



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Bronisson Cândido da Silva

Estresse salino na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes sistemas de cultivo

MOSSORÓ/RN

2025

Bronisson Cândido da Silva

Estresse salino na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes sistemas de cultivo

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira, Prof. Dr.

MOSSORÓ/RN

2025

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S581e Silva, Bronisson Candido da.
Estresse Salino na Cultura do Pimentão
(CAPSICUM ANNUUM L.) em Diferentes Sistemas de
Cultivo / Bronisson Candido da Silva. - 2025.
27 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2025.

1. HORTALIÇAS. 2. SALINIDADE. 3. CULTIVO SEM
SOLO. 4. HIDROPONIA. I. Oliveira, Francisco de
Assis de, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Bronisson Cândido da Silva

Estresse salino na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) em diferentes sistemas de cultivo

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendida em: 28/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO DE ASSIS DE OLIVEIRA
Data: 28/03/2025 14:56:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira
Presidente - UFERSA

Documento assinado digitalmente
 KAREN GEOVANA DA SILVA CARLOS
Data: 28/03/2025 14:11:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Eng^a. Agr^a. Karen Geovana da Silva Carlos
1º Examinador - UFERSA

Documento assinado digitalmente
 KLEANE TARGINO OLIVEIRA PEREIRA
Data: 28/03/2025 13:05:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Kleane Targino Oliveira Pereira
2º Examinador - UERN

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sido meu porto seguro durante toda a jornada e por me lembrar sempre: “alegrai-nos na esperança, sede pacientes na tribulação, perseverai na oração”. Esse versículo tem me guiado desde o início.

À minha amada Andresa Coelho, que não apenas acreditou em mim, mas me incentivou a dar o primeiro passo. Sua força e apoio me acompanharam em cada desafio, em cada dúvida e em cada conquista. Obrigada por estar ao meu lado durante toda essa jornada, me lembrando sempre do meu potencial. Este momento também é seu.

À minha família, que é meu alicerce e um dos motivos para a conclusão deste curso. Por trás de cada esforço e cada conquista nessa trajetória existe também o desejo de um dia cuidar de vocês e ajudá-los em suas conquistas.

Aos meus amigos, que tornaram essa caminhada muito mais leve. Obrigada por cada conversa, por me distraírem nos momentos de estresse e por estarem sempre por perto. Sem vocês, essa jornada teria sido muito mais difícil.

Ao meu professor orientador, Francisco de Assis, agradeço pela paciência, dedicação e por todas as orientações que me ajudaram a chegar até aqui. Seu apoio foi essencial para a construção deste trabalho. Também agradeço aos membros da banca e meus amigos, Francisco Felipe e Karen Geovana, que aceitaram participar desse momento tão importante. Saber que pessoas que respeito e admiro estão avaliando meu trabalho torna essa conquista ainda mais especial.

RESUMO

O uso de água salina na produção agrícola é um dos principais desafios da agricultura, principalmente no cultivo de hortaliças sensíveis, a exemplo do pimentão. Assim, para se obter êxito sob essas condições, deve-se adotar estratégias que proporcione maior tolerância das plantas à salinidade, a exemplo do sistema de cultivo. Diante do exposto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse salino sobre a cultura do pimentão cultivada em diferentes sistemas de cultivo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas condutividades elétricas da solução nutritiva (2,0 e 5,0 dS m⁻¹) e três sistemas de cultivo (S1 - Cultivo em solo (Cambissolo Háplico TA Eutrófico); S2 - Cultivo em substrato em sistema fechado com reposição diária; S3 - Cultivo em substrato em sistema aberto). Foi utilizado o Pimentão Marselan RZ F1 (Rijk Zwaan). Foram avaliadas variáveis de crescimento (número de folhas, área foliar, diâmetro de caule, massa seca produção, comprimento de fruto, diâmetro de fruto, massa média de fruto e produção) e de qualidade pós-colheita. O efeito da salinidade variou de acordo com o sistema de cultivo adotado. As variáveis mais afetadas pelo estresse salino foram referentes ao desenvolvimento foliar (número de folhas e área foliar) e de rendimento (número de frutos, massa média de frutos e produção). Dentre as variáveis de qualidade pós-colheita, apenas o teor de sólidos solúveis foi afetado pela salinidade nas plantas cultivadas no sistema S3. O sistema de cultivo em substrato proporcionou maior crescimento e rendimento do pimentão.

Palavras-chave: Hortaliças; Salinidade; Cultivo sem solo; Hidroponia.

ABSTRACT

The use of saline water in agricultural production is one of the main challenges in farming, especially in the cultivation of sensitive vegetables such as bell pepper. Therefore, to achieve success under these conditions, strategies that enhance plant tolerance to salinity must be adopted, such as the choice of cultivation system. Given this context, the present study was conducted to evaluate the effect of salt stress on bell pepper cultivation under different growing systems. The experimental design was a randomized block design in a 2×3 factorial scheme, with two electrical conductivities of the nutrient solution (2.0 and 5.0 dS m⁻¹) and three cultivation systems (S1 - Soil cultivation (Eutrophic Haplic Cambisol); S2 - Substrate cultivation in a closed system with daily replenishment; S3 - Substrate cultivation in an open system). The bell pepper variety used was Marselan RZ F1 (Rijk Zwaan). Growth variables (number of leaves, leaf area, stem diameter, dry mass, fruit length, fruit diameter, average fruit weight, and yield) and post-harvest quality parameters were evaluated. The effect of salinity varied according to the adopted cultivation system. The variables most affected by salt stress were related to leaf development (number of leaves and leaf area) and yield (number of fruits, average fruit weight, and total production). Among the post-harvest quality variables, only the soluble solids content was affected by salinity in plants grown in the S3 system. The substrate cultivation system promoted greater growth and yield of bell peppers.

