeyer de 125 mL, com adição de 47 mL de água destilada e agitada. Posteriormente foram acrescentadas 3 gotas de indicador fenolftaleína a 5% e realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio a 0,1 N, até obter-se a coloração rósea (IAL, 2008). Para a quantificação da porcentagem de acidez titulável utilizou-se a Eq. 2:

$$AT = \frac{v \times f \times N \times 67,05}{10 \times P} \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

AT = Acidez titulável total (%);

V = Volume da solução de NaOH (0,1 M) gasta na titulação;

f = Fator de correção da solução titulante;

N = Normalidade da solução de NaOH (0,1 N); e,

P = Massa da polpa utilizada.

Para determinação dos teores de ácido ascórbico foram pesados 3 g da amostra do extrato do fruto em um Erlenmeyer, em seguida adicionado 47 mL da solução de ácido oxálico a 0,5% para a diluição. Posteriormente, realizou-se a titulação com a solução de

2-6-diclorofenolindofenol (DFI) até obtenção da coloração rosada, sendo anotado volume gasto. Os resultados foram obtidos através da Eq. 3:

$$AA = \frac{V \times F \times 100}{Pa} \dots \dots \dots (3)$$

Em que:

AA = Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹ de polpa);

V = Volume de DFI utilizado na titulação (m³);

F = Fator da correção para solução DFI; e,

Pa = Massa da amostra (g).

O índice de maturação dos frutos foi determinado pela razão entre sólidos solúveis e acidez titulável. A firmeza dos frutos foi avaliada utilizando penetrômetro digital (Fruit hardness tester, Instrutherm modelo PTR-300) equipado com ponteira de 2 mm de diâmetro, sendo inserida a uma distância de 5 mm, com velocidade teste de 2 mm s⁻¹ e força de 5 g, onde realizou-se duas medições em lados opostos do fruto.

Os teores de açúcares redutores foram obtidos a partir do método do ácido dinitrosalicílico (DNS). Para o preparo dos extratos foi pesado 1 g da amostra macerada com água destilada, com o auxílio de um almofariz e pistilo, transferida para o balão volumétrico de 50 mL com complemento de água destilada, seguindo em repouso por 30 minutos. Na sequência, os extratos foram filtrados com papel filtro. Em tubos de vidro rosqueáveis em uma alíquota de 500 µL (com base em pré-testes) foi adicionada 500 µL de DNS.

Os tubos foram agitados e levados para o banho-maria a 100 °C por 15 min. Após o processo, passaram por resfriamento, com acréscimo de 4 mL de água destilada, completando o volume total para 5 mL. A leitura foi feita em espectrofotômetro (SP 2000 UV) utilizando-se o comprimento de onda de 540 nm. Os açúcares não redutores foram quantificados a partir da diferença entre os açúcares totais e os açúcares redutores. Para açúcares totais, os extratos foram preparados com 1 g de amostra (macerada com água destilada), sendo transferida para balão volumétrico de 50 mL, e completado com água destilada, seguindo em repouso por 30 minutos. Posteriormente os extratos foram filtrados com papel filtro. Nos tubos de vidro rosqueáveis foram adicionados 20 µL do extrato (com base em pré-testes), 980 µL água destilada, e 2000 µL de Antrona, depois agitados e levados para o banho-maria a 100 °C por 3 minutos. Após resfriados, a leitura

foi feita em espectrofotômetro (SP 2000 UV) utilizando o comprimento de onda 620 nm (Yemm e Willis, 1954).

A determinação dos teores de flavonóides e antocianinas foi realizada a partir do método de Francis (1982), sendo pesadas 2 g de amostra e colocadas no almofariz, em seguida adicionados 5 mL de Etanol:HCl (85:15) e macerados por 2 minutos com o auxílio do pistilo, na sequência, passaram para tubos de Falcon, depois para o almofariz com mais 5 mL de Etanol:HCl, totalizando 10 mL.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade da distribuição (Shapiro e Wilk) e posteriormente, realizado análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 0,05 de probabilidade. Em seguida, realizou-se análise de regressão polinomial (linear e quadrática) para os níveis de solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico, com o auxílio do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.7 (Ferreira, 2019). Nos casos de significância da interação entre fatores, foi utilizado o software SigmaPlot v.12.5 para a elaboração das superfícies de resposta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os fatores (CEsn × AS) para o diâmetro equatorial do fruto (DEF), número de frutos por planta (NF), produção total por planta (PTP) e peso médio dos frutos (PMF) de tomate cereja (Tabela 2). O diâmetro polar dos frutos não foi afetado de forma significativa ($p > 0,05$) pelas fontes de variação testadas.

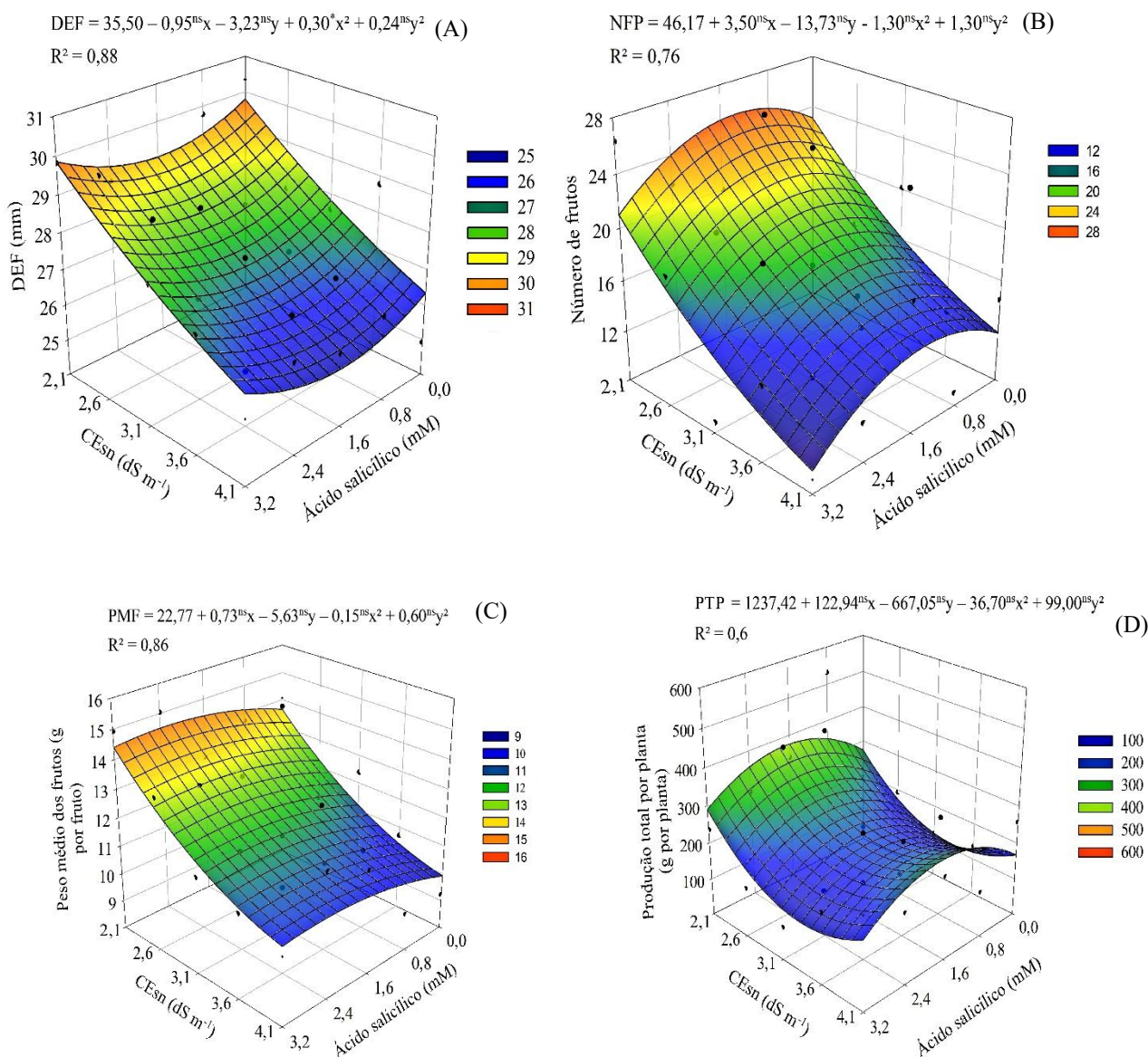
Tabela 2. Resumo da análise de variância referente ao diâmetro equatorial do fruto (DEF), diâmetro polar do fruto (DPF), número de frutos por planta (NF), produção total por planta (PTP) e peso médio dos frutos (PMF) das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS), no período entre 66 e 96 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		DEF	DPF	NF	PMF	PTP
Solução nutritiva salina (CEsn)	4	28,52**	19,73 ^{ns}	312,25**	33,55**	107521,29**
Regressão Linear	1	111,66**	73,76**	1188,63*	128,88**	106171,77**
Regressão Quadrática	1	0,77 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	1,26 ^{ns}	4,88*	128655,45**
Residual 1	8	1,19	5,19	17,73	0,49	704,98
Ácido salicílico (AS)	4	2,29 ^{ns}	9,41 ^{ns}	53,68 ^{ns}	2,53*	34486,62**
Regressão Linear	1	0,05 ^{ns}	14,27 ^{ns}	41,34 ^{ns}	5,59*	2911,22*
Regressão Quadrática	1	8,04*	2,30 ^{ns}	145,41*	2,08 ^{ns}	115855,96**
Interação (CEsn × AS)	16	2,06*	6,87 ^{ns}	58,18*	3,01**	31616,55**
Residual 2	40	1,08	6,77	23,55	0,81	545,32
CV 1 (%)		3,95	8,71	24,17	5,84	11,73
CV 2 (%)		3,78	9,95	27,85	7,50	10,32

