



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO

FRANCISCA GLEICIANE NASCIMENTO LOPES

**USO DA RUTINA COMO ATENUADOR DO ESTRESSE SALINO NO CULTIVO DO
PIMENTÃO AMARELO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

FORTALEZA

2023

FRANCISCA GLEICIANE NASCIMENTO LOPES

USO DA RUTINA COMO ATENUADOR DO ESTRESSE SALINO NO CULTIVO DO
PIMENTÃO AMARELO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciências do Solo. Área de concentração: Manejo do solo e da água.

Orientador: Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana.

Coorientador: Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L852 Lopes, Francisca Gleiciane Nascimento.
 Uso da rutina como atenuador do estresse salino no cultivo do pimentão amarelo em ambiente protegido / Francisca Gleiciane Nascimento Lopes. – 2023.
 53 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Fortaleza, 2023.
 Orientação: Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana.
 Coorientação: Prof. Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto.
1. Capsicum annuum L. 2. Salinidade. 3. Bioestimulante. I. Título.

CDD 631.4

FRANCISCA GLEICIANE NASCIMENTO LOPES

USO DA RUTINA COMO ATENUADOR DO ESTRESSE SALINO NO CULTIVO DO
PIMENTÃO AMARELO EM AMBIENTE PROTEGIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Ciência do Solo. Área de concentração: Manejo do solo e da água.

Aprovada em 10/ 11/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto (Coorientador)
Instituto Federal do Ceará – *Campus* Sobral (IFCE)

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Krishna Ribeiro Gomes
Universidade Federal do Ceará (UFC)

DEDICO:

A Deus.

Aos meus pais, Maria Josilene Carvalho Nascimento e Antônio Lopes, ao meu companheiro de vida, Edneudo Marques e a minha filha, Luísa Lopes Marques.

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus por nunca ter me desamparado, por sempre me dar forças para continuar.

Aos meus pais, Maria Josilene Carvalho Nascimento e Antônio Lopes, por nunca medirem esforços para que minha trajetória fosse de sucesso.

Ao meu companheiro de vida, Edneudo Marques, por sempre apoiar todas as minhas decisões e por toda compreensão e força a mim dada.

Agradecer de uma forma bem especial aos meus queridos Professores Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana e Dr. Luis Gonzaga Pinheiro Neto, pela excelente orientação, por toda paciência e dedicação, por terem sido mais que orientadores, sem vocês me orientando não teria sido possível a conclusão dessa fase tão importante em minha vida. Minha eterna gratidão!

Aos professores participantes da banca examinadora, Claudivan Feitosa de Lacerda e Krishna Ribeiro Gomes, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Agradecer de coração a minha amiga Beatriz Abreu, por toda força, carinho e cuidado. Por me acolher tão bem durante todo período que precisei está em Fortaleza, foi sem dúvida uma segunda mãe e estendo os agradecimentos ao seu esposo e amigo Jamilson.

Aos colegas da turma de mestrado, Lucas, Evelice, Débora, Wandercleyson e Marta, por toda ajuda, pelo companheirismo, pelas reflexões, pelas críticas e pelas sugestões recebidas; sem vocês a minha caminhada teria sido árdua. Obrigada por tudo!

Agradeço a Estufa Timbaúba na pessoa do Sr. Julião Soares por ter doado as mudas de pimentão amarelo. E ao Dr. Marlos Bezerra e a Embrapa Agroindústria Tropical pelo empréstimo dos equipamentos.

Agradecer ao Instituto Agropolos do Ceará - Escola de Floricultura do Ceará (Tec flores) nas pessoas de Patrícia Moreira e do Luiz Barreto, por cederem o espaço para a realização do experimento e por terem me acolhido tão bem. Ao Luiz Barreto, muito obrigado também por todas caronas que me deu de Sobral a São Benedito, e por sempre me ajudar nas horas que mais precisei. Aproveito também para agradecer ao seu Almir e ao seu Natalice por todas as risadas e brincadeiras que compartilhamos juntos. Agradecer ao Danilo, por ter me socorrido na hora que mais precisei, quando minhas plantas estavam doentes, não hesitou em ajudar. Não poderia deixar de agradecer ao seu Neném (in memoriam) que me ajudou no início do experimento.

Não poderia de forma alguma deixar de agradecer ao meu amigo Ademir Menezes, por não ter medido esforços para ajudar no meu experimento; foi durante todo o período de experimento meu braço direito, sem ele muitas coisas não teriam dado certo.

Meus sinceros agradecimentos ao meu amigo Mateus que durante as avaliações finais me ajudou em tudo de forma voluntária, foi meu braço direito, sem ele teria sido bem mais difícil todo o processo final. Minha eterna gratidão.

Agradecer ao Programa Cientista-chefe em Agricultura do Governo do Estado do Ceará (Convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e Processo 08126425/2020/FUNCAP) pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa.

Quero agradecer ao Joilson por todo suporte dado ao meu experimento. Por fim, agradeço a todos que me ajudaram direto ou indiretamente durante toda essa jornada.

“Não importa o que aconteça, continue a nadar”
(Walters, Graham, 2003.)

RESUMO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no mundo e está entre as mais comercializadas e consumidas no Brasil, devido à facilidade do seu cultivo em pequenas áreas, ao seu ciclo curto e ao seu alto valor econômico. E, diante da necessidade de muitos agricultores utilizarem águas de qualidade inferior para a irrigação, faz-se necessário que pesquisadores estudem métodos e produtos que possam mitigar os efeitos deletérios da salinidade nas plantas, a exemplo do bioestimulante rutina, que vem sendo bastante utilizado na indústria farmacêutica como vitamina P para humanos. Por isso, desenvolveu-se pesquisa no município de São Benedito-CE, buscando-se avaliar se a aplicação do bioestimulante rutina ameniza os efeitos deletérios da salinidade na cultura do pimentão amarelo, cultivado sob ambiente protegido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas (4 x 4), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1,5; 3,0 e 4,5 dS m⁻¹) e as subparcelas constituídas por quatro dosagens do bioestimulante rutina (0,0; 6,0; 12,0 e 18,0 g L⁻¹) aplicadas via pulverização foliar. Foram feitas análises das variáveis de crescimento (altura da planta, diâmetro do caule e peso seco da parte aérea), de produção, de pós-colheita dos frutos (comprimento, diâmetros transversal e longitudinal e peso médio dos frutos, número de frutos por planta, produtividade e o teor de sólidos solúveis) e a captura de imagens termométricas para medições das temperaturas do dossel. Os dados para cada variável observada foram submetidos à análise de variância. As dosagens do bioestimulante rutina não atenuaram os efeitos dos sais nas plantas em nenhuma das variáveis analisadas. Os maiores níveis de condutividade elétrica da água de irrigação causaram uma redução acentuada nas variáveis de crescimento altura das plantas, diâmetro do caule e peso seco da parte aérea. As variáveis de pós-colheita, excetuado o teor de sólidos solúveis, apresentaram decréscimos com a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação. A temperatura do dossel aumentou com o incremento dos níveis de salinidade da água de irrigação. Ocorreu variabilidade térmica no dossel entre os horários de capturas das imagens, o que deve estar relacionado ao horário das irrigações e a pequena amplitude térmica no interior do ambiente protegido.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L.; salinidade; bioestimulante; estufas.

ABSTRACT

Peppers (*Capsicum annuum* L.) are one of the main vegetables produced in the world and are among the most commercialized and consumed in Brazil, due to the ease of cultivation in small areas, their short cycle and their high economic value. And, given the need for many farmers to use lower quality water for irrigation, it is necessary for researchers to study methods and products that can mitigate the harmful effects of salinity on plants, such as the biostimulant rutin, which has been widely used in pharmaceutical industry as vitamin P for humans. Therefore, research was carried out in the municipality of São Benedito-CE, seeking to evaluate whether the application of the biostimulant rutin mitigates the harmful effects of salinity on yellow pepper cultivation, grown under a protected environment. The experimental design used was randomized blocks, in a split-plot scheme (4 x 4), with four replications. The plots consisted of four levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3; 1.5; 3.0 and 4.5 dS m⁻¹) and the subplots consisted of four dosages of the biostimulant rutin (0.0; 6.0, 12.0 and 18.0 g L⁻¹) applied via foliar spray. Analyzes were made of growth variables (plant height, stem diameter and dry weight of the aerial part), production, post-harvest fruit (length, transversal and longitudinal diameters and average fruit weight, number of fruits per plant, productivity and soluble solids content) and the capture of thermometric images to measure canopy temperatures. Data for each observed variable were subjected to analysis of variance. The dosages of the biostimulant rutin did not attenuate the effects of salts on plants in any of the variables analyzed. The higher levels of electrical conductivity of irrigation water caused a marked reduction in the growth variables of plant height, stem diameter and dry weight of the shoot. The post-harvest variables, except for the soluble solids content, showed decreases with the increase in the electrical conductivity of the irrigation water. Canopy temperature increased with increasing salinity levels of irrigation water. There was thermal variability in the canopy between the image capture times, which must be related to the irrigation schedule and the small thermal amplitude inside the protected environment.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; salinity; biostimulant; greenhouses.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Localização da escola agroecológica Tecflores, no município de São Benedito, CE.....	21
Figura 2	- Imagem da área experimental sob o ambiente protegido, coberto com filme agrícola (PEBD) transparente.....	22
Figura 3	- Croqui parcial do experimento, contendo um bloco com parcelas (níveis de salinidade) e subparcelas (dosagens de rotina).....	24
Figura 4	- Vasos com capacidade volumétrica de 8 L preenchidos com solo (A). Mudanças de pimentão amarelo após o transplante (B). Instalação de fitilhos para condução das plantas de pimentão amarelo (C).....	25
Figura 5	- Avaliação do crescimento das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dosagens de rotina.....	27
Figura 6	- Mensuração das variáveis de produção (comprimento, diâmetros transversal e longitudinal, peso e teor de sólidos solúveis dos frutos) das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dosagens de rotina.....	28
Figura 7	- Câmera termográfica FLIR e imagem capturada pela câmera.....	29
Figura 8	- Variação da altura das plantas de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	31
Figura 9	- Variação do diâmetro do caule de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	33
Figura 10	- Variação do peso seco da parte aérea de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	34
Figura 11	- Variação do número de frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na	

	irrigação.....	36
Figura 12	- Variação do peso de frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	37
Figura 13	- Produtividade das plantas de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	38
Figura 14	- Variação dos diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.....	39
Figura 15	- Variações da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e dos horários de captura de imagens das plantas de pimentão amarelo, sob ambiente protegido.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resultado das análises químicas do solo utilizado no cultivo do pimentão amarelo, São Benedito, Ceará, 2022.....	23
Tabela 2	- Resumo da análise de variância para altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), peso seco da parte aérea (PSPA) e número de frutos (NF) das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica na água de irrigação e dosagens de rutina.....	30
Tabela 3	- Resumo da análise de variância das variáveis de pós colheita teor de sólidos solúveis (SS), peso do fruto (PF), diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de pimentão amarelo submetidos a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e a dosagens do bioestimulante rutina, sob ambiente protegido.....	35
Tabela 4	- Resumo da análise de variância para a temperatura do dossel (Td) quanto aos fatores estatísticos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e horário de captação das imagens térmicas e quanto a interação entre a CEa e o horário de captação da Td do pimentão amarelo, sob ambiente protegido	40
Tabela 5	- Equações de regressão resultantes da variação da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, nos horários de captura de imagens das plantas de pimentão amarelo, 8, 12 e 16 h, sob ambiente protegido.....	41
Tabela 6	- Imagens térmicas e resultado do teste de média da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, nos três horários de captura de imagens das plantas.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	HIPÓTESE	14
3	OBJETIVOS	14
3.1	Objetivo geral.....	14
3.2	Objetivos específicos.....	14
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
4.1	A cultura do pimentão.....	15
4.1.1	<i>Cultivo do pimentão em ambiente protegido</i>	16
4.2	Salinidade da água.....	17
4.2.1	<i>Efeitos da salinidade na cultura do pimentão</i>	19
4.3	O bioestimulante rutina.....	19
4.4	Termografia infravermelha.....	20
5	MATERIAL E MÉTODOS	21
5.1	Localização e caracterização da área experimental.....	21
5.2	Delineamento experimental.....	23
5.3	Implantação e condução da cultura.....	24
5.4	Preparo das soluções salinas utilizadas.....	26
5.5	Aplicação do bioestimulante (rutina).....	26
5.6	Variáveis analisadas.....	26
5.6.1	<i>Variáveis de crescimento</i>	26
5.6.2	<i>Variáveis de produção e de qualidade dos frutos</i>	27
5.7	<i>Termografia infravermelha</i>	28
5.8	Análises Estatísticas.....	29
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6.1	Variáveis de crescimento.....	30
6.2	Variáveis de produção e de pós-colheita.....	35
7	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A agricultura tradicional no semiárido brasileiro vem sofrendo diante de dificuldades, como a escassez de água e elevado custo dos adubos, dentre outros fatores, que resultam em baixas produtividades e redução na rentabilidade. Nessa região é também comum o aumento da salinização das águas e dos solos, devido a reduzida pluviometria regional o que ocasiona, normalmente, à falta de lavagem dos solos. Além disso, no curto e irregular período da estação chuvosa da região Nordeste, há elevação da umidade relativa do ar, com o consequente aparecimento de doenças e de pragas que reduzem a possibilidade de cultivos de hortícolas em campo aberto, como o do pimentão amarelo.

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma das principais hortaliças produzidas no mundo. Está entre as mais comercializadas e consumidas no Brasil, devido à facilidade do seu cultivo em pequenas áreas, ao seu ciclo curto e ao seu alto valor econômico. Estima-se que a cultura ocupe uma área de 13 mil hectares no território brasileiro, produzindo-se cerca de 350 mil toneladas no ano (SILVA et al., 2022). A produção de pimentão é realizada de acordo com as preferências do mercado consumidor. Alguns preferem pimentões pequenos, como por exemplo, os curtos ou “block”, que são cultivados principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (SILVA et al., 2022).

O cultivo do pimentão pode ser realizado em campo aberto ou em cultivo protegido, porém apresenta maior produtividade no ambiente protegido, pois há maior controle das condições ambientais, como da chuva e do vento, por exemplo, além de facilitar o controle de pragas e de doenças. Entretanto, apesar dos benefícios, o cultivo protegido requer um alto custo de implantação, restringindo assim seu uso para culturas altamente rentáveis, como é o caso da produção de pimentões híbridos coloridos. De acordo com Rinaldi et al. (2008), a cultura do pimentão é uma das culturas que melhor tem se adaptado ao plantio em ambiente protegido, possibilitando vantagens como a produção em diversas estações do ano, principalmente na quadra chuvosa.