Keywords: Vegetables; Salinity; Soilless cultivation; Hydroponics

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (ALT), massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) em plantas de pimentão submetidas ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....15

Tabela 2. Valores médios para número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (ALT), massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) em plantas de pimentão submetidas ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo18

Tabela 3. Resumo da análise de variância para número totais de frutos (NTFR), números de frutos comerciais (NFRFC), número de frutos não comerciais (NFRNC), comprimento médio de frutos (CFR), diâmetro médio de frutos (DFR) massa média de frutos comerciais (MMFRC) e produção comercial (PC) de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....19

Tabela 4. Número total de frutos de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....20

Tabela 5. Valores médios para número de frutos comerciais (NFRFC), número de frutos não comerciais (NFRNC), comprimento médio de frutos (CMFR), diâmetro médio de frutos (DMFR), massa média de frutos comerciais (MMFRC) e produção de frutos comerciais de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....21

Tabela 6. Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza de polpa (FP), teor de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e ratio (SS/AT) em frutos de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....21

Tabela 7. Valores médios para teor de sólidos solúveis do suco de suco de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.....22

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA**9
- 2. MATERIAL E MÉTODOS**12
- 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**16
 - 3.1 Crescimento de plantas16
 - 3.2 Rendimento de frutos20
 - 3.3 Qualidade pós-colheita22
- 4. CONCLUSÕES**24
- 5. REFERÊNCIAS**25

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertencente à família Solanaceae, é uma cultura muito importante cultivada em todo o mundo. Seus frutos são fontes de pigmentos naturais e antioxidantes, incluindo vitamina C, flavonoides, ácidos fenólicos, bem como carotenoides. Dadas as propriedades nutracêuticas e anticancerígenas dos compostos do pimentão eles são importantes fatores preventivos contra muitas doenças, por exemplo, doenças cardiovasculares, diabetes tipo II e outros distúrbios associados ao envelhecimento (Zhang *et al.*, 2015; Zaki *et al.*, 2017; Sanati e Razavi, 2018).

O pimentão é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, a produção anual é estimada em aproximadamente 290 mil toneladas, tendo um maior destaque para as cidades de Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Pernambuco como sendo os principais produtores, correspondendo a 87% da produção total (Souza *et al.*, 2019).

Apesar do cultivo de pimentão ser realizado em grande parte em condições de campo aberto, a produção dessa cultura tem aumentado nos últimos anos pelo fato de ser uma cultura que se adapta facilmente a ambientes protegidos em comparação a outras culturas (Aragão *et al.*, 2023). Nesse sistema de cultivo protegido, assim como em campo aberto, a qualidade da água quanto a concentração de sais dissolvidos, dentre outros fatores, é de fator primordial para que as plantas possam expressar seu potencial produtivo. Os efeitos do estresse salino nas plantas incluem alterações no potencial osmótico, toxicidade iônica e desequilíbrio nutricional, causando diminuição no crescimento e na biomassa, degradação da clorofila, modificação do estado hídrico, disfunções nas funções estomáticas, modificações na transpiração e respiração e grandes perdas na produção (Pinheiro *et al.*, 2022; El-Esawi, 2019; Silva *et al.*, 2019).

Os problemas de salinidade surgem devido ao acúmulo do sal contido na solução nutritiva usada em sistemas de cultivo sem solo na zona da raiz da planta ao longo do tempo. Sobre condições de estresse salino pode ocorrer redução da absorção de íons e ao aumento significativo do fluxo de água e íons (por exemplo, K^+) nas células vegetais, o que resulta em desequilíbrio hídrico e nutricional (Bojórquez-Quintal *et al.*, 2014). Níveis moderados de salinidade induzem principalmente estresse osmótico, enquanto altas concentrações de sal também induzem toxicidade de íons Na^+ e Cl^- (Silva *et al.*, 2008). De acordo com Aragão *et al.* (2023), o pimentão foi classificado como moderadamente sensível ao estresse salino, com um limiar de salinidade da água de irrigação de $1,43 \text{ dS m}^{-1}$ e uma redução unitária de 8,25% acima desse nível de salinidade.

Devido a iminente necessidade do uso de água de qualidade inferior na produção agrícola, especialmente águas contendo elevada concentração de sais dissolvidos, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que busquem tecnologias que possibilitem o uso de água salina, sem que ocorra perda de rendimento das plantas.

O sistema de cultura sem solo (SCS) é uma abordagem promissora com diferentes vantagens para a produção de plantas. Como um método de cultivo intensivo e sustentável, os SCSs se expandiram rapidamente em todo o mundo, particularmente em áreas próximas às cidades ou com escassez de abastecimento de água, baixa qualidade do solo e problemas com doenças transmitidas pelo solo e salinidade. Esses sistemas produzem plantas ornamentais em vasos, mudas e transplantes e aumentam os metabólitos das plantas em frutas, vegetais e plantas medicinais e aromáticas. A tecnologia de produção afeta o crescimento das plantas, o rendimento e a qualidade geral das plantas, o que, por sua vez, melhora os benefícios cumulativos das plantas (Gruda, 2021; Hong; Gruda, 2020; Gruda; Fernández 2022).

Em comparação com o cultivo em solo, esta técnica de cultivo permite melhor controle do manejo nutricional aumentando a tolerância das plantas à salinidade, devido ao menor efeito do potencial matricial na elevação do potencial hídrico total e na redução da dificuldade de absorção de água pelas plantas (Santos *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2020).

No sistema hidropônico a economia em água de irrigação pode atingir até 95% em comparação com a agricultura convencional, no caso da hidroponia implementada como parte de um sistema fechado, além disso, o fornecimento de nutrientes é reduzido (Karaşahin 2014; Langenfeld *et al.*, 2022). A maioria dos cultivos em substratos são realizados utilizando sistemas abertos, em que a solução nutritiva não é reciclável, e o excesso de solução de drenagem (cerca de 20-25% da solução nutritiva aplicada) pode poluir o meio ambiente e os recursos hídricos subterrâneos, além de aumentar os custos com água e fertilizantes (Dasgan *et al.*, 2023).

Devido ao volume de raiz das plantas utilizadas na agricultura sem solo ser muito pequeno, um acúmulo de sal muito mais rápido é observado no ambiente da zona da raiz e problemas significativos de salinidade são experimentados por causa desse acúmulo (Gürgülü *et al.*, 2024).

O cultivo de hortaliças e frutas em substratos inertes tem aumentado entre os produtores rurais, principalmente em fibra de coco. Em comparação com o cultivo em solo, esta técnica de cultivo permite melhor controle do manejo nutricional. Também aumenta a tolerância das plantas à salinidade devido ao menor efeito do potencial matricial na elevação

do potencial hídrico total e na redução da dificuldade de absorção de água pelas plantas (Santos *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2020).