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

Para o diâmetro equatorial dos frutos (Figura 2A), as plantas cultivadas sob CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ obtiveram o maior valor estimado (29,81 mm) com a concentração de 3,2 mM de AS, o menor valor (25,54 mm) foi observado sob CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e aplicação de ácido salicílico de 1,6 mM, correspondendo a uma redução de 14,22% em relação às plantas do tratamento testemunha. Devido ao excesso de sais presentes na solução nutritiva, a absorção de água e nutrientes é influenciada negativamente, promovendo o estresse osmótico, afetando diversos processos fisiológicos nas plantas (Skider et al., 2020), e, por conseguinte, contribui para formação de frutos de menor diâmetro equatorial. Guedes et al. (2023), avaliando os componentes de produção do tomate cereja

hidropônico sob estresse salino, observaram redução de 6,98% no diâmetro equatorial dos frutos por incremento unitário da CEs_n.



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n, respectivamente; ^{ns}, ^{**} e ^{*} representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Figura 2. Diâmetro equatorial dos frutos – DEF (A), número de frutos por planta – NFP (B) peso médio dos frutos – PMF (C) e produção total por planta – PTP (D) de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CEs_n e concentrações de ácido salicílico - AS.

Com relação ao número de frutos por planta (Figura 2B), o valor máximo estimado de 25,42 frutos por planta foi obtido nas plantas cultivadas com CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e

aplicação de AS na concentração de 1,3 mM. Por outro lado, o valor mínimo de 9,61 frutos por planta foi alcançado sob CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e AS na concentração de 3,2 mM, o que corresponde a uma redução de 58,30 % (14,82 frutos por planta) em relação às plantas cultivadas sob CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS (controle). A redução no número de frutos por planta pode estar relacionada ao desequilíbrio nutricional causado pela absorção de íons tóxicos como sódio e cloreto (Wu et al., 2023). O excesso de sais na solução nutritiva promove maior dispêndio de energia para manutenção das funções fisiológicas, assim, ocorre redução na produção de fotoassimilados para formação dos componentes de produção (Guedes et al., 2023; Wu et al., 2023).

O peso médio dos frutos do tomateiro cultivado sob solução nutritiva salina de 2,1 dS m⁻¹ e aplicação foliar de ácido salicílico de 2,4 mM, apresentaram o valor máximo estimado de 14,48 g por fruto (Figura 2C). Por outro lado, o menor valor estimado de 9,77 g por fruto foi observado sob CEs_n 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS, o que corresponde a uma redução de 28,10% em relação às plantas cultivadas sob 2,1 dS m⁻¹ e sem ácido salicílico (controle). A redução no peso médio dos frutos sob maior nível de CEs_n pode ser decorrente do efeito nocivo da salinidade sobre as plantas, pois, há uma competição entre Na⁺ e outros nutrientes, como Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺, fato que é limitante para o transporte de fotoassimilados para os frutos de tomate cereja (Guedes et al., 2015).

Para a produção total por planta do tomateiro (Figura 2D), a aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 1,7 mM resultou no maior valor estimado de 376,14 (g por planta) sob CEs_n de 2,1 dSm⁻¹, promovendo aumento de 27,36% em relação às plantas do tratamento testemunha (2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS), já o menor valor foi obtido nas plantas cultivadas sem ácido salicílico e solução nutritiva salina de 3,6 dS m⁻¹. A aplicação de ácido salicílico pode reduzir absorção de Na⁺, o que, por sua vez, aumenta a absorção de nutrientes essenciais, como N, P, K, Ca e Mg pelas plantas (Guedes et al., 2015). Esse mecanismo não só promove um melhor equilíbrio nutricional, como também contribui significativamente para o aumento da produção total por planta (Farhangi-Abriz et al., 2022).

Além do mais, sob condições de estresse salino, o ácido salicílico promove aumento nas concentrações de açúcares e proteínas solúveis, que desempenham papel fundamental no ajuste osmótico e na proteção das células vegetais, contra a desidratação, mantendo a turgidez celular e preservação da integridade das membranas (Batista et al., 2019). O efeito benéfico do ácido salicílico nos componentes de produção também foi observado por Oliveira et al. (2023), em estudo com pepino japonês hidropônico e

Mendonça et al. (2022), com quiabeiro hidropônico em que constataram que aplicações de AS em concentrações de 2,0 e 3,6 mM elevaram o peso médio dos frutos em 7,95% e 16,76%, respectivamente.

Houve efeito significativo da interação entre os fatores solução nutritiva salina e aplicação de ácido salicílico (CESn × AS) para os sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT), o ácido ascórbico (AA) e o índice de maturação (IMAT) de frutos de tomate cereja, enquanto a firmeza dos frutos (FIR) não foi afetada pelas fontes de variação testadas (Tabela 3).

