



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

SAMARY GREICIELY DOS SANTOS

**ECOFISIOLOGIA DO PIMENTÃO SOB ESTRESSE SALINO E
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

POMBAL - PB

2023

SAMARY GREICIELY DOS SANTOS

**ECOFISIOLOGIA DO PIMENTÃO SOB ESTRESSE SALINO E
ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL- PB

2023

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA SETORIAL
CAMPUS POMBAL/CCTA/UFMG**

S636e Santos, Samary Greiciely dos.
Ecofisiologia do pimentão sob estresse salino e adubação nitrogenada / Samary Greiciely dos Santos. – Pombal, 2023.
38 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Prof. Dr. Geovani Soares de Lima”.

Referências.

1. Pimentão. 2. Águas salinas. 3. Nutrição mineral. 4. *Capsicum annuum* L. I. Soares, Lauriane Almeida dos A. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 635.649 (043)

SAMARY GREICIELY DOS SANTOS

**ECOFISIOLOGIA DO PIMENTÃO SOB ESTRESSE SALINO E ADUBAÇÃO
NITROGENADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 08/02/2023

BANCA EXAMINADORA:

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Orientadora - Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Geovani Soares de Lima

Co-orientador – Prof. Dr. Geovani Soares de Lima
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Semirames do Nascimento Silva

Membro – Profa. Dra. Semirames do Nascimento Silva
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Iara Almeida Roque

Membro – M. Sc. Iara Almeida Roque
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL-PB

2023

A minha mãe Maria Auxiliadora (Sila), mulher do campo, batalhadora, de fibra, que apesar de todo o sofrimento em ter sua filha distante, seguiu firme , me apoiando, sentindo orgulho ao falar sobre minha pessoa. Honrarei- te mãe !

A minha segunda mãe, Janeide Santos uma pessoa mais que especial na minha vida, que sempre me alavancou, e não mediu esforços para investir em mim, minha eterna gratidão. Eu não conseguiria sem o seu apoio e sua palavra amiga.

Ao meu pai, Gabriel Santos homem ímpar, que de imediato me deixou voar, me apoiando a vir para a Universidade em busca de um futuro melhor, homem do campo, de postura firme e coração amolecido. Honrarei-te pai!

Às minhas irmãs, que independente de qualquer coisa, nunca soltaram a minha mão, sempre me exaltando, me incentivando, me ajudando quando eu mais precisei nessa jornada na graduação .

Minha família é meu tudo, esse diploma também será de vocês, amo cada um imensamente!

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a minha pessoa por superar as adversidades da academia com êxito, conseguir ver o lado positivo até mesmo em situações desfavoráveis, manter a calma em momentos adversos para preservar minha saúde mental.

Aos meus pais, Maria Auxiliadora e Gabriel Emanuel, por serem o meu maior motivo de iniciar, continuar e concluir essa graduação. Vocês são sinônimos de força, trabalho e superação de mulher e homem do campo que não mediu esforços para me manter e apoiar durante essa jornada.

À minha segunda mãe, Janeide Santos, pelo o apoio desde sempre, os conselhos, a ajuda de uma vida inteira, minha fonte de inspiração, meu exemplo de mulher. Às minhas irmãs Gabriela Emanuela e Grasielly Santos pela paciência, pelas ajudas, pelo apoio.

Aos meus cunhados, Roberval e André, por embarcarem e também fazerem parte dessa jornada, pela ajuda, pelo apoio, pelas palavras motivadoras.

Às amigadas de curso construídas durante a graduação, no qual dividimos momentos alegres, de frustrações e de superações, em especial a Juliana Cariri, Rafael Silva, Jonathan Bernardo (Dom), Carlos Eduardo e Luana Oliveira. Aos meus colegas de curso, Lauro Araújo, Diego Paiva, Eliana Rocha Rute Lemos, Rodolfo Barbosa, Francileide Lima, Elizeneudo Nogueira, Yago Rodrigues, Vitor Rodrigues, Rayan Araújo, Kaick Nogueira, José Amaro, Mizaél Medeiros e Eduardo Nascimento.