O sistema hidropônico fechado previne o acúmulo de sal no solo e a contaminação das águas subterrâneas, protege os recursos hídricos e reduz o consumo de fertilizantes ao reutilizar a solução nutritiva circulada. Além disso, pode proporcionar expressiva economia no uso de água e fertilizantes. No entanto, o uso de solução drenada em mistura com solução nova pode, dependendo da fase da cultura, provocar redução no crescimento e rendimento das plantas (Jang *et al.*, 2017). Os autores, afirmam que a solução drenada pode ser reutilizada sem perda de rendimento quando aplicada em estágios mais avançados da cultura.

No entanto, a reutilização contínua da drenagem em um sistema hidropônico de recirculação resulta em desequilíbrios consideráveis nas proporções de íons nutrientes e no acúmulo de íons bivalentes, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e SO_4^{2-} (Yeo *et al.*, 2009).

Diante do exposto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do estresse salino sobre a cultura do pimentão cultivada em diferentes sistemas de cultivo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, no campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN (5° 11' LS; 37° 20' LO e 18 m de altitude).

O experimento foi realizado seguindo o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas condutividades elétrica da solução nutritiva ($S_1=2,0$ e $S_2=5,0$ dS m⁻¹), onde a S_1 foi preparada com água de abastecimento (0,5 dS m⁻¹) e a S_2 com água salinizada (3,5 dS m⁻¹) e três sistemas de cultivo (C_1 – cultivo em solo argiloso (Cambissolo Háplico TA Eutrófico), C_2 – cultivo em substrato em sistema fechado, com coleta e reaproveitamento da solução drenada (SH-Fechado); C_3 – cultivo em substrato de fibra de coco em sistema aberto (SH-Aberto)).

As mudas de pimentão Marselan RZ F1 (Rijk Zwaan) foram produzidas em bandejas de plástico rígido, com capacidade para 128 células, utilizando substrato de fibra de coco, colocando-se uma semente por célula, na profundidade de um centímetro. 10 dias após a emergência, as mudas foram fertirrigadas diariamente utilizando um sistema irrigação por capilaridade.

As mudas foram transplantadas para os vasos quando apresentaram de 4 a 5 folhas definitivas, e altura de aproximadamente 15 cm. Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 12 litros de substrato, utilizando fibra de coco, colocando-se uma muda de pimentão em cada vaso.

A solução nutritiva padrão utilizada foi a recomendada por Castellane e Araújo (1994), contendo as seguintes quantidades de fertilizantes, em g para 1000 litros: 650 de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 506 de KNO_3 ; 170 de MAP; 300 de MgSO_4 e 99,2 de KCl. O fornecimento de micronutrientes foi realizado utilizando dois produtos comerciais, sendo um composto [Dripsol Micro Rexene Equilíbrio Micronutrientes Quelatados (Magnésio, 1,1%; Boro, 0,85%; Cobre (Cu-EDTA), 0,5%; Ferro (Fe-EDTA), 3,4%; Manganês (Mn-EDTA), 3,2%; Molibdênio, 0,05%; Zinco, 4,2%)] e outro como fonte extra de ferro (Quelato de Ferro Q48 Eddha 6%).

A solução nutritiva utilizando água de menor salinidade foi preparada utilizando água coletada no sistema de abastecimento da UFERSA (CE 0,5 dS m⁻¹). Após o preparo, a solução nutritiva apresentou condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹. Para a solução nutritiva de maior salinidade foi utilizada água salinizada com NaCl até atingir a condutividade elétrica desejada (CE = 3,5 dS m⁻¹), e após o preparo apresentou CE de 5,0 dS m⁻¹.

O controle das irrigações foi realizado através de um temporizador digital, adotando uma programação com seis irrigações diárias (07:00h, 09:00h, 11:00h, 13:00h, 15:00h e 17:00h). A duração de cada irrigação foi determinada ao longo do experimento, conforme a necessidade das plantas. Não foi contabilizado o consumo hídrico das plantas, entretanto, em todas as irrigações a umidade do substrato era elevada a máxima capacidade de retenção de água, a partir da visualização de drenagem nos vasos.

O sistema de irrigação foi composto por um sistema de bombeamento independente, contendo uma eletrobomba para recalque da solução nutritiva, reservatórios, linhas laterais com tubos de polietileno flexíveis (16 mm) e emissores do tipo microtubos (2 mm) e 4 cm de comprimento. Para os sistemas de cultivo em solo e SH-Aberto foram utilizados reservatórios com capacidade para 300 L, enquanto para o sistema SH-Fechado foram utilizados reservatórios com capacidade para 50 L.

Durante o experimento foram realizados os demais tratamentos culturais, como limpeza da área e controle de pragas, utilizando defensivos agrícolas recomendados para a cultura do pimentão, doses de acordo com a recomendação contida na bula do produto.

Ao longo do experimento foram realizadas cinco colheitas de frutos, quando os mesmos atingiam ponto de colheita (cor verde sem brilho e/ou mudança de coloração de verde para vermelho), sendo a primeira colheita aos 60 dias após o transplante (DAT) e as demais com intervalo médio de sete dias entre elas.

Em todas as colheitas os frutos foram avaliados de acordo com os padrões propostos pela CEAGESP quanto às variáveis:

Número de frutos comerciais (NFRFC), contabilizando todos os frutos com dimensões de comprimento e diâmetro superiores a 4 cm e ausência de defeitos, sintomas de doenças, deformações ou problemas fisiológicos.

Número de frutos não comerciais (NFRNC), contabilizando todos os frutos que ainda estavam pequenos (< 4 cm) e/ou com a presença de defeitos, sintomas de doenças, deformações ou problemas fisiológicos.

Número total de frutos comerciais (NTFC), determinado pela contagem de todos os frutos com padrão comercial colhidos em cada planta.

Massa média de frutos comerciais (MMFRC), determinado pelo quociente da divisão da produção de frutos comerciais pela quantidade de frutos comerciais de cada planta, sendo expressa em g fruto^{-1} .

Produção de frutos comerciais (PC), determinada pela pesagem de todos os frutos com padrão comercial, utilizando uma balança analítica de precisão (0,01g), expressando em g planta⁻¹.