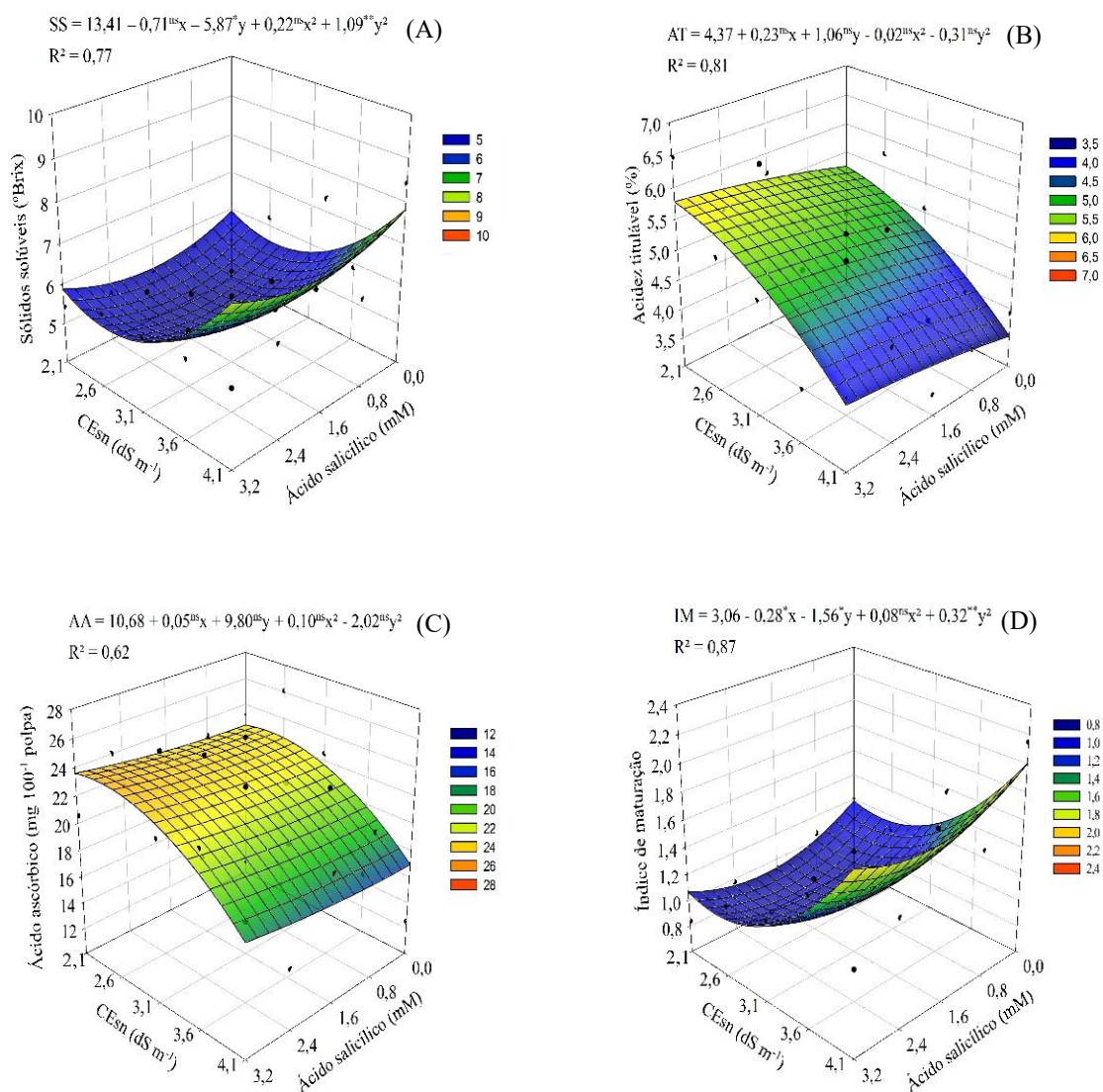
Tabela 3. Resumo da análise de variância para sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), índice de maturação (IMAT) e firmeza (FIR) dos frutos de tomate cereja cultivados com solução nutritiva salina (CESn) e aplicação de ácido salicílico (AS).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		SS	AT	AA	IMAT	FIR
Solução nutritiva salina (CESn)	4	14,47**	7,55**	107,31**	1,90**	4,69 ^{ns}
Regressão Linear	1	33,04**	27,51**	274,99**	6,24**	8,45 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	15,79**	1,26**	53,40**	1,31**	6,69 ^{ns}
Residual 1	8	0,005	0,03	0,33	0,001	2,63
Ácido salicílico (AS)	4	2,77**	1,54**	37,50**	0,31**	2,68 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,02 ^{ns}	2,68**	14,34**	0,14**	7,65 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	4,06**	0,04 ^{ns}	0,93 ^{ns}	0,47**	0,02 ^{ns}
Interação (CESn × AS)	16	1,28**	0,74**	19,58**	0,11**	2,25 ^{ns}
Residual 2	40	0,01	0,03	0,34	0,003	1,44
CV 1 (%)		1,22	3,83	2,73	3,47	23,93
CV 2 (%)		1,69	3,86	2,77	4,64	17,73

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

Com relação aos sólidos solúveis dos frutos de tomate cereja, o valor máximo estimado de 7,66 °Brix foi obtido sob solução nutritiva salina de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico (Figura 3A), resultando em aumento de 30,15% em relação às plantas cultivadas sob CESn de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico (controle). Por outro lado, o valor mínimo estimado de 4,94 °Brix foi encontrado nas plantas que receberam CESn estimada de 2,6 dS m⁻¹ e AS na concentração de 1,6 mM. Os valores obtidos para sólidos solúveis dos frutos produzidos sob diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva estão acima do padrão (5 °Brix) em todos os tratamentos (Brasil, 2018), com exceção das plantas cultivadas sob CESn de 2,6 dS m⁻¹ e aplicações de AS variando nas concentrações de 1,2 a 2,1 mM. O teor de sólidos solúveis é um indicador dos teores de açúcar solúvel total, em que seu aumento indica melhoria na qualidade do fruto, que

pode ser fator induzido pelo aumento da salinidade (Sanchez-González et al., 2015; Martinez et al., 2020).



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CESn, respectivamente; ^{ns}, ^{**} e ^{*} representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

Figura 3. Sólidos solúveis - SS (A), acidez titulável – AT (B), ácido ascórbico – AA (C) e índice de maturação – IMAT (D) de frutos de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CESn e das concentrações de ácido salicílico – AS.

Para a acidez titulável (Figura 3B), o maior valor estimado de 5,76% foi alcançado nas plantas cultivadas sob salinidade da solução nutritiva de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ e aplicação de ácido salicílico na concentração de $3,2 \text{ mM}$, já o valor mínimo estimado de 3,50% foi verificado nas plantas que receberam o maior nível de CESn ($4,1 \text{ dS m}^{-1}$) e sem aplicação

de AS, correspondendo a uma redução de 32,97% em relação às plantas controle que receberam CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e concentração de AS de 0 mM. O aumento na acidez titulável dos frutos das plantas cultivadas sob elevada CEs_n, é uma característica apreciada quando se trata de frutos para a indústria, levando em consideração a redução do uso de acidificantes, melhorando a qualidade nutricional e organoléptica, além de trazer benefícios para produção de sucos e consumo in natura dos frutos de tomate (Brasil et al., 2016). Damasceno et al. (2021), estudando a qualidade da beringela irrigada com águas salobras observaram aumento de 9,87% por incremento unitário da CE_a na acidez titulável.