No Brasil, a produção de pimentão vem apresentando crescimento, porém sua produção em regiões como no semiárido do Nordeste é bastante desafiadora, principalmente pela limitação do abastecimento de água de qualidade, pois a maioria contém elevada concentração de sais (CAVALCANTE et al., 2019). A salinidade tolerável pela cultura do pimentão encontra-se entre 0,9 e 2,0 dS m⁻¹, considerando-se a condutividade elétrica da água de irrigação, o que classifica a cultura como moderadamente sensível à salinidade (AYERS; WESTCO, 1999).

As plantas quando irrigadas com águas com altas concentrações de sais, predominantes no semiárido nordestino, sofrem com a acumulação dos sais, afetando assim a disponibilidade de água para as mesmas, reduzindo a absorção de água pelas raízes, o que vai resultar em déficit hídrico, diminuição da área foliar e condutância estomática, o que reduz a fotossíntese e o crescimento das plantas (SOUSA et al., 2022) e causa desequilíbrio iônico (FANG et al., 2021), os quais acarretam redução no crescimento e no desenvolvimento das plantas.

E, diante da necessidade de muitos agricultores utilizarem águas de qualidade inferior para a irrigação, faz-se necessário que pesquisadores estudem métodos e produtos que possam mitigar os efeitos deletérios do sal nas plantas, a exemplo do bioestimulante rutina, que vem sendo bastante utilizada na indústria farmacêutica como vitamina P para humanos.

A rutina é extraída da planta fava d'anta, uma espécie bastante encontrada no sertão Nordeste. Trata-se de um bioflavanoide e diversas funções já lhe são atribuídas na agricultura como a proteção dos vegetais contra os raios ultravioletas e contra insetos, fungos, vírus e bactérias. Possibilita também efeito antioxidante, o controle de ação de hormônios vegetais, a inibição de enzimas e a participação nos sistemas redox das células e agente alelopático (SIMÕES, 2000).

2 HIPÓTESE

O bioestimulante rutina pode mitigar os efeitos deletérios dos sais nas plantas de pimentão amarelo cultivadas sob ambiente protegido.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar se a aplicação do bioestimulante rutina ameniza os efeitos da salinidade na cultura do pimentão amarelo cultivado em ambiente protegido.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar o crescimento das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica na água de irrigação e de dosagens do

bioestimulante rutina;

Avaliar os aspectos produtivos e de pós-colheita dos frutos de pimentão amarelo cultivado, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica na água de irrigação e de dosagens do bioestimulante rutina;

Analisar o efeito dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação na temperatura do dossel das plantas de pimentão amarelo, sob ambiente protegido;

Analisar a influência do horário de captação das imagens térmicas na temperatura do dossel das plantas de pimentão amarelo, sob ambiente protegido.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A cultura do pimentão

O pimentão, *Capsicum annuum* L (Solanaceae), é uma hortaliça de origem americana e está entre as hortaliças de maior valor econômico no Brasil, possuindo grande importância socioeconômica. É uma das dez hortaliças mais importantes no Brasil, sendo a terceira solanácea mais cultivada, atrás apenas do tomate e da batata (LOPES et al., 2018). O pimentão é caracterizado pela adaptação ao clima tropical sendo sensível à temperatura baixa e intolerante à geada, adaptando-se perfeitamente ao ambiente semiárido nordestino.

A planta é arbustiva, possui o caule semilenhoso e pode ultrapassar um metro de altura; as flores são isoladas, pequenas e hermafroditas; o fruto é uma baga oca de formato cônico, cilíndrico ou cúbico, apresentando quando maduro cores variadas; configura-se como uma cultura perene, porém é cultivada como anual (FILGUEIRA, 2008). O fruto possui alto valor nutricional, sendo rico em vitaminas E e C, esta última atua como antioxidante e é encontrada em altos teores de massa seca, e em minerais como Ca, Fe e P (RIBEIRO; CRUZ, 2002).

Encontram-se também no pimentão: lipídios, aminoácidos, proteínas de alto valor biológico, como também ácidos orgânicos e substâncias minerais, além do mesmo ser fonte importante de antioxidantes naturais (REIFSCHNEIDER, 2000). Existe uma grande variabilidade de tamanhos, de formatos e de cores dos frutos (GENTILE et al., 2020) verde, vermelha, amarela, laranja, creme e roxa (SILVA et al., 2019) e há uma grande demanda por pimentões coloridos, promovendo maior valor de mercado (SANTOS et al., 2018).

A colheita do pimentão inicia-se entre 100 e 110 dias e pode atingir uma produtividade média de 35 a 40 t ha⁻¹ por ciclo. Além disso, o seu ciclo pode estender-se por

quatro a cinco meses. Em cultivos orgânicos, a produtividade varia de 25 a 30 t ha⁻¹. Quando cultivado em ambiente protegido, a colheita pode estender-se por até nove meses e a produtividade média pode elevar-se para 150 t ha⁻¹ (MARCUSSEI; BÔAS, 2003).

A comercialização dos frutos de pimentão ocorre quando frescos. Atualmente, há uma crescente demanda por pimentões coloridos, pois, promove maior valor de mercado (SANTOS et al., 2018). A cultura é classificada como uma cultura de retorno rápido por um curto período para o início da produção e isso faz com que seja largamente explorada por pequenos e médios horticultores (MARCUSSEI; BÔAS, 2003).

O pimentão é uma cultura que é comercializada o ano inteiro, sendo cultivada em campo aberto e em ambientes protegidos, nestes principalmente na estação chuvosa. Entretanto, os produtores têm buscado mais inovações, visando aumento de produtividade e redução de custos de produção, visto que é um mercado cada vez mais competitivo (PALANGANA et al., 2012). Com a alta demanda, os produtores têm procurado diversas formas de investir em tecnologias, como a utilização de sementes híbridas, além de sistemas de irrigação que favoreçam uma elevada eficiência de aplicação de água e o uso de adubos via fertirrigação e foliar (ARAGÃO et al., 2011).

Devido as mudanças atribuídas pelo mercado e as exigências do consumidor, a adoção de pimentões híbridos ultimamente tem sido a melhor estratégia para os produtores, por ter um efeito imediato sobre a produtividade e a qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2017). O melhoramento desta hortaliça vem priorizando não apenas a produtividade, mas também a qualidade do produto, sendo os principais objetivos a obtenção de frutos uniformes e com alta qualidade, polpa espessa, plantas precoces e resistentes a patógenos e a pragas (BLAT et al., 2007).

4.1.1 Cultivo do pimentão em ambiente protegido

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido no Brasil não é uma tecnologia recente, já vem sendo utilizada há bastante tempo. Apesar de vários trabalhos registrarem essa prática desde o final dos anos 60, foi somente no fim dos anos 80 e, principalmente, no início da década de 90 que esta técnica de produção passou a ser amplamente utilizada (GRANDE et al., 2003).

Com a adoção do ambiente protegido tornou-se viável a produção de vegetais em épocas ou locais cujas condições climáticas são críticas, já que este sistema altera diversos elementos meteorológicos (SILVA; ESCOBEDO; GALVANI, 2002). Além disso, podem-se

obter cotações mais elevadas, obtenção de colheitas nas épocas em que os valores dos produtos são mais elevados, o que normalmente coincide com a menor oferta do produto no mercado (GAMA et al., 2008).

O uso do ambiente protegido favorece os manejos da irrigação e fitossanitário, promovendo melhor desenvolvimento de culturas altamente sensíveis, como é o caso do pimentão colorido, uma vez que permite a alteração das variáveis meteorológicas como radiação solar, temperatura, vento e umidade relativa, por exemplo (SANTANA, 2019). Segundo Schmidt et al. (2017), essas variáveis são responsáveis por diversos processos como fotossíntese, crescimento, florescimento e frutificação.

Devido às intempéries ambientais e sua sensibilidade, dentre estas ao excesso de água, o pimentão está se tornando umas das hortaliças mais indicadas para o cultivo em ambiente protegido, situando-se entre as cinco culturas de maior área cultivada no Brasil e em outros países do mundo (CARVALHO et al., 2019).

O cultivo do pimentão em estufas plásticas é muito comum em função da grande produtividade que pode ser alcançada nestas condições, podendo chegar próxima ao dobro da que é obtida no cultivo em campo aberto. Além do mais, melhora a qualidade dos frutos, devido à proteção contra fatores adversos, tais como queimadura do sol, excesso de chuvas, ataque de insetos, entre outros (LÚCIO et al., 2004).

4.2 Salinidade da água

A qualidade da água é um dos atributos fundamentais para que seja considerada adequada a determinado uso, porém ela vem sofrendo intervenções devido às ações naturais e antrópicas, o que pode resultar na alteração da sua qualidade e, conseqüentemente, na sua disponibilidade (SOUZA et al., 2014).

As plantas de pimentão estão frequentemente submetidas a fatores ambientais e antrópicos como a seca, a altas temperaturas, a intensidade de luz, ao encharcamento devido a deficiência de drenagem, a baixa precipitação pluviométrica e a utilização de água salinizada pelo homem na irrigação, que são fatores que favorecem o acúmulo de sais no solo (SILVA et al., 2019) e, conseqüentemente, ao estresse salino, que é um dos que compromete o crescimento e a produtividade das culturas (ISLÃ; ARAGUÉS, 2010).

A salinidade reduz a disponibilidade de água para as plantas, em razão da redução no potencial osmótico da solução do solo e, assim, a planta depende mais de energia para absorver íons nutrientes (PORTO FILHO et al., 2011), além de trazer diversos problemas, como

desequilíbrio nutricional e de toxicidade de íons específicos (FERREIRA NETO et al., 2007). Os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas, em virtude dos efeitos diretos sobre o potencial osmótico e dos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações na solução do solo (SILVA et al., 2008).

Na agricultura irrigada, a qualidade da água é fator restritivo no rendimento das plantas, visto que, promove efeito degradante nos aspectos químicos do solo, principalmente quando se trata de regiões áridas (AYERS; WESTCOT, 1991). No semiárido do Nordeste, as fontes de água de boa qualidade são bem escassas, motivo esse que fazem com que os produtores, irriguem as culturas com água de rios intermitentes, poços e açudes (ASSIS JUNIOR; SILVA, 2012).

Os fenômenos climáticos, no nordeste brasileiro, proporcionam intensa insolação, elevada taxa de evapotranspiração e comprometem a qualidade física e química do solo, enriquecendo com sais os corpos líquidos, que por sua vez entram na relação solo-planta via irrigação (ASSIS JUNIOR; SILVA, 2012).

Com a alta demanda por alimentos, devido ao crescimento populacional, a tendência é de que os produtores utilizem maiores quantidades possíveis de solo agricultável, promovendo a expansão das áreas de produção e conseqüentemente de irrigação, não só para complementar as necessidades hídricas das regiões úmidas, como também para tornar produtiva as áreas áridas e semiáridas do globo (PAZ et al., 2000; DAMATTA, 2007; SANTOS, 2016).

Os efeitos prejudiciais do excesso de sais presentes no solo e na água de irrigação podem reduzir significativamente os rendimentos das culturas e sua magnitude depende do tempo, da concentração de íons, do uso da água pelas culturas e da tolerância das plantas (WILLADINO; CAMARA, 2010). Por isso, é de fundamental importância o conhecimento a respeito da tolerância das plantas à salinidade e seus mecanismos. Já que a solução de grande parte dos problemas da salinidade na produção agrícola depende da compreensão do nível de tolerância e dos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas cultivadas sob essas condições (PRISCO; GOMES-FILHO, 2010).

Para o uso bem-sucedido de água com altos níveis salinos, é necessário se conhecer os efeitos da salinidade no desenvolvimento da espécie a ser utilizada e seu nível de tolerância a essa condição adversa (FREIRE et al., 2010). A tolerância de uma cultura a salinidade pode ser definida pela capacidade da mesma em suportar certos níveis de sais (SÁ et al., 2013; BRITO et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015; ALBUQUERQUE et al., 2016).

4.2.1 Efeitos da salinidade na cultura do pimentão

O pimentão é uma cultura considerada moderadamente sensível à salinidade. As concentrações de sais que restringem o crescimento da planta variam amplamente entre espécies, e dependem não apenas do tipo de sal, mas do tempo de exposição e do estágio de desenvolvimento da planta (MUNNS et al., 2005). De acordo com Villas Bôas et al. (2002), o pimentão é uma cultura moderadamente sensível à salinidade do solo, apresentando como limite máximo da salinidade do solo, sem perdas de produtividade, de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, com redução de 14% da produtividade por cada incremento unitário acima do limite máximo da salinidade. Para a salinidade da água de irrigação o valor limiar é de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ (AYERS; WESTCOT, 1999).

O estresse salino em plantas de pimentão ocasiona diversos problemas, dentre eles, distúrbios na permeabilidade das membranas celulares, alterações na condutância estomática, no balanço iônico e na fotossíntese, acarretando em redução no desenvolvimento das plantas. Nesse sentido, a observação de reduções na fotossíntese e na produção de biomassa em plantas de pimentão cultivadas em solução nutritiva com condutividade elétrica de 8 dS m^{-1} foi atribuída à inibição da produção de cloroplastos, devida às altas concentrações de sais no apoplasto das células foliares (LYCOSKOUFIS et al., 2005).

Os efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas são consequências de fatores osmóticos, onde o efeito osmótico resulta do excesso de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem o potencial osmótico e o hídrico dessa solução, diminuindo a disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (ALVES et al., 2011).

Barros et al. (2021), estudando a tolerância da germinação de cultivares de pimentão, observaram que, de forma geral, a salinidade da água promoveu efeitos deletérios na germinação e no crescimento de plântulas das duas cultivares ‘Amarelo SF 134’ e Casca Dura Ikeda’ a partir da CE $6,0 \text{ dS m}^{-1}$. A ‘Amarelo SF 134’ apresentou tolerância ao estresse salino no processo germinativo, enquanto a ‘Casca Dura Ikeda’ na fase de crescimento inicial de plântulas.

4.3 O bioestimulante rutina

Diante da necessidade do uso de águas de qualidade inferior para a irrigação, faz-se imprescindível que pesquisadores estejam estudando métodos e produtos que possam mitigar os efeitos deletérios do sal nas plantas, como exemplo tem-se o uso de bioestimulantes. Os bioestimulantes são produtos preparados de origem biológica que melhoram a produtividade das plantas devido as propriedades novas ou emergentes de seus componentes, além de

promover melhores rendimentos das culturas. O uso de bioestimulantes na agricultura está cada vez mais integrado e tem como objetivo modificar os processos fisiológicos das plantas e otimizar a produtividade (YAKHIN et al., 2017).

O uso de reguladores vegetais tem sido bastante utilizado na agricultura brasileira atuando como mediadores de processos fisiológicos das plantas. Acredita-se que, em função de sua composição, concentração e proporção das substâncias, o biorregulador pode incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal estimulando a divisão celular, podendo também aumentar a absorção de água e de nutrientes pelas plantas (VIEIRA; CASTRO, 2004).

O bioestimulante ou estimulante vegetal é caracterizado pela combinação de dois ou mais reguladores vegetais, o qual pode incrementar o crescimento e o desenvolvimento vegetal, estimulando a divisão celular, a diferenciação e o alongamento das células (PIEREZAN et al., 2012).