Na terceira colheita os frutos com padrão comercial foram analisados quanto às seguintes variáveis de qualidade pós-colheita:

Firmeza dos frutos (FIRM), realizada em todos os frutos com o auxílio de um penetrômetro analógico de bancada (McCormick, modelo FT 327, ponteira de 12 mm de diâmetro), obtendo-se os resultados em Newton (N).

Teor de sólidos solúveis (SS), realizado com um refratômetro digital (PR-100 Palette, Atago, escala entre 0-32%), com os resultados expressos em °Brix.

Acidez titulável (AT), retirando-se 5 mL de suco da polpa e acrescentando 40 mL de água destilada para, em seguida, titular com solução de hidróxido de sódio (0,02 N) até atingir o pH final de 8,1.

Condutividade elétrica do suco (CEs), determinado utilizando o condutivímetro de bancada, inserindo o eletrodo diretamente no suco, expressando-se em dS m⁻¹.

Ratio (SS/AT), determinado pela razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

Ao final do experimento as plantas foram coletadas e analisadas quanto às seguintes variáveis de crescimento:

Número de folhas (NF), determinado pela contagem direta das folhas da planta.

Área foliar (AF), determinada utilizando a metodologia dos discos foliares, utilizando para cada planta 10 discos do tecido foliar, sendo a área estimada através da fórmula proposta por Souza et al. (2012):

$$AF = \frac{[(MSF+MSD).AD.N]}{MSD}$$

Em que:

AF – área foliar estimada (cm²);

MSF – massa seca das folhas sem os discos (g);

MSD – massa seca dos discos (g);

AD – área conhecida do disco que será retirado da folha (cm²);

N – número de discos

Diâmetro do caule (DC), mensurado utilizando um paquímetro digital, realizando duas medidas em sentidos perpendiculares na região do colo da planta, expressando-se os resultados em mm.

Altura (ALT), determinada utilizando uma trena, medindo do colo até a gema apical da planta, sendo os resultados expressos em cm.

Massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST). As amostras de cada parte da planta foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar (65 °C) até atingir massa constante. A MST foi calculada pelo somatório das demais massas (MSFR, MSC e MSF).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância nos níveis de probabilidade 0,05 e 0,01, realizando-se desdobramento dos fatores quando ocorreu resposta significativa à interação entre eles. Para ambos os fatores foi utilizado o teste de comparação de médias (Tukey $\leq 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Crescimento de plantas

A partir da análise de variância foi observado que houve efeito da interação entre os fatores CE $\times$ SC para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca total (MST) em nível de 1% de probabilidade, bem como para altura de planta (ALT) em nível de 5% de probabilidade. O diâmetro de caule não foi afetado pelos tratamentos aplicados (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (ALT), massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) em plantas de pimentão submetidas ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

FV	G L	Quadrados médios							
		NF	AF	DC	ALT	MSFR	MSC	MSF	MST
CE	1	373,55 ^{ns}	11987676,59* *	1,90 ^{ns}	188,83 ⁿ s	1976,36* *	766,75* *	645,24* *	9515,65* *
SC	2	1343,72* *	5033503,05**	10,84 ⁿ s	56,47 ^{ns}	2474,90* *	152,85* *	173,58* *	5576,99* *
CE $\times$ SC	2	3051,72* *	7437362,52**	11,00 ^{ns}	585,51* s	595,45**	301,29* *	249,41* *	2790,56* *
Resíduo	12	158,00	242827,87	3,09	95,07	74,12	29,62	22,25	236,30
CV		14,69	14,62	11,78	14,93	10,43	16,57	15,98	16,61

CE – condutividade elétrica, SC – sistemas de cultivo, CV – coeficiente de variação, ns - não significativo, * e **significativos a 5 e 1%, respectivamente.

O número de folhas (NF) foi afetado pela salinidade de forma variada de acordo com cada sistema de cultivo. No sistema SH-Fechado, o aumento da condutividade provocou aumento de 52,3% no NF. Por outro lado, o estresse salino resultou em redução 42,43% no NF para o sistema SH-Aberto. Quanto ao efeito dos sistemas de cultivo sobre o NF,

verifica-se que o sistema SH-Aberto foi superior aos demais sistemas na menor salinidade, enquanto o sistema SH-Fechado foi superior aos demais na maior salinidade (Tabela 2).

A área foliar (AF) foi afetada pelo aumento da condutividade elétrica na solução nutritiva nas plantas cultivadas nos sistemas SH-Fechado e SH-Aberto, provocando reduções na AF de 28,51 e 51,76%, respectivamente. Com relação aos sistemas de cultivo, foi observada diferença significativa apenas na menor salinidade, sendo os maiores valores obtidos nas plantas cultivadas no sistema SH-Aberto, enquanto as plantas cultivadas no sistema SH e solo apresentaram menor AF (Tabela 2).

Vários estudos relatam redução tanto para o número de folhas, quando para a área foliar em plantas de pimentão submetido ao estresse salino (Abdelaal *et al.*, 2020; Kacjan *et al.*, 2021; Orosco-Alcalá *et al.*, 2021; Marra *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2024; Karaliya *et al.*, 2024; Roque *et al.*, 2024).

A redução da área foliar é um mecanismo de sobrevivência que as plantas possuem quando submetidas ao estresse salino, pois quando as plantas são expostas ao estresse hídrico, o fechamento estomático é induzido para reter água na planta, reduzindo a transpiração foliar (Khalid *et al.*, 2023).

A salinidade afetou a altura nas plantas para os sistemas Solo e SH-Aberto, provocando perda de 24,79 e 24,39%, respectivamente, não ocorrendo efeito da salinidade nas plantas cultivadas no sistema SH-Fechado. Além disso, verifica-se que houve diferença significativa entre os sistemas de cultivo apenas quando as plantas foram submetidas à fertirrigação com solução nutritiva de maior condutividade elétrica, sendo o sistema SH-Fechado superior ao sistema de Solo, enquanto ambos não diferindo do SH-Fechado (Tabela 2).

Analisando o acúmulo de massa seca, verificou-se respostas variadas aos tratamentos aplicados de acordo com a parte da planta analisada. A massa seca de frutos (MSFR) foi afetada pela maior salinidade apenas nas plantas cultivadas no sistema SH-Aberto, ocorrendo perdas de 33,92%. No entanto, o sistema SH-Aberto proporcionou maior MSFR nas duas condições salinas utilizadas neste estudo (Tabela 2).