Quanto aos teores de ácido ascórbico (Figura 3C), nota-se que o valor máximo estimado (23,68 mg 100g⁻¹ polpa) foi constatado nas plantas que receberam CEs_n de 2,6 dS m⁻¹ e aplicação de 3,2 mM de AS. Já o valor mínimo (16,90 mg 100g⁻¹ polpa) observado nas plantas submetidas a CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico. Em condições de moderada salinidade da solução nutritiva houve tendência a elevar os teores de ácido ascórbico nos frutos trazendo um sabor ácido, devido aos efeitos proporcionados pelo estresse salino, que induzem o estresse oxidativo e reduzem o fluxo de energia livre e a absorção de água e nutrientes pelas plantas (Xu et al., 2008).

Para o índice de maturação dos frutos de tomate (Figura 3D), observa-se que o maior valor estimado de 2,04 foi alcançado nas plantas que receberam CEs_n de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS (0 mM), correspondendo a um aumento de 70,95% em relação às cultivadas com salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico (controle). Por outro lado o valor mínimo estimado (0,924) foi encontrado sob CEs_n de 2,6 dS m⁻¹ e aplicação de AS de 1,9 mM. No que se refere ao índice de maturação dos frutos, os resultados obtidos indicam que o fruto apresentava um bom grau de maturação, pois o mesmo aumentou quando houve decréscimo de acidez titulável em alto teor de sólidos solúveis (Figuras 2A e B), que são fatores decorrentes da maturidade (Pereira et al., 2006).

Houve efeito significativo da interação entre os fatores (CEs_n × AS) para os açúcares redutores (AR), e flavonoides (FLA) dos frutos de tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEs_n) e aplicação de ácido salicílico (AS) (Tabela 4). Os açúcares totais (AÇT), açúcares não redutores (ANR) e antocianinas (ANT) dos frutos de tomate cereja não apresentaram efeito significativo para nenhum fator.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para açúcares totais (AÇT), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR), flavonoides (FLA) e antocianinas (ANT) dos frutos

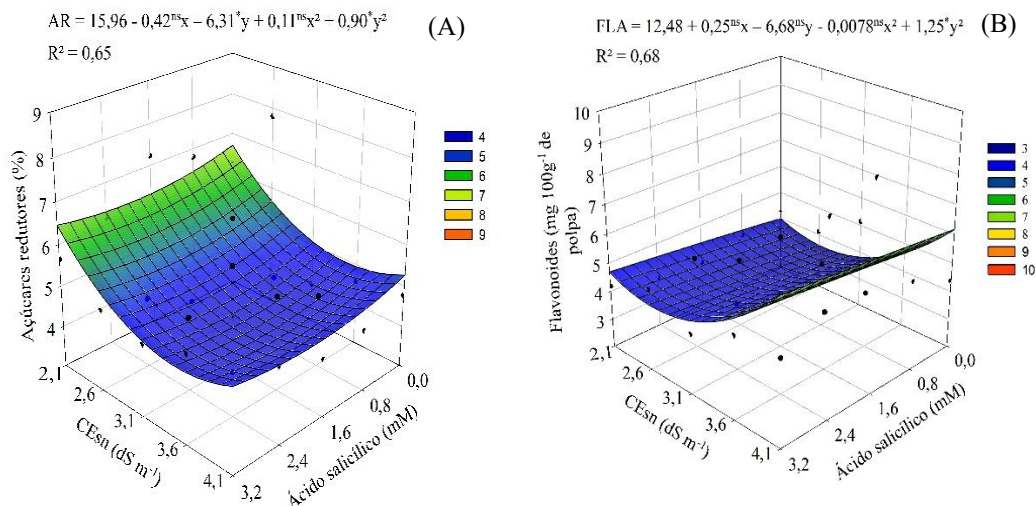
das plantas do tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		AÇT	AR	ANR	FLA	ANT
Solução nutritiva salina (CEsn)	4	36,08 ^{ns}	7,48 ^{**}	58,30 ^{ns}	22,11 ^{**}	0,05 ^{ns}
Regressão Linear	1	4,71 ^{ns}	19,02 ^{**}	42,64 ^{ns}	44,52 ^{**}	0,05 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	33,68 ^{ns}	10,69 ^{**}	82,39 ^{ns}	20,61 ^{**}	0,03 ^{ns}
Residual 1	8	4,01	0,10	4,41	0,21	0,001
Ácido salicílico (AS)	4	10,24 ^{ns}	0,71 ^{**}	6,26 ^{ns}	1,60 ^{**}	0,011 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,14 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,23 ^{ns}	4,63 ^{**}	0,009 ^{ns}
Regressão Quadrática	1	12,09 ^{ns}	0,99 [*]	6,13 ^{ns}	0,0037 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Interação (CEsn × AS)	16	24,33 ^{ns}	2,59 ^{**}	18,51 ^{ns}	3,56 ^{**}	0,02 ^{ns}
Residual 2	40	2,55	0,14	2,70	0,17	0,003
CV 1 (%)		10,93	6,11	16,11	9,7	17,69
CV 2 (%)		8,73	7,33	12,6	8,59	24,27

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

Para açúcares redutores (Figura 4A), as plantas cultivadas sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico (controle) obtiveram o valor máximo estimado de 6,67%. Em contrapartida, o valor mínimo de 3,56% foi obtido sob salinidade da solução nutritiva de 3,6 dS m⁻¹ e aplicação de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM, o que corresponde a uma redução de 46,62% em relação ao maior teor de açúcares redutores. Os teores de açúcares redutores em plantas submetidas à estresse salino são muito impactados pela redução na síntese de açúcares, como glicose e frutose (Li et al., 2018).

A alta concentração de sais no ambiente de cultivo provoca uma menor disponibilidade de água para as plantas, o que resulta em modificações no metabolismo vegetal. Essas alterações metabólicas afetam diretamente a produção de açúcares essenciais, que são fundamentais para o desenvolvimento e a qualidade dos frutos (Lacerda et al., 2022). A osmose causada pela alta salinidade pode levar a uma desidratação das células vegetais, interferindo nos processos bioquímicos envolvidos na síntese de açúcares, consequentemente, a capacidade das plantas de armazenar e utilizar açúcares reduz-se, afetando negativamente a saúde e o crescimento das culturas agrícolas (Hualpa-Ramirez, et al., 2024).



X e Y - concentração de ácido salicílico – AS, e condutividade elétrica da solução nutritiva – CESn, respectivamente; ^{ns}, ^{**} e ^{*} representam respectivamente, não significativo, significativo em nível de $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$ pelo teste F.