A rutina é um flavonoide utilizado na indústria farmacêutica para fabricação de medicamentos que atuam na circulação sanguínea. É extraída em grande parte de frutos de espécies nativas do Cerrado Brasileiro. As espécies mais empregadas são conhecidas como fava d'anta (*Dimorphandra mollis* e *Dimorphandra gardneriana*) (CEMIG, 1992; SANTOS et al., 1977; RIZZINI; MORS, 1995).

Muitas funções são atribuídas a rutina, como a proteção dos vegetais contra a incidência de raios ultravioleta, além de proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias; possibilita a atração de insetos polinizadores e a proteção contra os nocivos; antioxidantes; além de controlar a ação de hormônios vegetais; inibição de ações enzimáticas e participação dos sistemas redox das células; e agentes alelopáticos (SIMÕES, 2000; MARTINS et al., 2000).

4.4 Termografia infravermelha

A termografia é uma técnica que permite detectar a radiação infravermelha emitida pelos corpos convertendo-a em imagens visíveis, as quais contêm informação sobre a temperatura e a superfície dos corpos. Dentre as técnicas do sensoriamento remoto, a termografia pode ser usada potencialmente na agricultura e na fisiologia vegetal (BESSA, 2021).

A termografia é um equipamento para se estimar o estresse hídrico das plantas, através do monitoramento da temperatura da copa. Conforme relatam Meron et al. (2013), quando combinada com a análise automatizada de imagens, o uso de câmeras térmicas torna-se muito precisa, possibilitando a medição da temperatura relativa.

A termografia vem sendo utilizada com grande potencial nas ciências agrônômicas e ambientais (MAES; STEPPE, 2012). Essas imagens térmicas podem mostrar diferenças entre plantas com e sem estresse hídrico e até mesmo diferentes intensidades de irrigação (ZARCO-TEJADA et al., 2012).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Localização e caracterização da área experimental

A pesquisa foi conduzida na área experimental da Escola de Floricultura do Ceará-Tec flores, localizada na cidade de São Benedito-CE (04° 02' 55" S; 40° 51' 54" W; 901 m), pertencente ao Instituto Agropolos do Ceará (Figura 1).

Figura 1 - Localização da Escola de Floricultura do Ceará –Tec flores, no município de São Benedito, CE.



Fonte: Google earth

O experimento foi realizado em ambiente protegido, que apresentava nas laterais telas antiafídios, confeccionadas com monofilamentos de polietileno de alta densidade, com abertura de malha de 0,6 mm. A cobertura do ambiente era de filme agrícola (PEBD) transparente, com espessura de 150 micras e com tratamento contra raios ultravioleta (UV),

como se pode observar na (Figura 2).

O solo da área experimental utilizado no preenchimento dos vasos foi caracterizado a partir de análises físico-químicas no laboratório de análises de solo do IFCE-Sobral (Tabela 1).

Figura 2 - Imagem da área experimental sob o ambiente protegido, coberto com filme agrícola (PEBD) transparente.



Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 1 – Resultado das análises químicas do solo utilizado no cultivo do pimentão amarelo, São Benedito, Ceará, 2023.

Carbono	Mat.Org.	Fósforo			Potássio	Cálcio	Magnésio
	dag/kg	mg/kg			cmol _c / kg		
0,57	0,99	3,9			0,256	3,9	1,65
		Baixo			alto	médio	alto

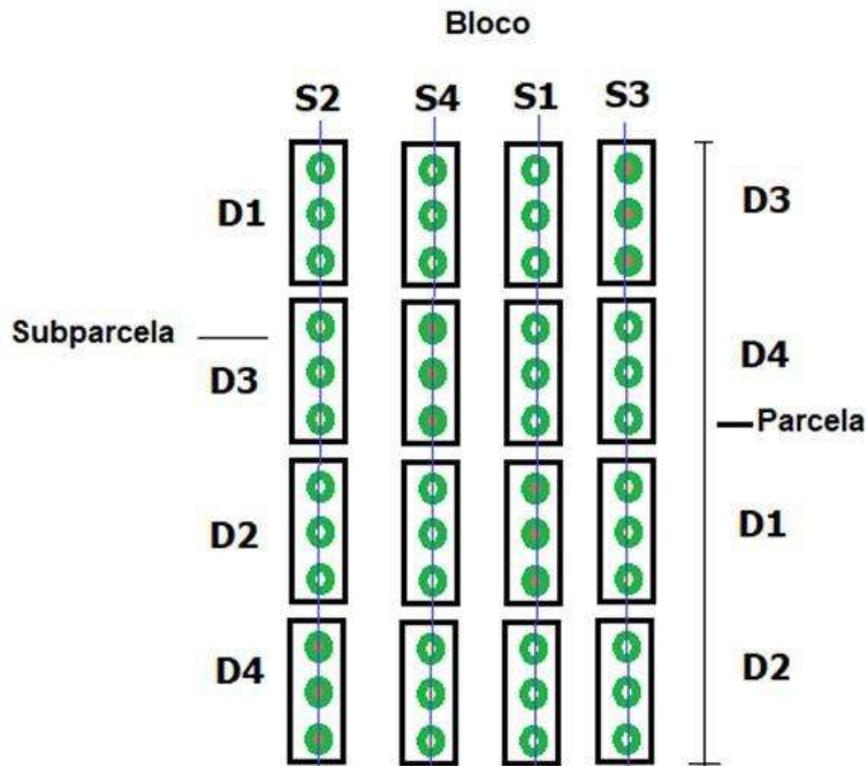
pH	Al	H⁺ + AL³⁺	SB	CTC (%)	V (%)	M	CE
-		cmol/kg				%	dS m ⁻¹
6,6	0,00	4,79	5,81	10,59	54,82	0,00	0,74

H⁺ + AL³⁺ = Acidez Potencial (hidrogênio + Alumínio); **SB**= Soma de bases; **CTC**= Capacidade de troca de cátions total; **Mat. Org** = Matéria orgânica; **V**=Percentagem de saturação por bases; **m**= Percentagem de saturação por alumínio; **CE**= Condutividade elétrica.

5.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas (4 x 4), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (S1, 0,3; S2, 1,5; S3, 3,0 e S4, 4,5 dS m⁻¹) e as subparcelas constituídas por quatro dosagens do bioestimulante rutina (D1, 0,0; D2, 6,0; D3, 12,0 e D4, 18,0 g L⁻¹) aplicadas via adubação foliar. Cada parcela teve 12 vasos, as subparcelas tiveram 3, totalizando 48 por bloco, e no total 192 vasos foram cultivados com o pimentão amarelo. Na figura 3 pode-se observar o croqui de um bloco do experimento.

Figura 3 - Croqui parcial do experimento, contendo um bloco com parcelas (níveis de salinidades) e subparcelas (dosagens de rutina).



Fonte: Elaborada pela autora

5.3 Implantação e condução da cultura

A cultura utilizada foi o pimentão híbrido amarelo Rialto da empresa Nunhems e as mudas foram doadas pela empresa Estufa Timbaúba, localizada em Guaraciaba do Norte. As mudas foram transplantadas para vasos, com capacidade volumétrica de 8 L, que foram postos sobre lona plástica (Figura 4a) com o intuito de não salinizar o solo da área experimental.

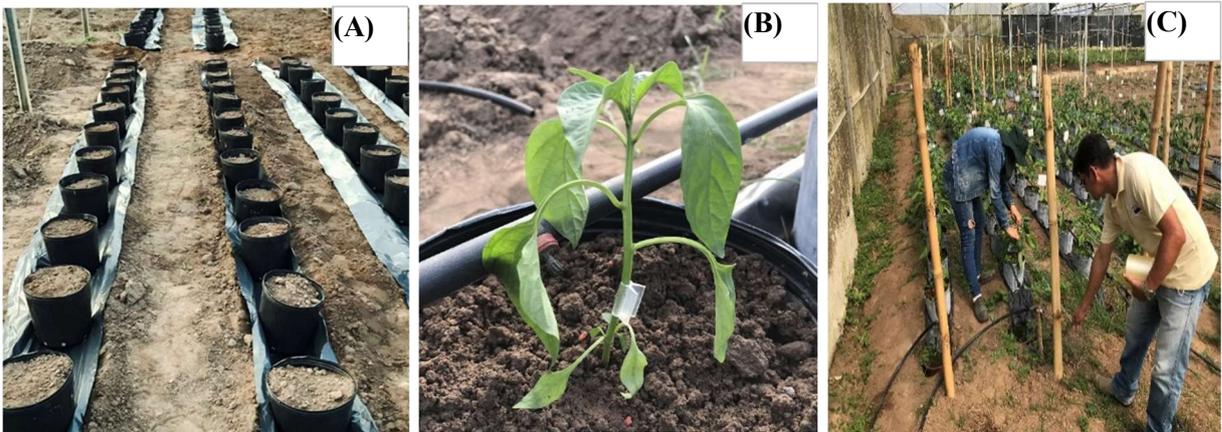
Foi colocado uma planta por vaso (Figura 4b), com espaçamentos de 0,33 m entre as plantas e 1,5 m entre as linhas de planta, projetando-se um stand de 20.202 plantas.ha⁻¹. O enchimento dos vasos foi realizado com o solo local e procurou-se deixar os mesmos com pesos semelhantes, buscando-se a maior uniformidade possível no preenchimento dos mesmos.

No início, no meio e no fim de cada bloco foram colocadas estacas de bambu e a cada 2,0 m entre eles foram postas estacas, alinhadas com a fileira de plantas, a fim de segurar o fitilho que sustentava as plantas. Os fitilhos foram colocados 30 cm acima dos vasos, para sustentarem as plantas na altura da primeira bifurcação (Figura 4 c).

Cerca de três dias antes das mudas serem transplantadas para os vasos, os mesmos

foram irrigados até se chegar à capacidade de campo, para que se permitisse que houvesse nos vasos uma drenagem inicial. Após o transplante, o volume de água aplicado diariamente por vaso foi quantificado a partir de microlisímetros.

Figura 4 - Vasos com capacidade volumétrica de 8 L preenchidos com solo (A); mudas de pimentão amarelo após o transplante (B); instalação de fitilhos para a condução das plantas de pimentão amarelo (C).



Fonte: Elaborada pela autora

O manejo da adubação ocorreu a partir da análise do solo e da recomendação para a cultura. Para os macronutrientes, foram utilizadas na fundação as seguintes doses: N = 30 kg ha⁻¹, P = 120 kg ha⁻¹ e K = 40 kg ha⁻¹, e de cobertura, N = 120 kg ha⁻¹ e K = 120 kg ha⁻¹. Foram utilizados ureia, supersimples e cloreto de potássio como fontes de NPK.

Do transplante até a colheita realizaram-se tratos culturais pertinentes à cultura do pimentão, a fim de se proporcionar as melhores condições para o desenvolvimento das plantas e minimizar a ocorrência de problemas de manejos, fitossanitários e/ou fisiológicos. E, foram realizados ao longo do ciclo da cultura o controle das ervas daninhas nos vasos utilizando-se capinas manuais.

Durante o ciclo da cultura, foram utilizados os seguintes agroquímicos para o manejo de pragas e doenças: Aceta®, para o controle do pulgão verde; Sperto®, contra o trips; e, o fungicida Kumulus® DF, para o controle de ácaros.

5.4 Preparo das soluções salinas utilizadas

As soluções salinas que foram utilizadas na irrigação foram preparadas a partir do sal cloreto de sódio (NaCl), seguindo a metodologia de Rhoades; Kandiah; Mashali (2000), onde se obtém CE, após a relação entre CE e sua concentração ($\text{mmol}_c \text{L}^{-1} = \text{EC} \times 10$).

Foi utilizado apenas o NaCl por ser o sal mais acessível e, principalmente, por ser o mais prejudicial às plantas, pois causa diversos desequilíbrios. Segundo Shahzad et al. (2022), o acúmulo de Na^+ é um dos efeitos mais nocivos associados ao excesso de sais no ambiente radicular e os íons Cl causam um desequilíbrio de íons no tecido vegetal. A absorção excessiva de nutrientes pode causar distúrbios fisiológicos significativos.

Até 20 dias após o transplântio (DAT), todas as plantas foram irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$. Após os 20 DAT, iniciou-se os tratamentos com os níveis de salinidade até os 120 DAT (S1, 0,3; S2, 1,5; S3, 3,0 e S4, 4,5 dS m^{-1}).

5.5 Aplicação do bioestimulante (rutina)

As quatro dosagens do bioestimulante rutina (D1, 0,0; D2, 6,0; D3, 12,0 e D4, 18,0 g L^{-1}) foram aplicadas via pulverização foliar com um agente adjuvante para uma melhor aderência sobre a folha.

Durante o ciclo da cultura, foram feitas duas aplicações do bioestimulante rutina aplicando-se uma dose de aproximadamente 31,25 ml da solução por planta, em cada aplicação, que ocorreram nas fases vegetativa (30 DAT) e de prefloração (60 DAT), no período da manhã.

5.6 Variáveis analisadas

Para a quantificação das variáveis foram utilizados os procedimentos recomendados pela literatura, avaliando-se três plantas por unidade experimental.

5.6.1 Variáveis de crescimento

Para as análises de crescimento, foram avaliados o diâmetro do caule (mm) e a altura da planta (cm), aos 30, 60 e 90 DAT,

O diâmetro do caule foi medido a cerca de 1,0 cm acima do colo da planta, por meio

de um paquímetro digital com precisão de 0,05 mm, e a altura da planta foi medida com uma régua, compreendendo o desnível entre o colo da planta e a zona apical (Figura 5).

Figura 5 - Avaliação do crescimento das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e de dosagens de rutina.

Fonte: Elaborada pela autora

Após o final do ciclo experimental, aos 110 DAT, realizou-se a medição do peso da matéria seca das plantas de pimentão amarelo (PSPA). Essas foram colocadas em sacos de



papel, levadas ao laboratório e postas para secar em uma estufa de secagem na temperatura de 70 °C até atingirem massa constante.

5.6.2 Variáveis de produção e de qualidade dos frutos.

As variáveis de produção analisadas foram: comprimento (CF) e diâmetros transversal (DT) e longitudinal (DL) dos frutos, número de frutos por planta (NF), peso médio dos frutos (PF), produtividade e o teor de sólidos solúveis (SS)

Os diâmetros dos frutos foram medidos com um paquímetro digital, em mm; as medições foram feitas na parte mediana do fruto (Figura 6) e a contagem do número de frutos

foi feita de forma manual. Para a determinação do peso dos frutos, utilizou-se uma balança digital com precisão de 0,001 g.

Figura 6 - Mensuração das variáveis de produção (comprimento, diâmetros transversal e longitudinal, peso e teor de sólidos solúveis dos frutos) das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dosagens de rutina



Fonte: elaborada pela autora

A produtividade de frutos por planta, kg planta^{-1} , foi calculada como sendo o peso médio dos frutos produzidos por planta multiplicado pelo número de frutos produzidos pela mesma.