A massa seca de caule (MSC) foi afetada negativamente pela salinidade nas plantas cultivadas nos sistemas Solo e SH-Aberto, ocorrendo perdas de 38,26 e 50,52%, respectivamente. Além disso, verifica-se que os sistemas de cultivo afetaram a MSC apenas na menor salinidade, sendo os maiores valores obtidos nos sistemas Solo e SH-Aberto (Tabela 2).

Para a massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST), foram observadas respostas semelhantes aos tratamentos aplicados. Para ambas as variáveis, o aumento na condutividade elétrica da solução nutritiva afetou para as plantas cultivadas nos sistemas Solo e SH-Aberto. A MSF foi reduzida pelo estresse salino em 30,41 e 53,34%, para os sistemas Solo e SH-Aberto, respectivamente. Já a MST apresentou redução de 20,15% no Solo, e 41,84% no sistema SH-Aberto. Verifica-se ainda que, para ambas as variáveis, os sistemas de cultivo diferiram entre si apenas na menor condutividade elétrica, sendo os maiores valores de MSF obtidas no sistema SH-Aberto (Tabela 2).

A redução no acúmulo de biomassa relacionada à salinidade também foi observada em outros estudos sobre pimentões (Akhtar *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2024). A redução da massa seca foliar em condições de salinidade ocorre porque altas concentrações de sais nas raízes, principalmente Na^+ e Cl^- , resultam em maior acúmulo desses íons no tecido vegetal em detrimento da absorção de outros elementos essenciais, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} , causando um desequilíbrio nutricional. Dessa forma, o potencial osmótico das folhas é reduzido devido à presença de Na^+ e Cl^- , diminuindo a absorção de água (Taiz *et al.*, 2017).

Tabela 2. Valores médios para número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC), altura de plantas (ALT), massa seca de frutos (MSFR), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF) e massa seca total (MST) em plantas de pimentão submetidas ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

Sistemas de cultivo	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	
	2,0	5,0
Número de folhas		
Solo	75,00 Ab*	62,33 Ab
SH – Fechado	72,00 Bb	109,66 Aa
SH – Aberto	123,33 Aa	71,00 Bb
Área foliar (cm ² planta ⁻¹)		
Solo	3542,94 Ac	4065,87 Aa
SH – Fechado	5244,04 Ab	3748,82 Ba
SH – Aberto	7581,38 Aa	3657,20 Ba
Altura de plantas (cm)		
Solo	71,00 Aa	53,40 Bb
SH – Fechado	60,16 Aa	76,50 Aa
SH – Aberto	74,50 Aa	56,33 Bab
Massa seca de frutos (g planta ⁻¹)		
Solo	76,33 Ab	71,65 Aab
SH – Fechado	75,40 Ab	60,38 Ab
SH – Aberto	127,31 Aa	84,13 Ba
Massa seca de caule (g planta ⁻¹)		
Solo	39,96 Aa	24,67 Ba
SH – Fechado	27,03 Ab	29,13 Aa
SH – Aberto	51,12 Aa	25,14 Ba
Massa seca de folhas (g planta ⁻¹)		
Solo	33,94 Ab	23,62 Ba
SH – Fechado	24,53 Ab	24,55 Aa
SH – Aberto	48,03 Aa	22,41 Ba
Massa seca total (g planta ⁻¹)		
Solo	150,23 Ab	119,95 Ba
SH – Fechado	126,97 Ab	114,07 Aa
SH – Aberto	226,46 Aa	131,70 Ba

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

3.2 Rendimento de frutos

A partir da análise de variância foi observado que houve efeito da interação entre os fatores condutividade elétrica (CE) e sistema de cultivo (SC) apenas para o número total de frutos (NTFR) em nível de 5% de probabilidade. O fator salinidade afetou de forma isolada as variáveis número de frutos comerciais (NFRC), produção comercial (PC) e massa média de frutos comerciais (MMFRC), em nível de 1% de probabilidade, não ocorrendo resposta significativa para números de frutos não comerciais (NFRNC). O sistema de cultivo afetou todas as variáveis analisadas, com nível de significância de 5% para NFRNC e MMFRC, e em nível de 1% para as demais variáveis, exceto para comprimento médio de frutos (CRF) e diâmetro médio de frutos (DMFR) (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para número totais de frutos (NTFR), números de frutos comerciais (NFRC), número de frutos não comerciais (NFRNC), comprimento médio de frutos (CFR), diâmetro médio de frutos (DMFR) massa média de frutos comerciais (MMFRC) e produção comercial (PC) de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo

FV	GL	Quadrados médios						
		NTFR	NFRC	NFRNC	CFR	DMFR	MMFRC	PC
CE	1	156,05*	206,72*	3,55 ^{ns}	0,46 ^{ns}	6,89 ^{ns}	1127,81*	2145114,23*
SC	2	75,50**	146,72*	12,05*	2,06 ^{ns}	22,20 ^{ns}	364,23*	1962989,30*
CE × SC	2	38,05*	7,38 ^{ns}	2,39 ^{ns}	0,11 ^{ns}	14,72 ^{ns}	48,79 ^{ns}	29332,98 ^{ns}
Resíduo	12	5,44	3,44	2,00	1,25	8,93	81,66	47672,04
CV (%)		12,39	13,86	25,98	11,08	5,74	10,82	18,17

CE – condutividade elétrica, SC – sistemas de cultivo, CV – coeficiente de variação, ns - não significativo, * e **, significativos a 5 e 1%, respectivamente.

O número total de frutos (NTFR) por planta foi afetado pela salinidade de forma variada de acordo com o sistema de cultivo estudado. Não houve efeito da salinidade sobre o NTFR nas plantas cultivadas em solo, no entanto, o estresse salino reduziu o NTFR nos demais sistemas de cultivo, provocando reduções de 30,43 e 33,08%, para os sistemas S2 e S3, respectivamente. Quanto aos sistemas de cultivo, verifica-se que os maiores valores

ocorreram nos sistemas utilizando substrato de fibra de coco (S2 e S3), enquanto o sistema S1 proporcionou menor NTFR (Tabela 4).