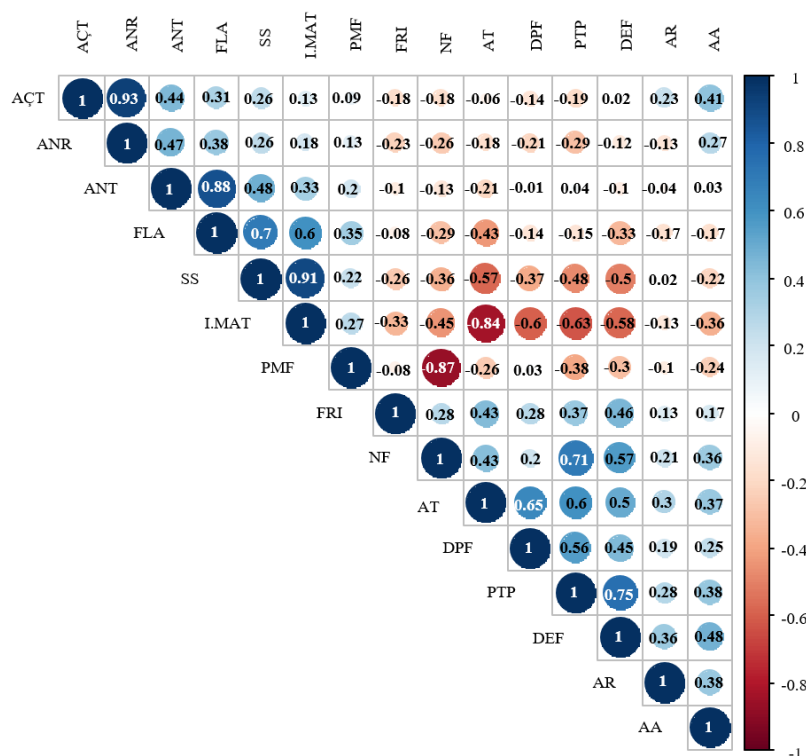
Figura 4. Açúcares redutores - AR (A) e flavonoides – FLA (B) de frutos de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CESn e concentrações de ácido salicílico – AS, no período entre 66 e 96 dias após o transplante.

Com relação aos teores de flavonoides, o valor máximo estimado (6,82 mg 100g⁻¹ polpa) foi obtido nas plantas cultivadas sob salinidade da solução nutritiva de 4,1 dS m⁻¹ e aplicação de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM (Figura 4B). Por outro lado, o valor mínimo estimado (3,56 mg 100g⁻¹ polpa) foi observado nos frutos das plantas submetidas à CESn de 2,6 dS m⁻¹ e sem aplicação de ácido salicílico (0 mM). O acúmulo de flavonoides sob maior nível de CESn é uma resposta específica das plantas à salinidade, visando atenuar os efeitos tóxicos do excesso de sais (Hancioglu et al., 2019). Além disso, a aplicação de AS pode desencadear a síntese e o acúmulo de flavonoides, evidenciando o efeito potencial desse regulador de crescimento na qualidade nutricional dos frutos (Silva et al., 2020).

As alterações nas variáveis de produção e qualidade pós-colheita do tomate cereja são apresentadas na matriz de correlação de Pearson (Figura 5), sendo observada correlação positiva forte entre açúcares totais e açúcares não redutores (>0,93), flavonoides e antocianinas (>0,88), flavonoides e sólidos solúveis (>0,70), sólidos solúveis e índice de maturação (>0,91), número de frutos e produção total por planta (>0,71), produção total por planta e diâmetro equatorial dos frutos (>0,75). Por outro lado,

o peso médio dos frutos e o número de frutos apresentam correlação forte negativa ($<-0,87$), bem como o índice de maturação e acidez titulável ($<-0,84$).

A correlação positiva entre açúcares totais e não redutores pode estar ligada a produção de sacarose, pois, quando as plantas sintetizam mais açúcares totais, a quantidade de sacarose consequentemente também aumenta, refletindo na elevação de açúcares não redutores (Oliveira et al., 2021). Esse aumento pode estar relacionado a eficiência no metabolismo das plantas em resposta as condições adversas.



AÇT – açúcares totais (%); ANR – açúcares não redutores (%); ANT – antocianinas (mg 100g⁻¹); FLA – flavonoides (mg 100g⁻¹); SS – sólidos solúveis (°Brix); LMAT – índice de maturação (%); PMF – peso médio dos frutos (g por fruto); FRI – firmeza (N); NF – número de frutos; AT – acidez titulável (%); DPF – diâmetro polar dos frutos (mm); PTP – produção total por planta (g por planta); DEF – diâmetro equatorial dos frutos (mm); AR – açúcares redutores (%); AA – ácido ascórbico (mg 100g⁻¹).

Figura 5. Matriz de correlação de Pearson para as variáveis analisadas dos frutos das plantas de tomate cereja cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e aplicação de ácido salicílico (AS).

Para a correlação forte positiva entre flavonoides e antocianinas, pode-se destacar que ambos possuem propriedades antioxidantes significativas, ajudando a neutralizar os radicais livres, protegendo as células contra danos oxidativos, sendo assim, esses compostos podem estar interligados em termos de biossíntese e metabolismo (Souza et al., 2018). Além da forte relação com antocianinas, os flavonoides apresentaram

correlação positiva também com os sólidos solúveis. Plantas que conseguem sintetizar mais flavonoides tendem a ser mais eficientes em acumular sólidos solúveis, resultando em frutos de melhor qualidade, tanto em termos de sabor quanto de valor nutricional (Paula et al., 2015).

Os teores de sólidos solúveis e o índice de maturação dos frutos de tomate cereja demonstraram correlação forte positiva, o que é evidenciado no presente estudo, onde ambos obtiveram maiores valores sob condutividade elétrica da solução nutritiva de 4,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de AS. Para as variáveis de produção, nota-se que as correlações positivas estão interligadas, sendo os maiores valores obtidos sob CEs_n de 2,1 dS m⁻¹, fato que reforça a ideia de que o excesso de sais provoca desequilíbrios nutricionais, competindo com a absorção de nutrientes cruciais, como potássio e cálcio, o que resulta em deficiências nutricionais e compromete o crescimento vegetativo das plantas. Esses fatores combinados reduzem a produção e a qualidade dos frutos (Roque et al., 2022; Guedes et al., 2023).

O peso médio dos frutos e o número de frutos apresentaram uma correlação forte negativa, sob condições de alta salinidade, a capacidade de distribuição dos fotoassimilados nas plantas é prejudicada devido a alterações fisiológicas e bioquímicas necessárias para a manutenção da homeostase osmótica e iônica. Essa situação resulta em uma redução no número de frutos, pois o elevado nível salino afeta negativamente a produtividade, consequentemente, a menor competição por nutrientes possibilita um aumento no peso médio dos frutos sob níveis mais altos de salinidade (Lima et al., 2020).

O índice de maturação e acidez titulável dos frutos de tomate cereja tiveram correlação forte negativa. A acidez titulável, que mede a concentração de ácidos orgânicos, geralmente, diminui de acordo com o amadurecimento dos frutos. Isso acontece porque os ácidos são utilizados nas vias metabólicas para a produção de açúcares e outros compostos que contribuem para o sabor doce característico dos frutos maduros (Pereira et al., 2006).

4. CONCLUSÕES

A aplicação de ácido salicílico em concentrações variando de 1,3 a 3,2 mM proporciona efeitos benéficos no diâmetro equatorial, número de frutos e produção total das plantas de tomate cereja hidropônico sob condutividade elétrica da solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹.

Ácido salicílico na concentração de 3,2 mM promove aumento na acidez titulável e os teores de ácido ascórbico nos frutos de tomate cereja sob salinidade da solução nutritiva de 2,1 e 2,6 dS m⁻¹, respectivamente.