O teor de sólidos solúveis foi quantificado por meio de um refratômetro digital (MA871 Refractometer). Para essa avaliação, parte do fruto foi retirada, sua polpa foi macerada e homogeneizada para, em seguida, realizar-se a leitura no aparelho.

5.7 Termografia infravermelha

O monitoramento da temperatura da planta foi realizado através da termografia infravermelha, constando da captura de imagens térmicas em três períodos diferentes do dia, às 08, 12 e 16 horas.

Para a captura das imagens, foi utilizada uma câmera termográfica portátil da Teledyne FLIR LLC®, modelo FLIR E5xt (Figura 7 A), com wi-fi incluso e aprimoramento de imagens MSX®; detector de infravermelho de 19.200 (resolução térmica 160×120) pixels e uma faixa de temperatura operacional de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $400\text{ }^{\circ}\text{C}$; precisão de $\pm 2\%$ ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) da leitura

para temperatura ambiente (10 °C a 35 °C), sensibilidade térmica < 0,10 °C, e imagens capturadas com resolução de 320 x 240. A emissividade (ϵ) foi ajustada em 0,95, e a distância de captura, da câmera ao alvo, mantida em 1,0 m.

Figura 7 – Câmera termográfica FLIR e imagem capturada pela câmera.



Fonte: Elaborada pela autora

Para a definição da temperatura média da planta, foi utilizada a ferramenta elipse do software Flir Thermal Studio Suite, (modelo Starter; versão 1.9.23.0), mantendo-se o cuidado de evitar o solo, os frutos e as tubulações na área de seleção. A ferramenta fornece a temperatura média da área abrangida, sendo assim, em cada imagem termográfica obtida (duas por tratamento, foram distribuídas 5 elipses, resultando num total de 40 pontos ($n = 40$) para a estimativa da temperatura média do dossel do tratamento (T_c). Em sequência, após a tabulação dos dados das elipses, foi realizado um “tratamento de limpeza”, cujo objetivo consistiu em remover os polígonos inseridos e ajustar as imagens em uma escala única (25 a 45 °C).

5.8 Análises Estatísticas

Os dados para cada variável observada foram submetidos à análise de variância. Quando observada diferença significativa entre os tratamentos ($p, 0,05$), os dados das variáveis de crescimento, de produção e de pós-colheita foram submetidos a análises de regressão.

Na análise de regressão, as equações que melhor ajustarem-se aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão a 0,05 (*) e 0,01 (**) e no maior coeficiente de determinação (R^2). A análise de dados foi realizada com o programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2011).

Já para a variável temperatura do dossel da planta, quando os dados foram

significativos ao teste F submeteram-se ao teste de Tukey e a análise de regressão. A análise dessa variável divergiu das demais, pois para a mesma considerou-se como fatores estatísticos o nível de condutividade elétrica da água de irrigação e o horário de captura das imagens termométricas (8, 12 e 16 h).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Variáveis de crescimento

Na tabela 2 pode-se visualizar o quadro de resumo de análise de variância para as variáveis de crescimento altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e peso seco da parte aérea (PSPA) e para o número de frutos (NF) das plantas de pimentão amarelo cultivadas, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dosagens de rotina.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura das plantas (AP), diâmetro do caule (DC), peso seco da parte aérea (PSPA) e número de frutos (NF) por planta de pimentão amarelo cultivado, em ambiente protegido, sob níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e dosagens de rotina.

FV	GL	Quadrados Médios		
		AP	DC	PSPA
BLOCO	3	39,68 ^{ns}	1,42 ^{ns}	233,26 ^{ns}
SALINIDADE	3	668,77 ^{**}	16,18 ^{**}	2049,31 ^{**}
ERRO 1	9	17,21 ^{ns}	2,63 ^{ns}	129,85 ^{ns}
RUTINA	3	47,85 ^{ns}	1,34 ^{ns}	17,48 ^{ns}
S X R	9	31,34 ^{ns}	0,69 ^{ns}	146,04 ^{ns}
ERROS 2	36	20,04 ^{ns}	0,91 ^{ns}	107,77 ^{ns}
CV 1 (%)		7,4	11,7	19,26
CV2 (%)		7,99	6,89	17,55

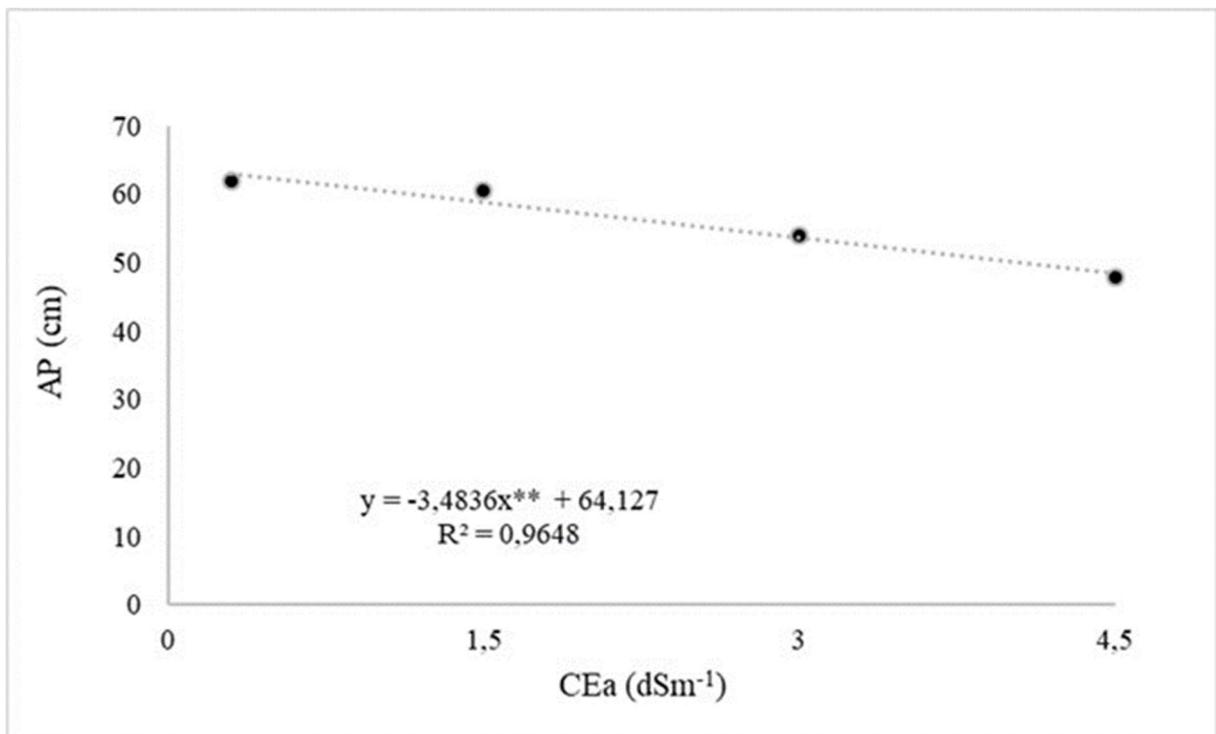
FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; S x R = Interação entre salinidade e rotina; CV = Coeficiente de variação; * e ** = significativo pelo teste F a 5 e 1%, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F a 5%. Fonte: Autora.

Na tabela 2, observam-se que as variáveis AP, DC, e PSPA apresentaram diferenças significativas quanto a salinidade da água; já quanto as dosagens de rotina, não houve diferença estatística. Do mesmo modo, a interação níveis de salinidade versus dosagens do bioestimulante também não proporcionou alterações significativas em nenhuma das variáveis relatadas.

Na figura 8 pode ser observada a variação da altura das plantas de pimentão amarelo

em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. A AP com o uso da água com CE de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ foi de $61,86 \text{ cm}$, enquanto que com o uso de água com CE de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ foi de $60,42 \text{ cm}$; e, com a água com CE de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ foi de $54,06 \text{ cm}$; já para a água de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ verificou-se o menor valor de altura da planta, com $47,77 \text{ cm}$.

Figura 8 - Variação da altura das plantas de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



A AP de pimentão apresentou efeito significativo para os níveis de salinidade aplicados, evidenciando-se um decréscimo desta variável conforme se foi aumentando o nível de salinidade, o que corrobora com o fato das plantas de pimentão serem sensíveis a salinidade da água de irrigação a partir de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$.

Efeito semelhante ao deste trabalho foi encontrado por Barros et al. (2021), estudando a tolerância de cultivares de pimentão à salinidade na germinação e no crescimento inicial, onde observaram que conforme aumentou-se a CE da água verificou-se decréscimo linear no comprimento de plântulas, chegando a reduzir $0,39 \text{ cm}$. Reges et al. (2017) também encontraram em seus resultados que quando efetuou-se o aumento da salinidade sucedeu-se declínio no desenvolvimento da cultura do pimentão.

Segundo Taiz et al. (2017), a redução do potencial osmótico do meio causado pelo aumento da concentração de sais na água promove a desidratação e a redução da expansão

celular, diminuindo assim o crescimento das plantas. Comprovando o efeito do decréscimo no crescimento do pimentão.

No presente trabalho não foram encontrados resultados positivos do bioestimulante utilizado, mostrando que a rotina não atenuou os sais nos diferentes níveis de salinidade, nas variáveis AP, DC, PSPA e PF. Em pesquisas de outros autores, foram encontrados resultados que corroboram com o presente trabalho, como a de Simon et al. (2020), com a cultura do tomate, e a de Siddique et al. (2015), com a cultura do arroz.

Confirma também com os resultados de Oliveira et al. (2013), estudando a interseção da salinidade com o bioestimulante Stimulate® no feijão. Os autores não encontraram efeito significativo do bioestimulante sobre a altura das plantas em nenhuma das avaliações, ou seja, as plantas tiveram decréscimo com o aumento da salinidade da água de irrigação. Abrantes et al. (2011) também não encontraram resultados positivos quanto ao uso de bioestimulante na variável altura da planta de feijão.

Entretanto, Canesin et al. (2012), utilizando dosagens do bioestimulante Stimulate® em faveiro constataram que as dosagens influenciaram nos resultados. Os autores observaram que houve uma ação positiva sobre o crescimento em altura da parte aérea em relação ao tratamento sem o bioestimulante. Da mesma forma, Reghin et al. (2000) também, utilizando o regulador vegetal Stimulate® no alongamento celular de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft), encontraram que o número e o comprimento de raízes tiveram um acréscimo de acordo com o aumento da dose.

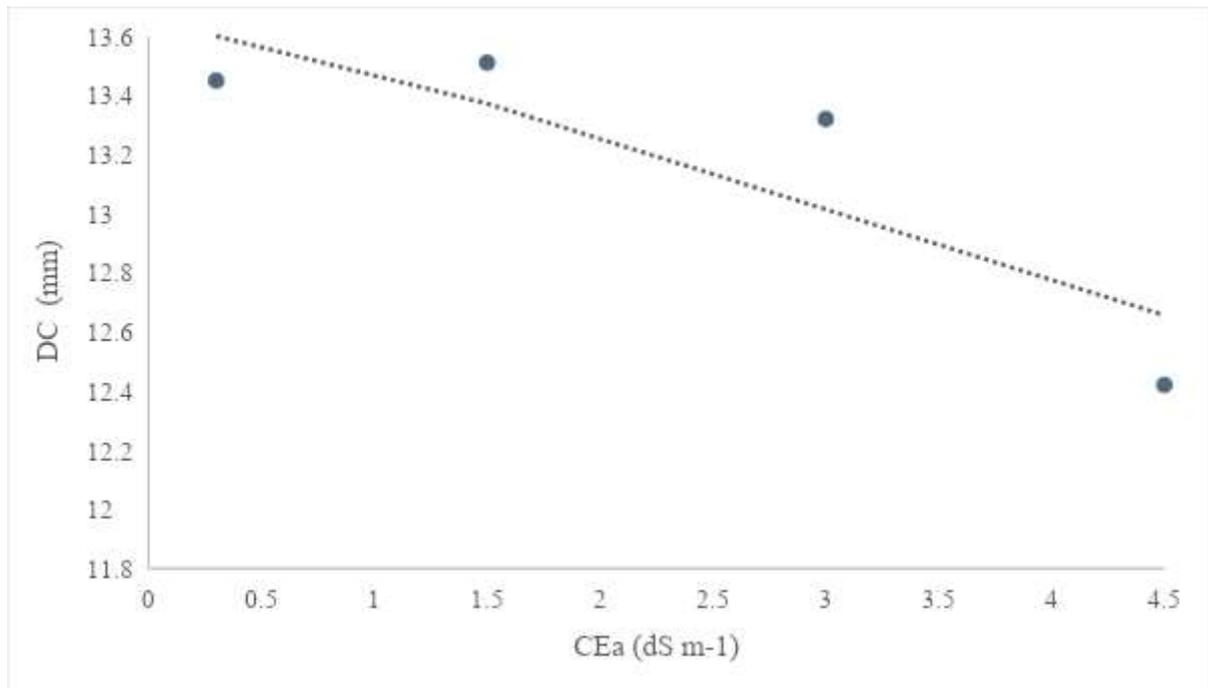
Também foram encontrados efeitos positivos da aplicação foliar de bioestimulantes em hortaliças por vários autores (Shehata et al., 2011, estudando o efeito no aipo-rábano; Tarasevičienė et al., 2021, com o hortelã; Karaki et al., 2023, com a alface). E, de acordo com Bulgari et al. (2019), os bioestimulantes melhoram o desempenho das plantas, aumentam o crescimento e a produtividade, além disso, têm a capacidade de atuar com diversos processos envolvidos nas respostas das plantas ao estresse, além de aumentar o acúmulo de compostos antioxidantes que permitem diminuir a sensibilidade das plantas ao estresse.

Na figura 9 pode-se verificar a variação do diâmetro do caule (DC) de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. Comportamento quadrático foi observado para o DC das plantas de pimentão amarelo sob diferentes CEa de irrigação, verificando-se o valor máximo de 13,57 mm para uma condutividade elétrica de 1,40 dS m⁻¹.

Observou-se também, que a redução da variável se acentuou a partir da condutividade elétrica 1,40 dS m⁻¹. Portanto, foi perceptível que com o aumento da salinidade

da água de irrigação essa variável foi prejudicada com redução de 9% do DC comparando-se o obtido com o maior nível de maior salinidade (12,42 mm) com o maior valor estimado (13,57 mm, com CE de 1,40 dS m⁻¹).