Tabela 4. Número total de frutos de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	
	2,0	5,0
Solo	16,0 Ab	14,0 Aa
SH – Fechado	23,0 Aa	16,0 Ba
SH – Aberto	26,3 Aa	17,6 Ba

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

O uso de solução nutritiva salinizada provocou redução nas variáveis número de frutos comerciais (NFRC), massa média de frutos comerciais (MMFRC) e produção de frutos comerciais (PC), ocorrendo perdas de 40,37; 17,31 e 44,64%, respectivamente. Quanto ao efeito dos sistemas de cultivo, verifica-se que o sistema SH-aberto proporcionou maiores valores para as variáveis NFRC e PC, enquanto o menor desempenho foi obtido no cultivo em solo. Por outro lado, o sistema de cultivo em solo proporcionou maior NFRNC, enquanto o SH-aberto apresentou menores valores (Tabela 5).

Outros autores também observaram redução nessas variáveis de produção do pimentão função do estresse salino, seja no cultivo em solo (Abdelaal *et al.*, 2020) ou no cultivo em substrato (Silva *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2024). A diminuição do número de frutos cultivados sob estresse salino é justificada porque a salinidade afeta negativamente a absorção de água e nutrientes pelas plantas, reduzindo a taxa fotossintética, aumentando a morte celular, abortos de óvulos, resultando em menor número de frutos e reduzindo a produção em níveis mais elevados de salinidade (Abdelaal *et al.*, 2020).

A redução na massa dos de frutos em plantas submetidas ao estresse salino é consequência de alterações fisiológicas e bioquímicas (Munns e Tester, 2008), pois a salinidade afeta o processo fotossintético das plantas, refletindo em menor crescimento e desenvolvimento, bem como diminuição da translocação de fotoassimilados para os frutos para melhor adaptação ao estresse salino, o que resulta em frutos mais leves (Munns e Tester, 2008; Souza *et al.*, 2023).

Tabela 5. Valores médios para número de frutos comerciais (NFRC), número de frutos não comerciais (NFRNC), produção de frutos comerciais (PC), comprimento médio de frutos (CMFR), diâmetro médio de frutos (DMFR), massa média de frutos comerciais (MMFRC) e produção de frutos comerciais de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

Condutividade e elétrica	NFRC	NFRNC	PC	CMFR	DMFR	MMFRC
	----- unidade -----		g planta ⁻¹	cm	mm	g fruto ⁻¹
2,0 dS m ⁻¹	16,77 a*	5,00 a	1546,66 a	10,24 a	52,64 a	91,46 a
5,0 dS m ⁻¹	10,00 b	5,88 a	856,24 b	9,92 a	51,40 a	75,63 b
Sistemas de cultivo						
Solo	8,16 c	6,83 a	668,88 c	10,10 a	52,36 a	79,07 a
SH – Fechado	14,00 b	5,50 ab	1129,45 b	9,48 a	49,95 a	79,02 a
SH – Aberto	18,00 a	4,00 b	1806,03 a	10,65 a	53,75 a	92,54 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

3.3 Qualidade pós-colheita

Com relação as variáveis de qualidade pós-colheita, verifica-se que a interação entre os fatores CE $\times$ SC afetou apenas as variáveis o teor de sólidos solúveis (SS) e Condutividade elétrica do suco (CEs) ($p \leq 0,05$). O fator CE, de forma isolada, afetou as variáveis SS e CEs ($p \leq 0,01$). Não ocorreu efeito do fator SC isolado para nenhuma das variáveis analisadas ($p > 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para as variáveis firmeza de polpa (FP), teor de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT) e ratio (SS/AT) em frutos de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

FV	GL	Quadrados médios				
		FP	SS	pH	AT	SS/AT
CE	1	0,43 ^{ns}	16,24**	0,005 ^{ns}	0,001 ^{ns}	273,75 ^{ns}
SC	2	1,56 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,001 ^{ns}	175,35 ^{ns}
CE $\times$ SC	2	1,35 ^{ns}	2,89*	0,01 ^{ns}	0,002 ^{ns}	110,30 ^{ns}

Resíduo	12	0,52	0,48	0,005	0,0007	118,67
CV		11,23	9,99	1,39	22,95	17,89

CE – condutividade elétrica, SC – sistemas de cultivo, CV – coeficiente de variação, ns - não significativo, * e **, significativos a 5 e 1%, respectivamente.

O teor de sólidos solúveis (SS) foi afetado pela salinidade apenas nos frutos colhidos em plantas cultivadas no sistema SH-Aberto, no qual a CE da solução nutritiva aumentou o teor de SS em 44,17%, em comparação com o teor de SS obtido na menor CE. Quanto ao feito dos sistemas de cultivo (SC), verificou-se diferença significativa entre os SC apenas quando as plantas foram submetidas ao estresse salino, na qual o sistema SH-Aberto proporcionou maior SS (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios para teor de sólidos solúveis do suco de suco de pimentão submetido ao estresse salino em diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	
	2,0	5,0
Solo	6,20 Aa*	7,2 Ab
SH – Fechado	6,03 Aa	7,23 Ab
SH – Aberto	5,66 Ba	9,16 Aa

*Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas linhas, e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$)

De acordo com Pereira *et al.*, (2017), o aumento no teor de sólidos solúveis em resposta à salinidade está diretamente ligado com a diminuição da massa média dos frutos, resultando em uma maior concentração de fotoassimilados. Outro fato que pode contribuir para o aumento do teor de SS em relação à resposta ao estresse salino está relacionado à redução do potencial osmótico da solução, o que reduz a absorção de água, reduzindo o teor de água nos frutos e aumentando a concentração de soluto (Oliveira *et al.*, 2015).

4. CONCLUSÕES

As variáveis mais afetadas pelo estresse salino foram referentes ao desenvolvimento foliar (número de folhas e área foliar) e de rendimento (número de frutos, massa média de frutos e produção).

Dentre as variáveis de qualidade pós-colheita, apenas o teor de sólidos solúveis foi afetado pela salinidade nas plantas cultivadas no sistema S3.

O sistema de cultivo em substrato em um sistema fechado proporciona maior crescimento e rendimento do pimentão.