A salinidade da solução nutritiva de 4,1 dS m⁻¹ eleva os sólidos solúveis e o índice de maturação dos frutos de tomate cereja hidropônico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, V. C. V.; Pereira, I. M. C.; Paulo-Marinho, S. O.; Canuto, K. M.; Pereira, R. C. A.; Rodrigues, T. H. S.; Daloso, D. M.; Gomes Filho, E.; Carvalho, H. H. de. Salicylic acid modulates primary and volatile metabolites to alleviate salt stress-induced photosynthesis impairment on medicinal plant *Egletes viscosa*. *Environmental and Experimental Botany*, v. 167, p. 103870, 2019.
- Brasil, A. S.; Sigarini, K. dos S.; Pardiniho, F. C.; Faria, R. A. P. G. de; Siqueira, N. F. M. P. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá MT. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.38, p.167-175, 2016.
- Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Brasília: Diário Oficial da União. p. 23, 2018.
- Carillo, P.; Cirillo, C.; Micco, V. de; Arena, C.; Pascale, S. de; Rouphael, Y. Morpho-anatomical, physiological and biochemical adaptive responses to saline water of *Bougainvillea spectabilis* Willd. trained to different canopy shapes. *Agricultural Water Management*, v. 212, p. 12-22, 2019.
- Costa, L. F. da; Soares, T. M., Silva, M. G. da; Modesto, F. J. N.; Queiroz, L. de A.; Pereira, J. S. de. Cauliflower growth and yield in a hydroponic system with brackish water. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 1060-1070, 2020.
- Damasceno, L. F.; Belo, L. R.M.; Gheyi, H. R.; Cova, A. M. W.; Lima, G. S.; Marques, L.J. Qualidade da berinjela irrigada com águas salobras via gotejamento contínuo e por pulsos. *Irriga*, v. 1, p. 1-13, 2021.
- Farhangi-Abriz, S.; Kazem, G. Changes in seeds quality of soybean in response to salicylic acid and jasmonic acid under salt stress. *Iranian Journal of Seed Science and Research*, v. 8, p.385-395, 2022.
- Ferreira, D. F. SISVAR. computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, p. 529-535, 2019.
- Guedes, M. A.; Silva, A. A. R. da.; Lima, G. S. de.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, L. de A.; Oliveira, V. K. N.; Fátima, R. T. de.; Nobre, R.G.; Nóbrega, J. S.; Azevedo, C. A. V. de.; Silva, S. S. da.; Gomes, J. P. Hydroponic cultivation of Laranja cherry tomatoes under salt stress and foliar application of hydrogen peroxide. *Agriculture*, v. 13, p. 1688, 2023.

- Guedes, R. A.; Oliveira, F. D. A. D.; Alves, R. D. C.; Medeiros, A. S. D.; Gomes, L. P.; Costa, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, e913919, 2015.
- Hancioglu, N. E.; Kurunc, A.; Tontul, I.; Topuz, A. Irrigation water salinity effects on oregano (*Origanum onites* L.) water use, yield and quality parameters. *Scientia Horticulturae*, v. 247, p. 327-334, 2019.
- Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, v. 347, 1950. p.32.
- Hualpa-Ramirez, E.; Carrasco-Lozano, E.C.; Madrid-Espinoza, J.; Tejos, R.; Ruiz-Lara, S.; Stange, C.; Norambuena, L. Stress salinity in plants: New strategies to cope with in the foreseeable scenario. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 208, e108507, 2024.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. In: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3.ed., São Paulo: IMESP. 2008. 1020p.
- ISLA. Arquivo online: <https://www.isla.com.br/arquivos-para-download/catalogos> (acesso em 21 de novembro de 2024).
- Lacerda, C. N. de.; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Silva, A. A. da; Gheyi, H. R.; Silva, F. D. A. da. Qualidade pós-colheita de frutos de goiabeira enxertada sob estresse salino e aplicação de ácido salicílico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 26, p. 713-721, 2022.
- Li, M.; Li, P.; Ma, F.; Dandekar, A. M.; Cheng, L. Sugar metabolism and accumulation in the fruit of transgenic apple trees with decreased sorbitol synthesis. *Horticulture Research*, v. 5. p. 1-11, 2018.
- Lima, G. S. de; Dias, A. S.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Silva, A. A. R. da. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, p. 214-225, 2019.
- Lima, G. S. de; Silva, A. R. P. da; Sá, F. V. da S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 217-225, 2020.
- 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, p. 1-11, 2020.

- Luengo, R.; Henz, G. P.; Moretti, C. L.; Calbo, A. G. Pós-colheita de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2007. 14p.
- Martinez, J. P.; Fuentes, R.; Farías, K.; Lizana, C.; Alfaro, J.F.; Fuentes, L.; Lutts, S. Effects of salt stress on fruit antioxidant capacity of wild (*Solanum chilense*) and domesticated (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) tomatoes. *Agronomia*. v. 10, p. 1481, 2020.
- Matos, R. M. de; Silva, P. F. da; Dantas Neto, J.; Lima, A. S.; Lima, V. L. A. de; Saboya, L. M. F. Organic fertilization as an alternative to the chemical in cherry tomato growing under irrigation depths. *Bioscience Journal*, v. 37, p. 370-391, 2021.
- Mazaro, S. M.; Borsatti, F. C.; Dalacosta, N. L.; Lewandowski, A.; Danner, M. A.; Busso, C.; Wagner Junior, A. Qualidade pós-colheita de acerolas tratadas com ácido salicílico. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 10, p. 512-517, 2015.
- Medeiros, J. F. de. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE. 1992. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola: Área de Concentração em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 1992.
- Mendonça, A. J. T.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Oliveira, V. K. N.; Gheyi, H. R.; Lacerda, C. F. de; Azevedo, C. A. V. de; Lima, V. L. A. de; Fernandes, P. D. Salicylic acid modulates okra tolerance to salt stress in hydroponic system. *Agriculture*, v. 12, e1687, 2022.
- Mendonça, A. J. T.; Lima, G. S. de.; Soares, L. A. dos A., Oliveira, V. K., Gheyi, H. R., Silva, L. D. A., Fernandes, P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, p. 673-681, 2023.
- Oliveira, L. P. de; Jesus Pereira, J. P. de; Navarro, B. V.; Soldi, M. C. M. M. Sweet sensations: mecanismo de percepção e controle de açúcares em plantas. *Laboratório de Fisiologia Vegetal de São Paulo*, 2021. 105p.
- Oliveira, V. K. N.; Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Lacerda, C. F. de; Azevedo, C. A. V. de; Nobre, R. G.; Chaves, L. H. G.; Fernandes, P. D; Lima, V. L. A. de. Foliar application of salicylic acid mitigates saline stress on physiology, production, and post-harvest quality of hydroponic Japanese cucumber. *Agriculture*, v. 13, e395, 2023.
- Paula, J. T.; Faria, J. T.; Marcos, V.; Figueiredo, A. S.; Schwarz, K.; Neumann, E. R. Características físico-químicas e compostos bioativos em frutos de tomateiro