Figura 9 - Variação do diâmetro do caule de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



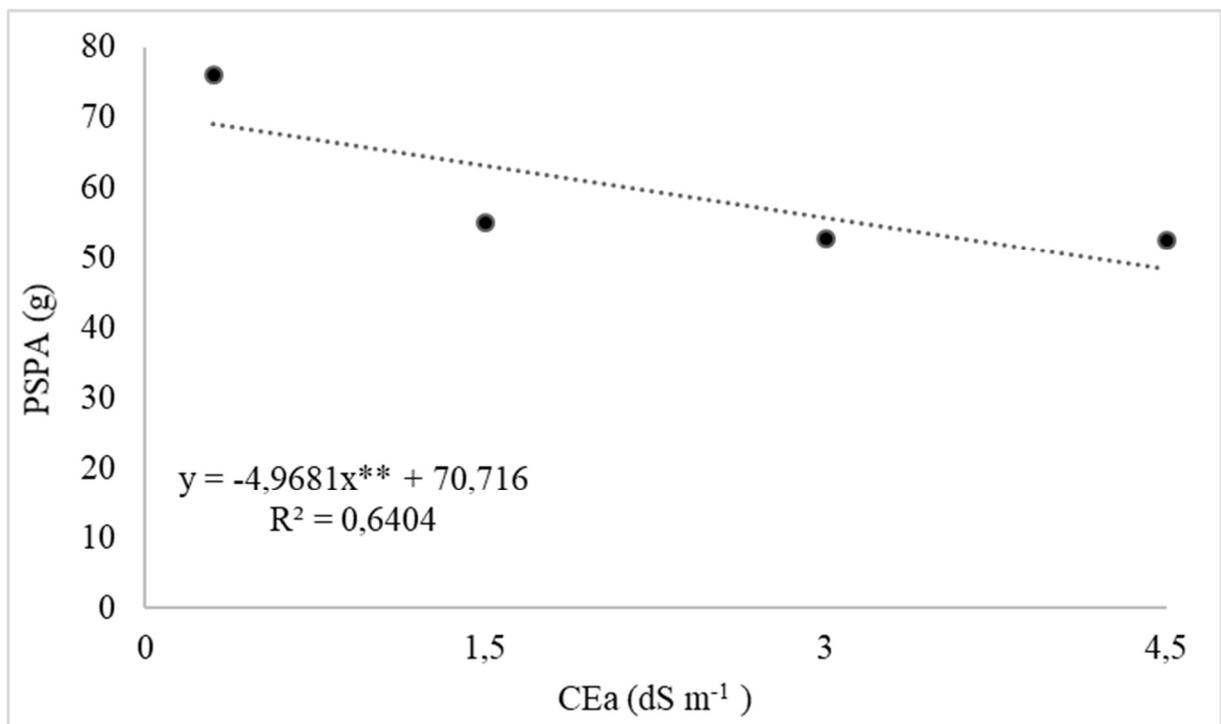
Resultados semelhantes foram encontrados por Lemos Neto et al. (2012) com a cultura do pimentão, onde o diâmetro do caule foi reduzido com o aumento da salinidade da água de irrigação, tendo menores valores de diâmetro a partir de 3,5 dSm⁻¹. Cavalcanti et al. (2005), estudando a tolerância da mamoneira à salinidade, encontraram para o DC efeito linear decrescente significativo da salinidade, com declínio de 0,2 mm (1,45%) por aumento unitário da CEa.

O mesmo ocorreu com Dias et al. (2020), quando as plantas de algodoeiro foram expostas à irrigação com águas salinas, que observaram reduções no diâmetro do caule nas maiores condutividades elétricas. Outros autores também observaram efeito negativo da salinidade sobre o diâmetro do caule em plantas (MATOS et al., 2013; OLIVEIRA et. al, 2015), ambos com a cultura do pinhão manso.

Na figura 10 pode-se verificar a variação do PSPA do pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. O valor do PSPA foi de 76,05 g com a água de irrigação com condutividade elétrica de 0,3 dS m⁻¹ e de 55,16 g quando

se usou água com CE de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$; já com a água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ foi encontrado uma média de $52,91 \text{ g}$ e com a de $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ observou-se um valor médio de $52,54 \text{ g}$. Portanto, houve um decréscimo de aproximadamente ($23,51 \text{ g}$), comparando-se o primeiro nível de salinidade ($76,05 \text{ g}$; $0,3 \text{ dS m}^{-1}$) com o quarto nível ($52,54 \text{ g}$; $4,5 \text{ dS m}^{-1}$).

Figura 10 - Variação do peso seco da parte aérea do pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



Semelhantemente, Abou-Sreca et al. (2021), em seus estudos utilizando a pimenta malagueta sob estresse salino utilizando bioestimulante natural (foliar com mel de abelha, HB, suplementado com Silimarina, HB-Sm), encontraram em seus resultados que o peso seco da parte aérea, o número de frutos por planta e o peso fresco do fruto foram significativamente reduzidos pela salinidade.

Não houve diferença significativa quanto as dosagens do bioestimulante com relação ao PSPA. Este resultado está em acordo com o observado por Rezende et al. (2017), avaliando a massa seca de parte aérea do algodão sob uso de bioestimulante, que constataram que os resultados não foram significativos para esse fator estatístico analisado.

Resultados divergentes foram encontrados por (AL- KARAKI; OTHMAN 2023), trabalhando com a cultura da alface, que fazendo aplicações foliares de bioestimulantes de aminoácidos nas plantas conseguiram efeitos positivos na altura da planta, nos pesos seco e fresco e no teor de clorofila foliar.

6.2 Variáveis de produção e de pós-colheita

Na tabela 3 pode-se visualizar o quadro do resumo da análise de variância das variáveis de pós colheita teor de sólidos solúveis (SS), peso do fruto (PF), produtividade (PROD,) diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de pimentão amarelo submetido a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e a dosagens do bioestimulante rutina, sob ambiente protegido.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância das variáveis de pós colheita teor de sólidos solúveis (SS), peso do fruto (PF), produtividade (PROD,) diâmetro longitudinal (DL) e diâmetro transversal (DT) dos frutos de pimentão amarelo submetido a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e a dosagens do bioestimulante rutina, sob ambiente protegido.

FV	Quadrados Médios						
	GL	SS	NF	PF	PROD	DL	DT
BLOCO	3	1,53 ns	4,93 ns	1276,95 ns	56,05 ns	27,61 ns	266,61 ns
SALINIDADE	3	0,74 ns	49,82 **	2709,92**	590,21 **	349,01**	309,02**
ERRO 1	9	0,51	3,38	372,76	28,63	15,05	29,36
RUTINA	3	0,29 ns	0,38 ns	280,53 ns	10,29 ns	33,01 ns	18,48 ns
S X R	9	0,14 ns	1,28 ns	163,84 ns	9,73 ns	13,13 ns	32,18 ns
ERROS 2	36	0,20	1,17	176,02	6,89	27,86	42,19
CV 1 (%)			30,85	21,74	39,48	5,65	7,77
CV2 (%)			18,19	14,94	19,38	7,69	9,32

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; R x S = Interação entre rutina e salinidade; CV = Coeficiente de variação; * e ** = significativo pelo teste F a 5 e 1%, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F a 5%. Fonte: Autora

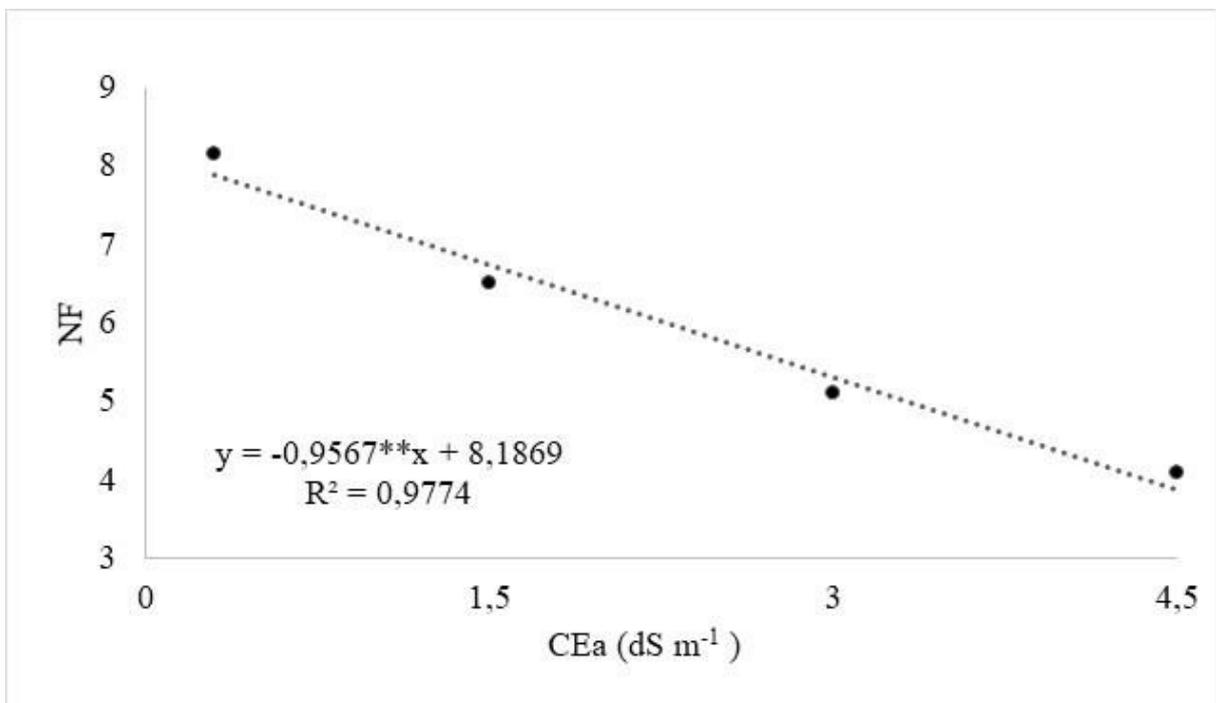
Na tabela 3, pode-se observar que as variáveis NF, PF, PROD, DT e DL apresentaram diferenças significativas ($p < 0,01$) quanto aos níveis de CE utilizados, ou seja, foram influenciados pela salinidade da água de irrigação. Já o teor de sólidos solúveis não foi influenciado pela salinidade da água.

As variáveis analisadas não apresentaram diferença significativa para as dosagens aplicadas de rutina e para a interação salinidade-rutina. Isso remete dizer que a rutina, nas dosagens na maneira de aplicação utilizada, não atenuou o efeito da salinidade nas plantas de pimentão amarelo, divergindo do comentário de Omoarelojie et al. (2021). Segundo os autores, os bioestimulantes conferem maior tolerância ao estresse e elevam a produtividade. Isso está

intimamente ligado à sua capacidade de influenciar processos metabólicos, celulares e fisiológicos nas plantas.

Na figura 11 pode-se verificar a variação do NF de pimentão amarelo em função dos níveis de CEa utilizada na irrigação. Para o NF, observa-se que quando as plantas foram submetidas a irrigação com água com CE de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ verificou-se uma média de 8,15 frutos por planta; já com a água com CE de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ houve um decréscimo para 6,51 frutos e para 5,1 com a água de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$. E, para 4,09 frutos para a água com a maior CE, $4,5 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, ocorreu uma tendência de decréscimo do NF com o aumento da salinidade.

Figura 11 - Variação do número de frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



Os resultados de Silva et al. (2020) corroboram com os resultados do presente estudo, onde os autores também relataram redução do número de frutos de pimentão com o incremento de sais na água de irrigação. E, Nobre et al. (2013) que constataram em seus resultados com mamoneira que o número de frutos foi o mais afetado pelos incrementos da salinidade da água de irrigação e do tempo de exposição ao estresse.

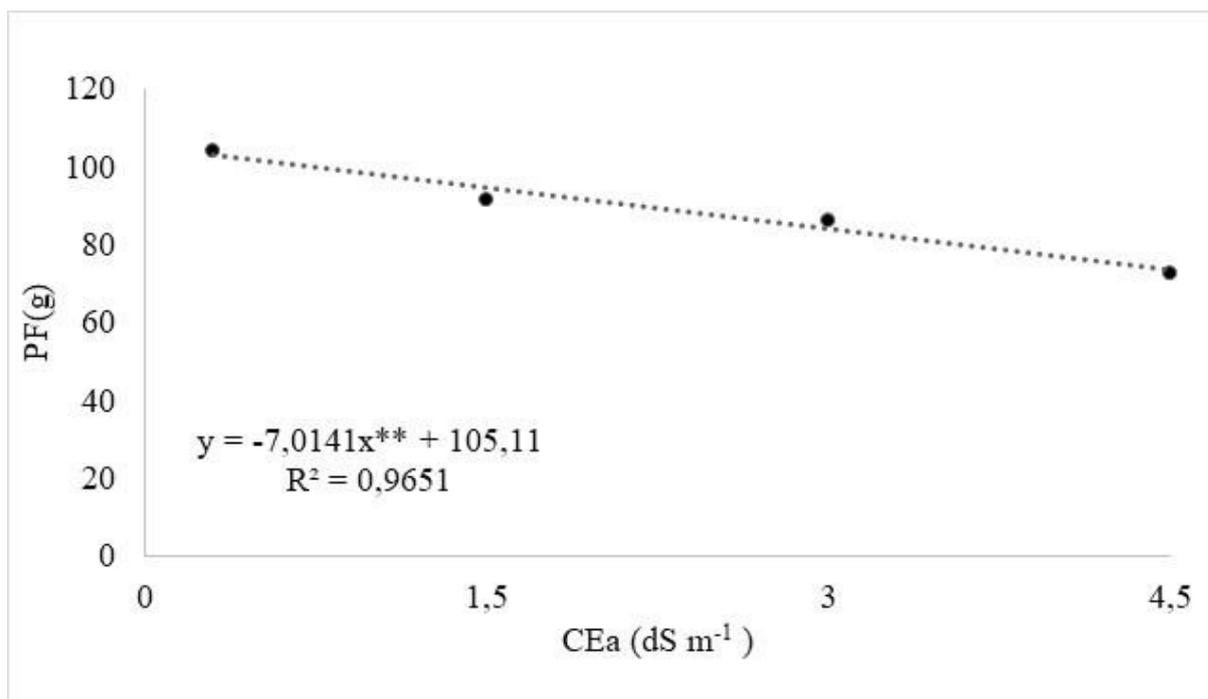
Ashraf (2004) relata que o estresse salino diminui o número de frutos por atuar na microsporogênese e no alongamento dos filamentos do estame, aumentando a morte celular em alguns tipos de tecidos, causando o aborto de óvulos e a senescência de embriões fertilizados.

Na figura 12 pode-se verificar a variação do PF de pimentão amarelo em função

das condutividades elétricas das águas utilizadas nas irrigações, onde observa-se um decréscimo linear no PF. É visto que foi de 104 g quando as plantas foram irrigadas com água de boa qualidade ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$) para 72,88 g para a irrigação com água de maior salinidade ($4,5 \text{ dS m}^{-1}$), ou seja, ocorreu uma redução de aproximadamente 30,16 g. Mostrando que o PF de pimentão amarelo diminuiu com a intensificação do estresse salino.

Do mesmo modo das variáveis anteriores, não foram encontrados resultados positivos do bioestimulante utilizado, mostrando que a rutina não atenuou os efeitos dos sais na redução do número de frutos por planta. Resultado este que corrobora com os encontrados por Oliveira et al. (2013) e Simon et al. (2020).