REFERÊNCIAS

ABDELAAL, K. A.; MAZROU, Y. S.; HAFEZ, Y. M. Silicon foliar application mitigates salt stress in sweet pepper plants by enhancing water status, photosynthesis, antioxidant enzyme activity and fruit yield. **Plants**, v. 9, n. 6, p. 733, 2020.

ABDELAAL, K. A.; MAZROU, Y. S.; HAFEZ, Y. M. Silicon foliar application mitigates salt stress in sweet pepper plants by enhancing water status, photosynthesis, antioxidant enzyme activity and fruit yield. **Plants**, v. 9, p. 733-747, 2020.

AKHTAR, J.; ABID, M.; ZEESHAN, A.; TANVIR, S.; GHULAM, S.; FAKHAR, M.; MUHAMMAD, I. Salinity induced differential growth, ionic and anti-oxidative response of two bell pepper (*Capsicum annuum*) genotypes. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 23, p. 795-800, 2020.

ARAGÃO, J.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, A. A. R.; CAPITULINO, J. D.; CAETANO, E. J. M.; SILVA, F. A.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; FARIAS, M. S. S.; et al. Effect of hydrogen peroxide application on salt stress mitigation in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Plants**, v. 12, 2981, 2023.

ATHERTON, H. R.; LI, P. Hydroponic cultivation of medicinal plants—plant organs and hydroponic systems: techniques and trends. **Horticulturae**, v. 9, 349, 2023.

BOJÓRQUEZ-QUINTAL, E.; VELARDE-BUENDÍA, A.; KU-GONZÁLEZ, Á.; CARILLO-PECH, M.; ORTEGA-CAMACHO, D.; ECHEVARRÍA-MACHADO, I.; POTTOSIN, I.; MARTÍNEZ-ESTÉVEZ, M. Mechanisms of salt tolerance in habanero pepper plants (*Capsicum chinense* Jacq.): Proline accumulation, ions dynamics and sodium root-shoot partition and compartmentation. **Frente. Plantar. Ciência**, v. 5, 605, 2014.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo: Hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43 p.

DASGAN, H. Y.; YILMAZ, M.; DERE, S.; IKIZ, B.; GRUDA, N. S. Bio-Fertilizers reduced the need for mineral fertilizers in soilless-grown capia pepper. **Horticulturae**, v. 9, n. 2, 188, 2023.

EL-ESAWI, M. A.; ALAYAFI, A. A. Overexpression of rice rab7 gene improves drought and heat tolerance and increases grain yield in rice (*Oryza sativa* L.). **Genes**, v. 10, 56, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

FUENTES-PENAILILLO, F.; GUTTER, K.; VEGA, R.; SILVA, G. C. New generation sustainable technologies for soilless vegetable production. **Horticulturae**, v. 10, n. 1, 49, 2024.

GIUFFRIDA, F.; GRAZIANI, G.; FOGLIANO, V.; SCUDERI, D.; ROMANO, D.; LEONARDI, C. Effects of nutrient and nacl salinity on growth, yield, quality and composition of pepper grown in soilless closed system. **J. Plant Nutr**, v. 37, p. 1455-1474, 2014.

GONNELLA, M.; RENNA, M. The evolution of soilless systems towards ecological sustainability in the perspective of a circular economy. is it really the opposite of organic agriculture? **Agronomy**, v. 11, 950, 2021.

GRUDA, N. S. Soilless culture systems and growing media in horticulture: An overview. 1–20. In *Advances in Horticultural Soilless Culture*; Gruda, N., Ed.; **Burleigh Dodds Science Publishing Limited**: Cambridge, UK, 2021.

GRUDA, N. S.; FERNÁNDEZ, J. A. Optimising soilless culture systems and alternative growing media to current used materials. **Horticulturae**, v. 8, 292, 2022.

GUMISIRIZA, M. S.; NDAKIDEMI, P.; NALUNGA, A.; MBEGA, E. R. Building sustainable societies through vertical soilless farming: a cost-effectiveness analysis on a small-scale non-greenhouse hydroponic system. *sustain. Cities Soc.*, v. 83, 103923, 2022.

GÜRGÜLÜ, H.; UL, M. A. Different effects of irrigation water salinity and leaching fractions on pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivation in soilless culture. **Agriculture**, v. 14, 827, 2024.

HONG, J.; GRUDA, N. S. The potential of introduction of asian vegetables in Europe. **Horticulturae**, v. 6, 38, 2020.

JANG, D.; CHOI, K. Y.; KIM, I. S. Effect of drainage reusing ratio on growth and yield of summer-cultivated paprika in recycling hydroponic cultivation. **Protected horticulture and Plant Factory**, v. 26, n. 1, p. 7-12, 2017.

KACJAN MARŠIĆ, N.; ŠTOLFA, P.; VODNIK, D.; KOŠMELJ, K.; MIKULIČ-PETKOVŠEK, M.; KUMP, B.; ... & ŠIRCELJ, H. Physiological and biochemical responses of ungrafted and grafted bell pepper plants (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* (L.) Sendtn.) grown under moderate salt stress. **Plants**, v. 10, n. 2, p. 314, 2021.

KARALIJA, E.; LOŠIĆ, A.; DEMIR, A.; & ŠAMEC, D. Effects of seed priming on mitigating the negative effects of increased salinity in two varieties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Soil systems**, v. 8, n. 1, p. 35, 2024.

KARAŞAHİN, M. Effects of different applications on dry matter and crude protein yields in hydroponic barley grass production as a forage source. *Ziraat Fak. Derg. Süleyman Demirel Univ.*, v. 9, p. 27-33, 2014.

KHALID, M. F.; HUDA, S.; YONG, M.; LI, L.; LI, L.; CHEN, Z. H.; AHMED, T. Alleviation of drought and salt stress in vegetables: crop responses and mitigation strategies. **Plant Growth Regulation**, v.99, p.177-194, 2023.

LANGENFELD, N. J.; PINTO, D. F.; FAUST, J. E.; HEINS, R.; BUGBEE, B. Principles of nutrient and water management for indoor agriculture. **Sustainability**, v. 14, 10204, 2022.

MARRA, F.; MAFFIA, A.; CANINO, F.; PETROVICOVA, B.; MALLAMACI, C.; RUSSO, M.; MUSCOLO, A. Enhancing the nutritional value of sweet bell pepper through moderate NaCl salinity. **Heliyon**, v. 9, n. 12, 2023.