- colhidos em diferentes estádios de maturação. *Horticultura Brasileira*, v. 33, p. 434-440, 2015.
- Peixoto, J. V. M.; Moraes, E. R. de; Peixoto, J. L. M.; Nascimento, A. dos R.; Neves, J. G. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. *Revista Científica Rural*, v. 19, p. 96-117, 2017.
- Pereira, J. M. A. T. K.; Oliveira, K. A. M.; Soares, N. F. F.; Gonçalves, M. P. J. C.; Pinto, C. L. O.; Fontes, E. A. F. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de Viçosa-MG. *Alimentos Nutrição*, v. 17, p. 437-42, 2006.
- Quintanilha, K. T.; Tavares, É. B.; Corcioli, G. Mapeamento do fluxo dos tomates comercializados no CEASA-Goiás em 2017 e 2018. *Research, Society and Development*, v. 8, p. e138101199, 2019.
- Ramalho, M. F. D. J. L.; Guerra, A. J. T. O risco climático da seca no semiárido brasileiro. *Territorium*, v. 25, p. 61-74, 2018.
- Richards, L. A. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington: US Department of Agriculture, 1954. 160p.
- Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Lopes, I. A. P.; Silva, L. A.; Fernandes, P. D. Biomass, gas exchange and production of cherry tomato cultivated under saline water and nitrogen fertilization. *Revista Caatinga*, v. 35, p. 686-696, 2022.
- Sanchez-González, M.; Sánchez-Guerrero, M. C.; Medrano, E.; Porras, M. E.; Baeza, E. J.; Lorenzo, P. Influence of pre-harvest factors on quality of a winter cycle, high commercial value, tomato cultivar. *Scientia Horticulturae*, v. 189, p. 104-111, 2015.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Veloso, L. L. S.; Gheyi, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. *Revista Caatinga*, v. 33, p. 1092-1101, 2020.
- 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.
- Souza, A. V. D.; Vieira, M. R. D. S.; Putti, F. F. Correlações entre compostos fenólicos e atividade antioxidante em casca e polpa de variedades de uva de mesa. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, e2017103, 2018.
- Wu, C.; Zhang, M.; Liang, Y.; Zhang, L.; Diao, X. Salt stress responses in foxtail millet: Physiological and molecular regulation. *The Crop Journal*, v. 11, p. 1011-1021, 2023.

Xu, G.; Liu, D.; Chen, J.; Ye, X.; Ma, Y.; Shi, J. Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*, v. 106, p. 545-551. 2008.

Yemm, E. W.; Willis, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extract by anthrone. *Biochemical Journal*, v. 57, p. 508-515, 1954.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tomate cereja é amplamente consumido e apreciado por seu sabor versátil e sua relevância nutricional, com altos níveis de vitamina C, licopeno e outros antioxidantes favorecendo sua aceitação pelos consumidores. O seu cultivo tem se expandido mundialmente, enfatizando sua importância econômica e social. No contexto do semiárido brasileiro, o tomate representa uma oportunidade valiosa para os produtores rurais, proporcionando uma fonte de renda sustentável, que contribui para a diversificação agrícola da região.

No entanto, as limitações hídricas em regiões semiáridas tornam a irrigação indispensável para atender às necessidades das culturas, sendo a água salina uma das opções viáveis. Os altos teores de sais presentes nessa água impactam negativamente o crescimento e a produção das plantas, tornando imprescindível o uso de estratégias para mitigar a salinização do solo e os efeitos dos sais nas culturas.

Nessa região o cultivo em sistema hidropônico apresenta uma solução eficiente para a agricultura, pois permite o controle preciso dos nutrientes fornecidos às plantas, evitando o acúmulo excessivo de sais no solo que ocorre com a irrigação convencional. A técnica oferece várias vantagens, incluindo um crescimento rápido e eficiente das plantas, além da possibilidade de cultivo em áreas com solos jovens. Outra alternativa viável, é o ácido salicílico, um fitormônio que atua no sistema de defesa das plantas, amenizando os efeitos ocasionados pelo estresse salino.

Os resultados da presente pesquisa evidenciam que, as soluções nutritivas salinas a partir de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ promoveram reduções no potencial osmótico, nas trocas gasosas e fluorescência máxima das plantas. O conteúdo relativo de água e os teores de clorofila *b* apresentaram aumento sob salinidade da solução nutritiva de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ e aplicação de ácido salicílico na concentração de $3,2 \text{ mM}$. Os teores de clorofila *a* foram influenciados de maneira isolada para a condutividade elétrica da solução nutritiva e aplicação de ácido salicílico, sendo o maior valor obtido sob CEsn de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ e aplicação de ácido salicílico de $3,2 \text{ mM}$. A CEsn de $4,1 \text{ dS m}^{-1}$ e aplicação de AS de $3,2 \text{ mM}$ promoveram aumento nos teores de carotenoides aos 61 dias após o transplantio.

O diâmetro equatorial, número de frutos e produção total das plantas são influenciados de maneira positiva pela aplicação de ácido salicílico variando as concentrações de $1,3$ a $3,2 \text{ mM}$ e condutividade elétrica da solução nutritiva de $2,1 \text{ dS m}^{-1}$. A acidez titulável e os teores de ácido ascórbico obtêm maiores valores sob aplicação

de ácido salicílico de 3,2 mM e salinidade da solução nutritiva de 2,1 e 2,6 dS m⁻¹, respectivamente. Os sólidos solúveis e o índice de maturação dos frutos de tomate cereja hidropônico apresentaram maiores valores estimados sob CEsn de 4,1 dS m⁻¹.

De maneira geral, a aplicação de ácido salicílico promove efeito benéfico nas plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, possibilitando o uso de águas salobras na condução da cultura, sendo um fitormônio de baixo custo e fácil aplicação que, de acordo com os resultados obtidos, ameniza os efeitos ocasionados pelo estresse salino. Para que os resultados obtidos no presente estudo possam ser comprovados recomenda-se que as futuras pesquisas testem a frequência e as concentrações de ácido salicílico associando com os diferentes níveis de condutividades elétricas da solução nutritiva salina.

APÊNDICES

ETAPAS DA PESQUISA



Figura 1. Etapa inicial, recipientes e desenvolvimento inicial das mudas de tomate cereja.



Figura 2. Disposição das plantas nos perfis hidropônicos.



Figura 3. Disposição das plantas nos perfis hidropônicos, aos 23 dias após transplântio.



Figura 4. Plantas em fase de floração e início da frutificação nos perfis hidropônicos.



Figura 5. Plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico em plena frutificação.



Figura 6. Frutos de tomate cereja em sistema hidropônico.



Figura 7. Colheita dos frutos, iniciada aos 66 dias após o transplantio das mudas.

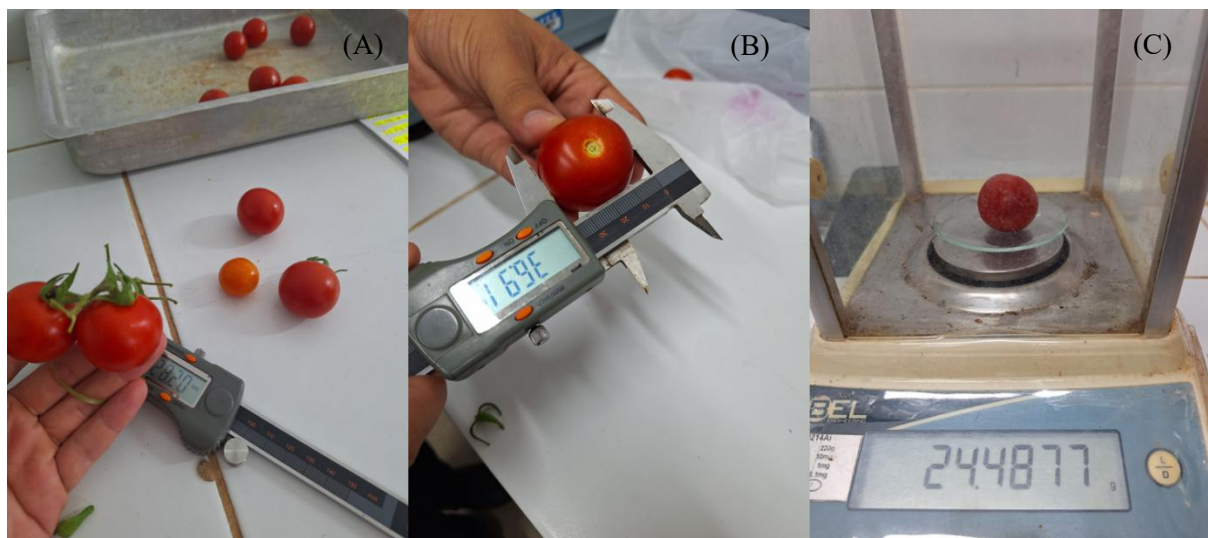


Figura 8. Aferição do diâmetro (A e B) e peso dos frutos (C) das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico aos 66 dias após o transplantio.