Figura 12 - Variação do peso médio de frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



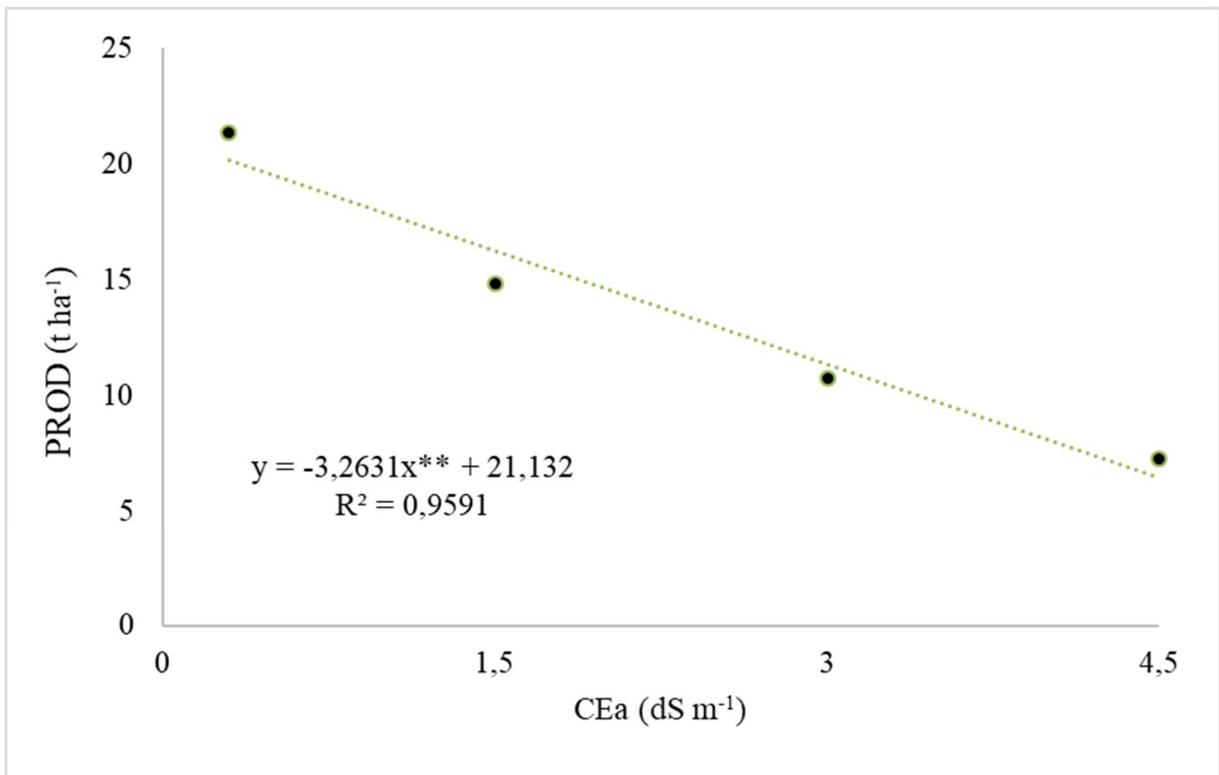
Esses resultados corroboram com o exposto por Willadino e Camara (2010): Os efeitos prejudiciais do excesso de sais presentes no solo e na água de irrigação podem reduzir significativamente os rendimentos das culturas e a sua magnitude depende do tempo, da concentração de íons, do uso da água pelas culturas e da tolerância das plantas.

A figura 13 constitui-se da relação produtividade das plantas de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. Nesta, observa-se um efeito linear decrescente a medida em que foi incrementado sais na água de irrigação. É visto que a maior produtividade de pimentão amarelo foi encontrada na água de boa qualidade,

com produção de 21,38 t ha⁻¹, e a menor produção na água com 4,5 dS m⁻¹, com 7,26 t ha⁻¹.

Resultados próximos à produtividade obtida com a água de boa qualidade foram encontrados por Pereira et al. (2015), que observaram uma produtividade média do pimentão híbrido amarelo Linea F1 submetido a diferentes doses de biofertilizante e lâminas de irrigação de 37,9 t ha⁻¹.

Figura 13 – Produtividade das plantas de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.

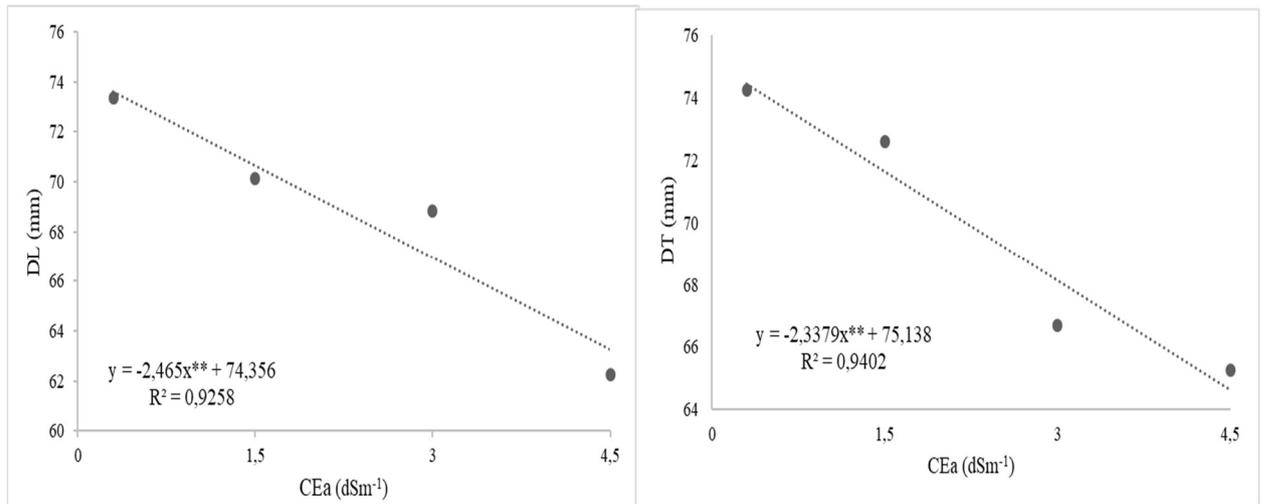


Observa-se que a produtividade das plantas foi afetada pela salinidade, pois as plantas quando submetidas a estresse salino gastam muita energia para absorverem água devido o potencial osmótico da mesma e diminuem o seu desenvolvimento para poderem se manter viva. O efeito osmótico da salinidade sobre o desenvolvimento das plantas resulta das elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo, os quais reduzem seu potencial osmótico e hídrico e, conseqüentemente, diminui a disponibilidade de água e de nutrientes às plantas (ALVES et al. 2011).

Na figura 14 pode-se verificar as variações do DL e DT dos frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. Pode-se inferir que ambos se reduziram com o aumento da CE da água de irrigação.

Possivelmente, conforme Porto Filho et al. (2011), a salinidade imposta reduziu a disponibilidade de água para as plantas, em razão da redução do potencial osmótico da solução do solo e, assim, a planta dependeu mais de energia para absorver íons nutrientes. Além de ter trazido diversos problemas, como o desequilíbrio nutricional e a toxicidade de íons específicos (FERREIRA NETO et al., 2007; SILVA et al., 2008).

Figura 14 - Variações dos diâmetros longitudinal e transversal dos frutos de pimentão amarelo em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação.



Com tendências semelhantes às observadas nesta pesquisa, Oliveira et. al (2023), trabalhando com o pepino, utilizando quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (ECns) 2,1, 3,6, 5,1 e 6,6 dS m⁻¹, concluíram que a condutividade elétrica da solução nutritiva afetou negativamente o comprimento e o diâmetro dos frutos do pepino, com reduções de 3,78% no comprimento médio do fruto e de 3,76% no diâmetro médio do fruto.

A utilização do bioestimulante nas dosagens relatadas também não influenciou nas variáveis de pós-colheita. Do mesmo modo, Oliveira et al. (2013), estudando uma possível mitigação da salinidade pelo bioestimulante comercial Stimulate® com a cultura do feijão, não encontraram efeito significativo do uso do produto. Ou seja, não sendo capaz de mitigar os efeitos prejudiciais do aumento da salinidade na água de irrigação.

Entretanto, o fato das dosagens de rotina utilizadas nesta pesquisa não terem influenciado nas diferentes variáveis analisadas diferiu dos encontrados por outros autores com relação ao uso de outros bioestimulantes e em outras culturas (REGHIN et al., 2000, com a mandioquinha; SHEHATA et al., 2011, com o aipo; CANESIN et al., 2012, com a fava; TARASEVIČIENĖ et al., 2021, com o hortelã; KARAKI et al., 2023, com a alface).

6.3 Temperatura do dossel

Na tabela 4 pode-se visualizar o quadro de resumo da análise de variância para a temperatura do dossel (Td) quanto aos fatores estatísticos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e horário de captação das imagens térmicas e quanto a interação entre a CEa e o horário de captação da Td do pimentão amarelo, sob ambiente protegido.

Ressalta-se que devido a falta de alterações significativas por parte das dosagens de rotina nas variáveis analisadas anteriormente, optou-se por usar como segundo fator estatístico para a temperatura do dossel o horário de captação das imagens térmicas (8, 12 e 16 h).

Tabela 4 - Resumo da análise de variância para a temperatura do dossel (Td) quanto aos fatores estatísticos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e horário de captação das imagens térmicas e quanto a interação entre a CEa e o horário de captação da Td do pimentão amarelo, sob ambiente protegido.

FV	ANOVA			
	GL	SQ	QM	FC
BLOCO	3	1,7	0,56	0,65ns
NÍVEIS DE Cea	3	49,02	16,34	18,71**
HORÁRIO	2	5,99	2,99	3,435*
CEa X HORÁRIO	6	26,77	4,46	5,11**
ERROS	33	28,81	0,87	
CV %	3,0			

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CEa x H = Interação entre os níveis de salinidade e o horário de avaliação; CV = Coeficiente de variação; * e ** = significativo pelo teste F a 5 e 1%, respectivamente; ns = não significativo pelo teste F a 5%. Fonte: Autora

Observa-se que na análise de variância (tabela 4) foi encontrada diferença estatística para os valores da temperatura do dossel com relação aos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, pelo teste F a 1%. Também verificaram-se diferenças significativas quanto ao horário das avaliações, ao nível de 5% de probabilidade. E, quanto à interação entre os níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e o horário de medição da temperatura do dossel, a 1%.

Na figura 15 e na tabela 5 podem ser observadas as variações da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e dos horários de captura de imagens das plantas de pimentão amarelo, sob ambiente protegido.

Figura 15 - Variações da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação e dos horários de captura de imagens das plantas de pimentão amarelo, sob ambiente protegido.

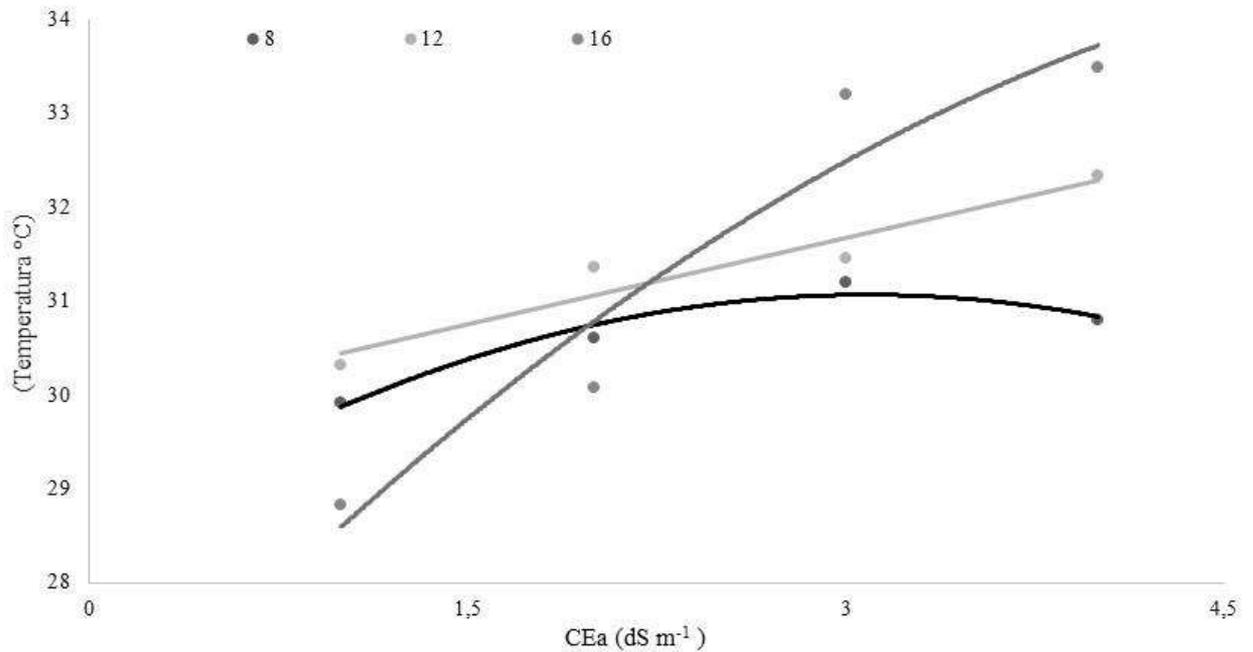


Tabela 5. Equações de regressão resultantes da variação da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, nos horários de captura de imagens das plantas de pimentão amarelo, 8, 12 e 16 h, sob ambiente protegido.

Interação	Salinidade x Hora	R ²
8h	$y = -0,275x^{2**} + 1,695x^{**} + 28,455$	0,95
12h	$y = 0,619x^{**} + 29,92$	0,92
16h	$y = 1,711x^{**} + 27,12$	0,92

A partir da figura 14 e da tabela 5, pode-se observar que para o horário de observação das 8 h ocorreu um efeito quadrático da variação da temperatura do dossel em função da dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação. A temperatura máxima da planta foi de 31,07 °C com a CEa de 3,08 dS m⁻¹.

Já nos horários de 12 e 16 horas observam-se que as temperaturas do dossel mais acentuadas ocorreram com as plantas que foram irrigadas com água com CE de 4,5 dS m⁻¹, registrando-se temperaturas de 32,34 °C e de 33,49 °C, respectivamente. Nesses referidos horários, a medida em que a salinidade aumentou a temperatura da planta também aumentou, demonstrando que com o aumento da salinidade o estresse da planta se acentuou,

provavelmente, por um maior fechamento estomático devido a maior dificuldade na absorção da água de irrigação.