MEZA, S. L. R.; EGEA, I.; MASSARETTO, I. L.; MORALES, B.; PURGATTO, E.; EGEA-FERNÁNDEZ, J. M.; BOLARIN, M. C.; FLORES, Traditional tomato varieties

improve fruit quality without affecting fruit yield under moderate salt stress. **Front. Plant Sci.**, v. 11, 587754, 2020.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

OLIVEIRA, A.; SANTOS, S. T.; MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; TRAVASSOS, K. D.; SOUSA, L. V.; PINTO, F. F. B. Gas exchange and growth of bell pepper grown in different substrates under salinity stress. **Horticultura Brasileira**, v. 42, e288866, 2024.

OLIVEIRA, F. A.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; AROUCHA, E. M. M.; DIAS, N. S. Quality in the pepper under different fertigation managements and levels of nitrogen and potassium. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 764-773, 2015.

OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, S. T.; MELO, M. R. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; PEREIRA, K. T. O.; AROUCHA, E. M. M.; ALMEIDA, J. G. L.; LINHARES, P. C. F. Production and quality of bell pepper fruits grown under saline stress in different substrates. **Horticultura Brasileira**, v. 42, e288947, 2024.

OROSCO-ALCALÁ, B. E.; NÚÑEZ-PALENIUS, H. G.; DÍAZ-SERRANO, F.; PÉREZ-MORENO, L.; VALENCIA-POSADAS, M.; TREJO-TELLEZ, L. I.; ... & VALIENTE-BANUET, J. I. Enxertia melhora tolerância à salinidade de plantas de pimentão durante produção em estufa. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 62, n. 6, p. 831-844, 2021.

PEREIRA, F. A. L.; MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; DIAS, S. D.; PRESTON, W.; VASCONCELOS, C. B. L. Tolerance of melon cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 846-851, 2017.

PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S.; GHEYI, R. H.; SOARES, L. A. A.; OLIVEIRA, S. G.; SILVA, F. A. Gas exchange and yellow passion fruit production under irrigation strategies using brackish water and potassium. **Rev. Agro**, v. 53, e20217816, 2022.

PUTRA, A. P.; YULIANDO, H. Soilless culture system to support water use efficiency and product quality: A Review. **Agric. Agric. Sci. Procedia**, v. 3, p. 283-288, 2015.

ROQUE, I. A.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; LOPES, I. A. P.; SILVA, L. A.; DANTAS, M. V.; SOUZA, W. B. B. Pigmentos do cloroplasto, relações hídricas e crescimento do pimentão sob estresse salino e nitrogenado. **Comunicata Scientiae**, v. 15, p. e4120-e4120, 2024.

SANATI, S.; RAZAVI, B. M.; HOSSEINZADEH, H. A review of the effects of *Capsicum annuum* L. and its constituent, capsaicin, in metabolic syndrome. **Irã. J. Basic Med. Sci**, v. 21, p. 439-448, 2018.

SANTOS, A. N.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; BARNABÉ, J. M. C.; ROLIM, M. M.; & DANTAS, D. C. Yield of cherry tomatoes as a function of water salinity and irrigation frequency. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 2, p. 107-112, 2016.

- SANTOS, M. G.; MOREIRA, G. S.; PEREIRA, R.; CARVALHO, S. M. P. Assessing the potential use of drainage from open soilless production systems: A case study from an agronomic and ecotoxicological perspective. **Agric. Water Manag.** v. 273, 107906, 2022.
- SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop. **Rev. Bras. Eng. Agrí. Ambiental**, v. 23, p. 257-263, 2019.
- SILVA, C.; MARTÍNEZ, V.; CARVAJAL, M. Osmotic versus toxic effects of NaCl on pepper plants. **Biol Plant**, v. 52, p. 72-79, 2008.
- SILVA, R. C. P.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, A. P.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, R. C.; PAIVA, F. I. G. Bell pepper production under saline stress and fertigation with different K^+/Ca^{2+} ratios in a protected environment. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 42, p. 1-11, 2020.
- SOUZA, A. R.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; SOARES, L. A. A.; SILVA, F. A.; CAPITULINO, J. D.; ARRUDA, T. F. L.; CHAVES, L. H. G.; COSTA, D. S. Morphophysiology and production of bell pepper grown under salt stress and salicylic acid foliar application. **Brazilian Journal of Biology**, v. 83, p. 1-9, 2023.
- SOUZA, I. L.; TOMAZELLA, V. B.; SANTOS, A. J. N.; MORAES, T.; SILVEIRA, L. C. P. Parasitoids diversity in organic sweet pepper (*Capsicum annuum*) associated with basil (*Ocimum basilicum*) and marigold (*Tagetes erecta*). **Braz. J. Biol**, v. 79, p. 603-611, 2019.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.
- VAN der SALM, C.; VOOGT, W.; BEERLING, E.; VAN RUIJVEN, J.; VAN OS, E. Minimising emissions to water bodies from NW European greenhouses; with focus on Dutch vegetable cultivation. **Agric. Water Manag.** v. 242, 106398, 2020.
- YANG, H.; DU, T.; MAO, X.; DING, R.; SHUKLA, M. K. A comprehensive method of evaluating the impact of drought and salt stress on tomato growth and fruit quality based on EPIC growth model. **Agric. Water Manag.** v. 213, p. 116-127, 2019.
- YEO, K. H.; CHOI, E. Y.; LEE, Y. B. Nutrient uptake of single-stemmed roses under macro- and microelement amendments in a closed aeroponic system. **Hortic. Environ. Biotechnol**, v. 52, p. 455-465, 2009.
- ZAKI, N.; HASIB, A.; EDDINE, K. C.; DEHBI, F.; EL BATAL, H.; OUATMANE, A. Comparative evaluation of the phytochemical constituents and the antioxidant activities of five moroccan pepper varieties (*Capsicum Annuum* L.). **JCBPS**, v. 7, p. 1294-1306, 2017.
- ZHANG, Y. J.; GAN, R. Y.; LI, S.; ZHOU, Y.; LI, A. N.; XU, D. P.; LI, H. B. Antioxidant phytochemicals for the prevention and treatment of chronic diseases. **Molecules**, v. 20, p. 21138-21156, 2015.