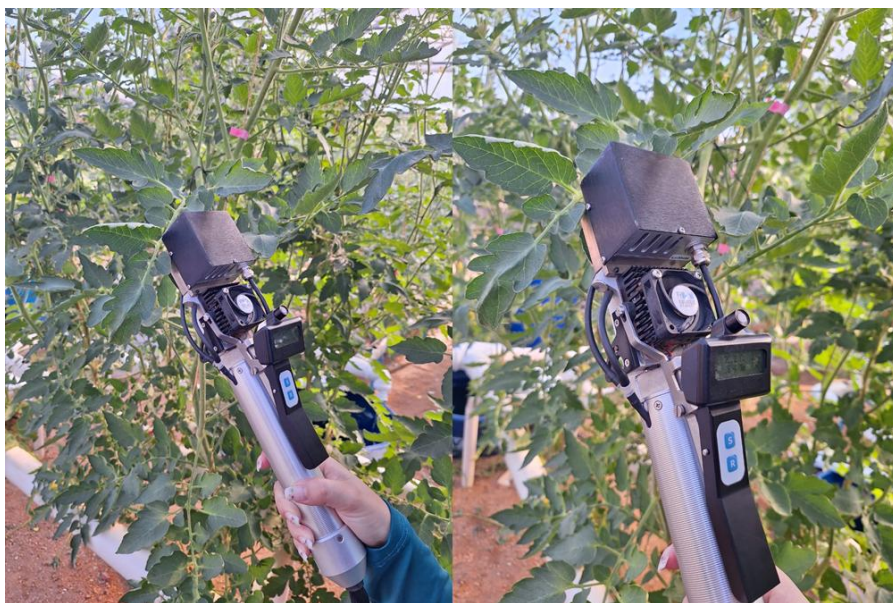


Figura 9. Análises de trocas gasosas utilizando-se equipamento IRGA.



Figura 10. Análise de extravasamento de eletrólitos em folhas de tomate cereja.



Figura 11. Análise de pigmentos fotossintéticos em folhas de tomate cereja.

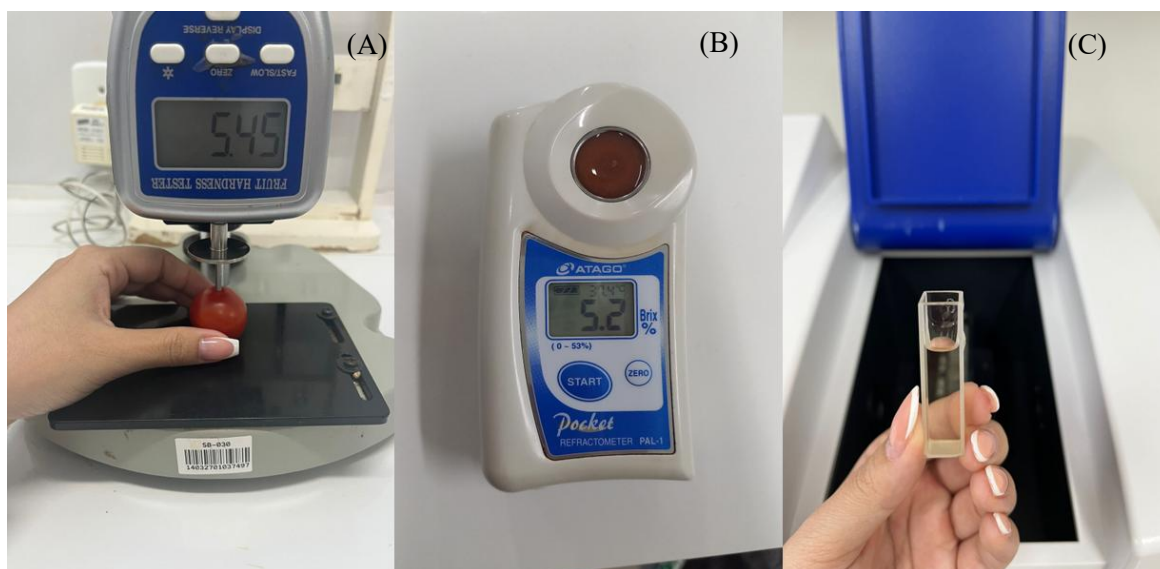


Figura 12. Análise de firmeza (A), sólidos solúveis (B) e flavonoides e antocianinas (C) de frutos de tomate cereja.

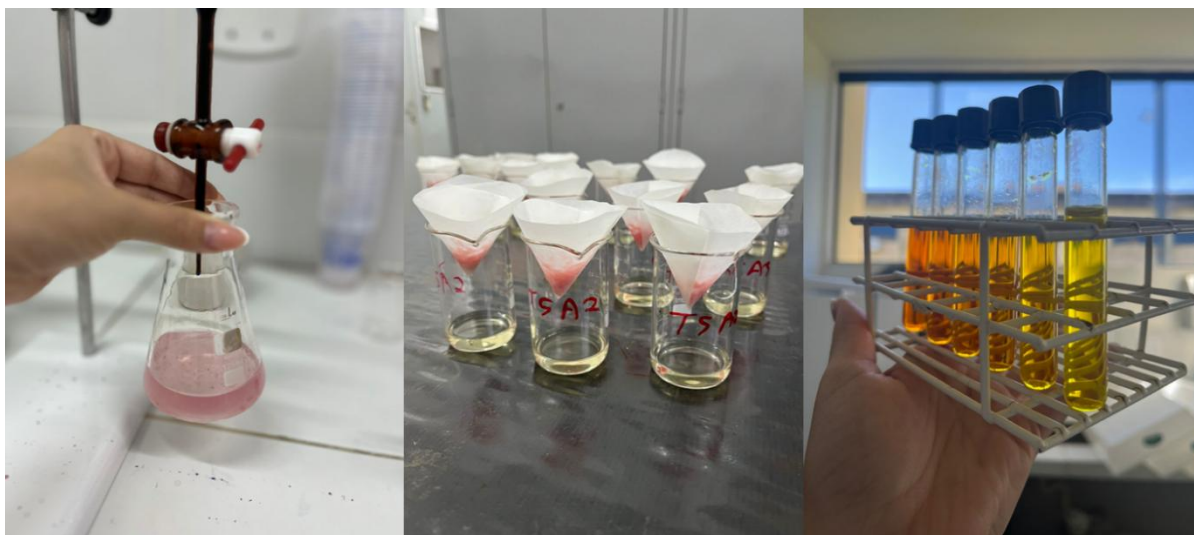


Figura 13. Análises de acidez titulável, flavonoides, antocianinas e açúcares em frutos de tomate cereja, aos 66 dias após o transplantio.