A salinidade é essencialmente o estresse hídrico que resulta do efeito osmótico dos íons na solução do solo, reduzindo a disponibilidade de água para as plantas (PINEDA et al., 2020). Além disso, os íons podem se acumular nas folhas das plantas até concentrações tóxicas. Assim, a imagem térmica oferece uma oportunidade para rastrear características de tolerância à salinidade de maneira confiável, quantitativa e eficiente (JAMES; SIRAUULT., 2012), sem ter que realizar análises destrutivas das plantas, e podendo identificar os efeitos do estresse salino prematuramente, contribuindo para uma mitigação mais rápida e eficaz dos efeitos deletérios dos sais nas plantas.

A redução da temperatura do dossel nas plantas sob menor nível de estresse salino e, conseqüentemente, com uma maior facilidade de absorver água, confirma comentário de Silveira et al. (2020). Para os autores, como a evaporação da água é um processo que demanda energia, na medida em que se aumentam as taxas de evapotranspiração, ocorre a diminuição da temperatura da superfície das folhas e das plantas. E, de Saraiva et al. (2014), para os quais todos os processos bioquímicos e fisiológicos das plantas têm a participação da água, a qual é responsável pela regulação térmica do vegetal.

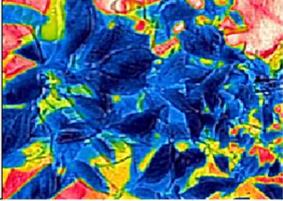
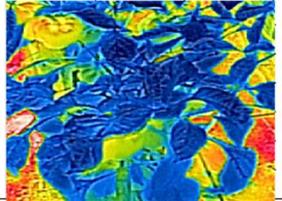
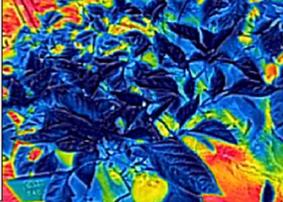
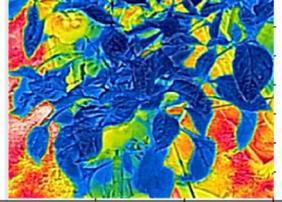
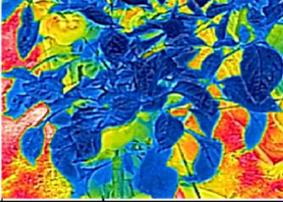
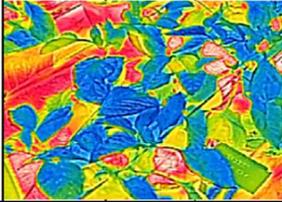
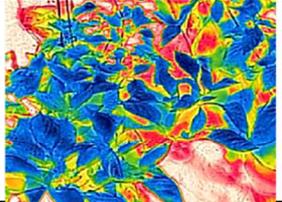
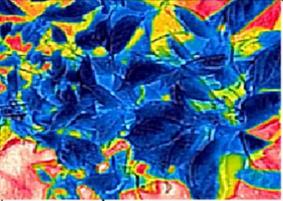
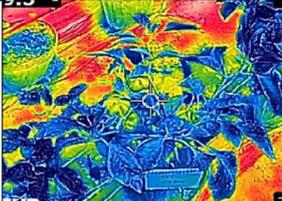
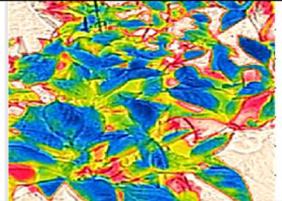
E, para Chaerle e Straeten (2001), o uso de imagem térmicas é um método muito valioso de detecção de estresse antes do aparecimento dos sintomas, podendo ser um método utilizado para detectar o estresse salino nas plantas precocemente. Comentário semelhante fizeram Aragão et al. (2023), analisando as variações de temperatura nas plantas de melão sob estresse hídrico.

Na tabela 6 constam imagens térmicas e o resultado do teste de média da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, nos três horários de captura de imagens das plantas (8, 12 e 16 h).

Observam-se na tabela 6 que, no horário de 8 horas da manhã, nos tratamentos com maiores salinidades, S3 e S4, as médias das temperaturas do dossel foram estatisticamente superiores as ocorrentes nos tratamentos S1 e S2. Entretanto, a temperatura das plantas de S2 não diferiram estatisticamente das ocorrente no nível S3.

No horário de 8 horas da manhã, a temperatura média das folhas em S4 foi de 31,2 °C, superando em 1,24 °C a ocorrente no tratamento S1, demonstrando que nas menores salinidades a planta apresenta um menor estresse osmótico e, conseqüentemente, uma maior possibilidade de regulação térmica.

Tabela 6 – Imagens térmicas e resultado do teste de média da temperatura do dossel em função dos níveis de condutividade elétrica da água utilizada na irrigação, nos três horários de captura de imagens das plantas.

Tratamentos	8 horas	12 horas	16 horas
S1			
Tc	29,96 Ab	30,32 Aa	28,83 Ab
S2			
Tc	30,63 Aab	31,43 Aa	30,07 Ab
S3			
Tc	31,2 Ba	32,34 ABa	33,20 Aa
S4			
Tc	30,79 Ba	31,36 Ba	33,49 Aa

* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si pelo teste de tukey nas colunas (níveis de salinidade), e as médias seguidas pela mesmas letras maiúsculas não diferem entre si pelo teste de tukey nas linhas (horários).

Esse aumento da temperatura do dossel com o aumento da salinidade confirma declarações anteriores de alguns autores. Segundo Furlam (2017), as plantas quando sofrem com algum tipo de estresse, tendem a fechar seus estômatos, diminuindo a taxa de transpiração e, conseqüentemente, levando ao aumento da temperatura foliar. E, para Jones et al. (2002), segundo os quais a água, quando perdida pela abertura dos estômatos, diminui a temperatura da folha, pela dissipação do calor. Entretanto, se os estômatos se fecham, a planta para de transpirar, o que leva a um aumento da temperatura foliar pelo motivo da dissipação do calor da folha ter cessado.

Resultados que corroboram com o presente trabalho também pode ser visto em

Costa (2023) e Aragão et al. (2023), no cultivo do melão, onde observaram em seus resultados que quando se aumenta o estresse nas plantas sua temperatura também aumenta.

Já no horário de 12 horas, apesar de temperaturas mais elevadas, não foi verificado diferença estatística entre os valores obtidos em função dos níveis da CEa. Isso pode ser justificado pelo fato do horário de captação das imagens ter sido logo após as irrigações, o que deve ter influenciado diretamente na temperatura do dossel da planta, pois com a maior presença de água no solo, as plantas ficaram mais turgidas equilibrando o fluxo de água e, conseqüentemente, minimizando as diferenças de temperatura do dossel. Esses resultados estão semelhantes aos obtidos por Costa (2023), monitorando o estresse hídrico através da termografia infravermelha no meloeiro nos horários de 8, 12 e 16 h, e utilizando o mesmo horário para a irrigação desta pesquisa.

Já no horário das 16 horas observam-se que dentre os níveis de salinidade S1 e S2 não houve diferença estatística para a temperatura do dossel, o mesmo acontecendo com os níveis de irrigação S3 e S4. Entretanto, as temperaturas das plantas irrigadas com águas com as maiores salinidades foram superiores as observadas nos tratamentos com irrigação com água de menor salinidade. Nesse horário de captação das imagens ocorreu uma diferença de 4,66 °C entre os tratamentos S1 e S4, respectivamente. Diferença esta superior as encontradas nos outros horários de avaliação, 8 e 12 horas, possivelmente porque às 8 h as plantas ainda não estavam tão estressadas termicamente, bem como tinham uma menor atividade fotossintética, e às 12 h o estresse pode ter sido minimizado devido ao horário da irrigação.

E, esse fato acabou divergindo do comentário de Liu et al. (2020). Os autores, utilizando estresse hídrico e examinando o potencial do uso de índices térmicos baseados em medições de temperatura do dossel para detectar estresse hídrico em plantas em ambiente natural, concluíram que o índice térmico foi recomendável na avaliação do estresse hídrico, em todas as árvores da amostra. Segundo esses mesmos autores, o meio-dia é o melhor horário para se usar os índices térmicos como indicador de estresse hídrico da planta, devido à maior parte dos estômatos estarem fechados, causando o aumento da temperatura foliar.

Aragão et. al (2013), trabalhando com lâminas de irrigação e cobertura morta no meloeiro cultivado a campo aberto, verificaram que a temperatura do dossel variou desde valores inferiores a 20,0°C, para a maior lâmina, até valores próximos a 34,0°C, com a menor lâmina. Resultado próximo ao encontrado neste trabalho quando se analisa qualitativamente a questão da resposta térmica das plantas aos estresses. Entretanto, as variações térmicas foram bem mais significativas e talvez um dos fatores que possa auxiliar na explicação dessas diferenças seja o fato de ocorrerem menores amplitudes térmicas no interior de ambientes

protegidos, em comparação a condição a campo aberto.

E, não foi perceptível uma elevação tão significativa da temperatura do dossel às 12 e 16 h em relação a máxima observada às 8 h (Tabela 6). Esses resultados corroboram com os obtidos por Costa (2023), que trabalhando com melão verificou que não houve uma diferença significativa no aumento do índice térmico entre o horário das 12 h e das 16 h, em relação ao das 8 h. Possivelmente isso ocorreu por causa da irrigação que em ambos os trabalhos foi realizada às 9 h, após a quantificação da evapotranspiração da cultura, ETc. E, segundo Dejong et al. (2015), a temperatura do dossel aumenta quando a radiação solar é absorvida, mas é resfriada quando essa energia é usada para a evaporação da água (energia latente ou transpiração) em vez de aquecer as superfícies das plantas, então um nível de transpiração elevado tende a resfriar mais a planta.

7 CONCLUSÕES

As dosagens do bioestimulante rutina não atenuaram os efeitos dos sais nas plantas em nenhuma das variáveis analisadas.

Os maiores níveis de condutividade elétrica da água de irrigação causaram uma redução acentuada nas variáveis de crescimento altura das plantas, diâmetro do caule e peso seco da parte aérea.

As variáveis de pós-colheita, excetuado o teor de sólidos solúveis, apresentaram decréscimos com a elevação da condutividade elétrica da água de irrigação.

As temperaturas do dossel das plantas foram influenciadas pelos níveis de CEa da água de irrigação elevando-se com o aumento dos mesmos.

Ocorreu variabilidade térmica entre os horários de capturas das imagens, o que deve estar relacionado ao horário das irrigações e a pequena amplitude térmica no interior do ambiente protegido.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, F. L. SÁ, M. E., SOUZA, L.C.D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.148-154, 2011.
- ABOU-SREEA, A. I. B. et al. 2021. Natural Biostimulant Attenuates Salinity Stress Effects in Chili Pepper by Remodeling Antioxidant, Ion, and Phytohormone Balances, and Augments Gene Expression. **plants**. v. 10, 2021.
- ALBUQUERQUE, J. R. T. de; SÁ, F. V. da S.; OLIVEIRA, F. A. de; PAIVA, E. P. de; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de pepino sob estresse salino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.10, p.486- 495, 2016.
- ALVES, F. A. L., SILVA, S. L. F; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.602-608, 2011.
- ARAGÃO, M. F., PINHEIRO NETO, L. G. VIANA, T.V. de A., MANZANO-JUAREZ, J., LACERDA, C. F., COSTA, J. do N., LIMA, J. S., AZEVEDO, B.M. Evaluation of crop water status of melon plants in tropical semi-arid climate using thermal imaging. **Brazilian Magazine Agricultural and Environmental Engineering**. v.27, n.6, p.447-456, 2023.
- ARAGÃO, V. F. FERNANDES, P. D., GOMES FILHO, R., SANTOS NETO, A. M. dos. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio na fase vegetativa do pimentão em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 5, n. 4, p. 361-375, 2011.
- ASHRAF, M. Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. **Flora**, v. 199, p. 361-376, 2004.
- ASSIS JÚNIOR, R. N.; SILVA, E. F. Efeito da qualidade da água de irrigação sobre os atributos físicos de um Neossolo flúvico do município de Quixeré, CE – Brasil. **Revista Brasileira Ciências. Solo**. v. 36, n. 6, p. 1778-1786, 2012.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153-218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BARROS, M. P.; GUIMARÃES, M. de A.; OLIVEIRA, F. R. A. de.; ABUD, H. F.; PINHEIRO, C. L.; SENA, M. G. T.; LEMOS NETO, H. de S.; DIAS, C. T. dos S. Tolerance of pepper cultivars (*Capsicum annum* L.) to salinity during germination and initial growth. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e9110413851, 2021 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409 |
- BESSA, R. T. Termografia na avaliação da temperatura de mudas de *Tagetes erecta* cultivadas em diferentes ambientes com e sem hidrotentor. 2021. 54 f. **Monografia** (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Disponível em: .

BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n.3, p.350-354, 2007.

BONIFÁCIO, B. F. NOBRE, R. G.; SOUSA, A. D. S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M. D.; 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, n. 4, p. 101-110, 2018.

BRANCO, L. M. C.; LACERDA, C. F.; MARINHO, A. B.; SOUSA, C. H. C.; CALVET, A. S. F.; OLIVEIRA, E. G. Production of *Bambusa vulgaris* seedlings from rhizomes under brackish water irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n.5, p. 337-342. doi: 10.1590/1807-1929/ agriambi. v. 24, n.5, p337-342, 2020.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; MELO, A. S. de; SOARES FILHO, W. dos S.; SANTOS, R. T. dos. Sensibilidade à salinidade de híbridos trifoliados e outros porta-enxertos de citros. **Revista Caatinga**, v.27, p.17–27, 2014.

BULGARI, R.; FRANZONI, G.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. **Agronomy**, v.9, 2019.

CANESIN, A.; MARTINS, J. M. D. T.; SCALON, S. de P. Q.; MASETTO, T. E. Bioestimulante no vigor de sementes e plântulas de faveiro (*Dimorphandra mollis* Benth.). **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 309-315, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602012000200016>>. doi: 10.1590/S0104- 77602012000200016.

CARVALHO, P. H. M. de; SILVA, J. S.; SILVA, R. R. da; COSTA, W. R. S.; QUEIROZ, S. O. P.; ROCHA, R. C. Produção de pimentão em ambiente protegido com água residuária. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n.3, Set, p.359-365, 2019.

CAVALCANTE, A. R.; JÚNIOR, J. A. S.; FURTADO, G. D. F.; CHAVES, L. H. G. Gas exchanges and photochemical efficiency of hydroponic bell pepper under salinity and plant density. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 3–8, 2019.

CAVALCANTI, M. L. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BARROS JÚNIOR, GENIVAL.; SOARES, F. A. L.; SIQUEIRA, E. DA. C. Tolerância da mamoneira BRS 149 à salinidade: mamoneira BRS 149 à salinidade: germinação e características de crescimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.9, p.57-61, 2005.

CEMIG. **Guia Ilustrado de Plantas do Cerrado de Minas Gerais**, 1992. 78 p.

CHAERLE, L.; STRAETEN, D. V. D. Seeing is believing: imaging techniques to monitor plant health. **Biochemical et Biophysica Acta (BBA) - Gene Structure and Expression**. v.1519, p. 153–166, 2001.

CHARLO, H. C. O. et al. Cultivo de híbridos de pimentão amarelo em fibra da casca de coco. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 155-159, 2009.

COSTA, J. N. Termografia infravermelha no monitoramento do estado hídrico do meloeiro sob irrigação déficit fixo (FDI) e regulado (RDI). 2023. 102f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Fortaleza, 2023.

DAMATTA, F. M. Ecophysiology of Tropical Tree Crops: An Introduction. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 19, n. 4, p. 239-244, 2007.

DIAS, A. S.; LIMA, G.S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. L. A.; FERNANDES, P. D. Growth and gas exchanges of cotton under water salinity and potassium combination. *Revista Caatinga*, v. 33, n. 2, p. 470 – 479, 2020.

DEJONGE, K.C., TAGHVAEIAN, S., THOMAS J. TROUT, T.J., LOUISE H. COMAS, L.H., Comparison of canopy temperature-based water stress indices for maize. *Agricultural Water Management*, v. 156, 51–62. 2015.

FANG, S.; HOU, X.; LIANG, X. Response mechanisms of plants under saline-alkali stress. *Frontiers in Plant Science*, v.12, p.667458, 2021.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.667458>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2011.

FURLAN, D. A. Coeficiente de estresse hídrico utilizando termografia infravermelha - estudos em cafeeiro conilon (*coffea canephora*). 2017. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Goytacazes – RJ, 2017.

FERREIRA NETO, M. GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D.; HOLANDA, J. S. de; BLANCO, F. F. Emissão foliar, relações iônicas e produção do coqueiro irrigado com água salina. *Ciência Rural*, v.37, p.1675-1681, 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

JONES, H. G., STOLL, M., SANTOS, T., DE SOUSA, C., CHAVES, M. M., & GRANT, O. M. (2002). Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *Journal of Experimental Botany*, v. 53, ed. 378, p. 2249-2260.

FREIRE, A. L. O.; SOUSA FILHO, G. M.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. Crescimento e nutrição mineral de nim (*Azadirachta indica* A. 41 Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. *Ciência Florestal*, v.20, p.207-215, 2010.

GAMA, A. S.; LIMA, H. N.; LOPES, M. T. G.; TEIXEIRA, W. G. Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 1, p. 121-125, 2008.

GENTILE, M. A. D.; MEDICI, L. O.; SOUZA, E. F. F. S.; CARVALHO, D. F. Produção de pimentão orgânico utilizando biomassa vegetal não-compostada como substrato. *Cadernos de Agroecologia –ISSN 2236-7934 -Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia*, São Cristóvão, Sergipe, v. 15, n. 2, p. 134-234, 2020. Disponível em:< <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/4223/4333>.

GRANDE, L., LUZ, J. M. Q.; MELO, B. de.; LANA, R. M. Q.; CARVALHO, J. O. M. de. O cultivo protegido de hortaliças em Uberlândia-MG. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, p. 241-244, 2003.s

- ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, v.116, p.175-183, 2010.
- JAMES, R.A.; SIRAUULT, X.R.R. Infrared thermography in plant phenotyping for salinity tolerance. In *Plant Salt Tolerance: Methods and Protocols*; Shabala, S., Cuin, T.A., Eds.; **Humana Press**: Totowa, NJ, USA, 2012; p. 173–189.
- AL-KARAKI, G.N.; OTHMAN, Y. Effect of foliar application of amino acid biostimulants on growth, macronutrient, total phenol contents and antioxidant activity of soilless grown lettuce cultivars. **South African Journal of Botany**. v. 54, p. 225-231. 2023.
- LEMO NETO, H., NOGUEIRA, S., ALENCAR, T., LIMA, M., SANTOS, WESLEY. Análise do crescimento inicial do pimentão submetido a diferentes níveis de salinidade. **Enciclopédia biosfera**. v. 08 n. 14, 2012.
- LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A, S.; Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.
- LIU, N.; DENG, Z.; WANG, H.; LUO, Z.; HUGO A.; JURADO, G.; HE, X.; GUAN, H. Thermal remote sensing of plant water stress in natural ecosystems. **Forest Ecology and Management**, v. 476, 118433, 2020. Disponível em: doi: 10.1016/j.foreco.2020.118433
- LÚCIO, A. D.; MELLO, R. M.; STORCK, L.; CARPESR, I. H.; BOLIGON, A.A.; ZANARDO, B. Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 766-770, 2004.
- LYCOSKOUFIS, L. H.; D. SAVVAS; MAVROGIANOPOULOS, G. Growth, gas exchange and nutrient status in pepper (*Capsicum annum* L.) grown in re-circulating nutrient solution as affected by salinity imposed to half of the root system. **Science Horticulturae**, v.106, p. 147-161, 2005.
- MAES, W. H.; STEPPE, K. Estimating evapotranspiration and drought stress with ground-based thermal remote sensing in agriculture: a review. **Journal of Experimental Botany**, v.63, p.4671–4712, 2012.
- MARCUSSI, F. F. N.; BÔAS, R.L.V. Teores de micronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. **Irriga**, v. 8, n. 2, p. 120-131, 2003.
- MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TICONO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.947-954, 2013.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400012>
- MERON, M.; SPRINTSIN, M.; TSIPRIS, J.; ALCHANATIS, V.; COHEN, Y. Foliage AGRARIAN ACADEMY, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.8, n.16 P.103 2021 temperature extraction from thermal imagery for crop water stress determination. **Precision Agriculture**, v. 14, p. 467–477, 2013.
- MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: Editora UFV: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 220p.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 03, p. 645-663, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F. DE S; OLIVEIRA, M. K. T. DE; SOUZA, A.A. T.; FERREIRA, J.A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. Manejo de Solo, Água e Planta. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 5, 2013 <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500001>

OLIVEIRA, F. A.; SÁ, F. V. S.; PAIVA, E. P.; ARAÚJO, E. B. G.; SOUTO, L. S.; ANDRADE, R. A.; SILVA, M. K. N. Emergência e crescimento inicial de plântulas de beterraba cv. Chata do Egito sob estresse salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, p.01-06, 2015.

OLIVEIRA, V. K. N.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; GHEY, H. R.; LACERDA, C. F.; CHAVES, H. G. C.; FERNANDES, P. D. Foliar Application of Salicylic Acid Mitigates Saline Stress on Physiology, Production, and Post-Harvest Quality of Hydroponic Japanese Cucumber. **Agriculture**, v.13, p. 395, 2023.

OMOARELOJIE, L. O. , Kulkarni, M. G. , FINNIE, J. F. , Staden, J. V. Modes of action of biostimulants in plants. In: Gupta S, Van Staden J, editors. Biostimulants for crops from seed germination to plant development. London: **Academic Press**; 2021. p. 445–65.

PALANGANA F. C; SILVA E. S; GOTO R.; ONO E. O. Ação conjunta de citocinina, giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.751-755. 2012.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PEREIRA, M. M. ; MARINHO, A. B. VIANA, T. V. DE A.; ARRUDA, R. DA S. CALVET, A. F. Produtividade do pimentão amarelo sob lâminas de irrigação e doses de biofertilizante. **Revista Ifes Ciência**, nº 2, V.1, 2015.

PIEREZAN, L., SCALON, S. de P. Q., PEREIRA, Z. V. Emergência de plântulas e crescimento de mudas de jatobá com uso de bioestimulante e sombreamento. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 127-133, 2012.

PINEDA, M., BÁRON, M., BUENO, M. L. P. Thermal Imaging for Plant Stress Detection and Phenotyping. **Remote Sensing**. v. 13, n. 68, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs13010068>

PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; CHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUSA, P. S.; DANTAS, D. C. Evolução da salinidade e do pH de um solo sob cultivo de melão irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p.1130-1137, 2011.

PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. **Fisiologia e bioquímica do estresse salino em plantas**. In: GHERY, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza: INCT Sal, 2010. 472 p.

REGES, K. S. L.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; SANTOS, F. S. S.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M. Estresse salino em plantas de pimentão em sistema semihidropônico sob fertilização orgânica e mineral. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI*, v. 11, n. 6, 2017.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum, pimentas e pimentões no Brasil**. Brasília, DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. 113 p.

REGHIN, M. Y.; OTTO, R. F.; SILVA, J. B. C. Stimulate® Mo e proteção com tecido não tecido no pré-enraizamento de mudas de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 53-56, 2000.

RIBEIRO, C. S. C.; CRUZ, D.M.R. Tendências de Mercado: comércio de pimentão está em expansão. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, v. 3, n. 14, p. 16-19, 2002.

RINALDI, M. M. et al. Características físico-químicas e nutricionais de pimentão produzido em campo e hidroponia. **Ciência Tecnologia de Alimentos**. v. 28, p. 558-563, 2008.

REZENDE, G. F. MACHADO, B. Q. V. SÁ JUNIOR, A. DE, SOUSA, L. B. DE, LANA, R. M. Q. Efeitos da aplicação de bioestimulantes em sementes de algodão. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.12, n 1, p. 177-181, 2017.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica Econômica Brasileira**. 2 eds. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. P.93.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB. 2000, 117p. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; ANTONIO NETO, P.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Produção de mudas de mamoeiro irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1047-1054, 2013.

SANTOS, D. P.; SANTOS, C. S.; SILVA, P. F.; PINHEIRO, M. P. M. A.; SANTOS, J. C. Growth and biomass beet under irrigation supplementary with water different concentrations saline. **Revista Ceres**, v. 63, n. 4, p. 509-516, 2016.

SANTOS, H. L. dos; FERREIRA, M. B.; D'ASSUMPCÃO, W. R. C.; GAVILANES, M. L.; COUTO, E. de S.; SANTOS, F. C. Espécies arbóreas responsáveis por intoxicação em bovinos _ I: *Dimorphandra mollis* Benth e *Dimorphandra wilsonii* Rizz. **Anais do XXV Congresso Nacional de Botânica**, Rio de Janeiro, 573-585, 1977.

SANTOS, P. R., MELO, R. A., CARVALHO FILHO, J. L.S, FERREIRA, I. V.S., SILVA, F.S., LIMA FILHO, F. P., MENEZES, D. Performance of lines and hybrids of sweet pepper under two pruning systems and hydroponic cultivation. **Horticultura Brasileira**. V.35, n.1, 2017.

SANTOS, T. T.; CHAGAS, A. B.; SANTOS, J. K. B.; SANTOS, E.; BARROS, R. B. Estudo do desenvolvimento fenológico de duas gerações do Pimentão All Big (*Capsicum annuum* L.) plantados em vasos. **Diversitas Journal**, v. 3, n. 3, p. 539-548, 2018.

- SARAIVA, G.; ANDRADE, R.; SOUZA, G. Termografia por infravermelho como ferramenta de diagnóstico precoce de estresse hídrico severo em soja. **Agrarian Academy**, v. 1, n. 2, p. 158-169, 2014.
- SILVA, E. C. A. DA.; COSTA, J. R. DA S.; COSTA, P. C. F. DA.; ALCANTARA, A. M. A. C. DE.; SANTOS, C. A. DOS.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019.
- SILVA, P. da; OLIVEIRA, A. C. da; ALVES, N. F.; SILVA, V. L. da.; SILVA, T. L. da. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agraria**, v. 15, n.3, p.104-115, 2019.
- SILVA, J.; ALMEIDA, M.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E. Produção de pimentão em ambiente protegido sob diferentes concentrações de microrganismos eficientes. **Enciclopédia Biosfera**, v.17, p.408-416, 2020.
- SILVA, J. R. da; NUNES, G. H. de S.; NEGREIROS, M. Z. de; TORRES, J. F.; DANTAS, M. S. M. Interação genótipo x ambiente em melancia no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Caatinga**, v.21, p.95-100, 2008.
- SILVA, M. A. A.; ESCOBEDO, J. F.; GALVANI, E. Influência da cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) nos elementos ambientais em ambiente protegido. **Irriga**, v. 7, n. 3, p. 230-240, 2002.
- SILVA, A. O. DA.; SOUSA, L. M. DE.; TORSIAN, W. S. Inovações no plantio de pimentão. Campo e negócios. 2022. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/inovacoes-no-plantio-de-pimentao/>. Acesso em: 01 de novembro 2022.
- SILVEIRA, J. M. C.; CÂNDIDO, B. M.; SILVA, A. L. B. O.; PAVÃO, G. C.; XAVIER, M. A.; PIRES, R. C. M. Uso de imagens multiespectrais e termográficas para monitoramento das condições hídricas da cana-de-açúcar. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 689- **Agrarian Academy**, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.8, n.16 P.104 2021 696, 2020.
- SIMÕES, C. M. O. (organizadora). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/Ed. da UFSC, 2000.
- SIMON, M. A.; GONZALEZ, E. A. Z. JOSE M.; ZAPATA, C.; NICOLÁS, J. J. M.; SIMÓN, I.; GRAO, S.S.; SÁNCHEZ, F.G. Effect of foliar application of amino acids on the salinity tolerance of tomato plants cultivated under hydroponic system. **Scientia Horticulturae**. v, 272, p, 109-509, 2020.
- SHEHATA. S.; ABDEL-AZEM, H.; ABOU EL-YAZIED, A.; EL-GIZAWY, A. AEffect of foliar transfer with amino acids and seaweed extract on the chemical constitution of celeriac plant growth, yield and quality. **European Journal of Scientific Research**. V. 58, n. 2, p. 257 – 265, 2011.
- SHAHZAD, B. YUN, PING. SHABALA, L. ZHOU, M. A , SELLAMUTHU, VENKATARAMAN, G. CHEN, Z. H. Unravelling the physiological basis of salinity stress tolerance in cultivated and wild rice species. **Functional Plant Biology**. v. 49, p. 4 , p. 351-364 , 2022.

SCHMIDT, D. et al. Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.1, p.89- 96, 2017.

SOUSA, H. C.; DE SOUSA, G. G.; CAMBISSA, P. B.; LESSA, C. I.; VAI, G. F.; SILVA, F. D. B.; VIANA, T. V. A. Gas exchange and growth of zucchini crop subjected to salt and water stress. **Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambiental**. v. 26, 815–822, 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**, 6^a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TARASEVIČIENĖ, Ž.; VELIČKA, A.; PAULAUSKIENE, A. Impact of Foliar Application of Amino Acids on Total Phenols, Phenolic Acids Content of Different Mints Varieties under the Field Condition. **Plants** v, 10, ed. 3 DOI:10.3390/plants10030599

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill)**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2004. 47p.

VILLAS BÔAS, R. L.; ZANINI, J. R.; DUENHAS, L. H. **Uso e manejo de fertilizantes em fertirrigação**. In: ZANINI, J. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; FEITOSA FILHO, J. C. **Uso e manejo da fertirrigação e hidroponia**: Jaboticabal: Funep, 2002. 65p.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Tolerância das plantas a salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, p. 1-23, 2010.

YAKHIN, O. I.; LUBYANOV, A. A.; YAKHIN, I. A.; BROWN, P. H. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**, 7: 1-32, 2017.