Aos meus amigos de longas datas que sempre elevam minha capacidade me motivando, Dayanny, Antônio Neto e Everton Dantas.

À Rosy Karina e Nadielly Vieira que compartilharam da vida acadêmica e pessoal comigo por um bom tempo, que me fizeram crescer, amadurecer e enxergar que em situações ruins posso extrair o lado bom e levar como aprendizado de vida.

Às pessoas especiais que me acolheram na cidade de Pombal-PB, que levarei em meu coração, Virna Alencar, Vanessa Alencar e Luciene Silva.

Ao grupo de extensão AGROTEC, no qual eu fiz parte, que somou muito no início da graduação, em orientação da Dra Herllange Chaves e Rosilene Agra, em especial a José Jaciel, Michel Douglas, Mailson Gonçalves, no qual compartilhamos momentos além da extensão.

À assistência social da UFCG, por quem eu fui assistida e acolhida, minha gratidão ao assistente social Sebastião Rodrigues, e a psicóloga Valeska Soares.

À minha família residência, onde eu criei vínculos especiais que levarei para a vida. A todos os terceirizados: porteiros, cozinheiros, vigilantes, serviço gerais. Minha sincera gratidão. Em especial a minha querida Franciedi Urtiga (Fran), que zelou da residência nos anos que morei, sempre generosa, disposta a ajudar, a conversar e incentivar.

Aos meus queridos, Aristeu Neto e Leonardo Mendes, por deixar meus dias mais radiantes e alegres, menos tensos nesses dois últimos períodos de graduação.

Ao excelentíssimo Doutor Inácio Marinho, grande professor da Agronomia e da vida, no qual tive o imenso prazer em conhecer e ter sido supervisionada pelo mesmo no estágio. Ao médico veterinário Ednaldo Neto por sua paciência, lições de vida e atribuições. A toda a equipe da Empaer Pombal, e aos meus colegas de estágio que deixaram minhas manhãs mais agradáveis.

Às minhas duas meninas, Maria Eduarda e Laryssa Sales, por me impulsionar e exaltar quando eu preciso.

Ao grupo de pesquisa MASP, em especial a pesquisadora Iara Roque.

À minha orientadora Lauriane Almeida por acreditar em mim, ser essa mulher simples, generosa, paciente, que acalenta, motiva e impulsiona que não mede esforços para ajudar, sempre acessível quando precisei, com palavras amigas. Ao meu co-orientador Geovani Soares, professor modelo em pesquisas científicas.

A todo o corpo que forma a UFCG, essa instituição incrível, aos professores pelos ensinamentos e atribuições, em especial, Ewerton Marinho, Fernandes Almeida, Renilton Correa, Rômulo Gil, Antônio João e Pollyanna Agra e Semirames do Nascimento. Também ao meu orientador de monitoria por dois períodos, Vitor Abílio, por sua responsabilidade, paciência e sensatez no trabalho que faz.

Às minhas companheiras de quarto (Q11), Natália Pereira, Cândida Lucile e Elizabete Queiroz, que tive o privilégio de conhecer e conviver, com suas diversas personalidades, contribuindo de alguma forma na minha vida.

Meu muito obrigada!

“Aquele que supre a semente ao que semeia e o pão ao que come, também lhes suprirá e aumentará a semente e fará crescer os frutos da sua justiça”.

2 Coríntios 9:10

SANTOS, S. G. dos. **Ecofisiologia do pimentão sob estresse salino e adubação nitrogenada**. 2023. 38f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O uso de águas salinas para fins de irrigação em regiões semiáridas é um desafio para a produção hortícola, por ser uma região de chuvas irregulares, de baixa precipitação tendo como consequência a escassez hídrica, então, a água disponível quase sempre é a do subsolo, no qual é adquirida através de perfurações de poços artesianos, Pelo o fato das hortaliças serem plantas sensíveis às condições de estresse salino, faz-se necessário o uso de técnicas que proporcionem a aclimação de plantas, destacando-se a adubação nitrogenada. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os pigmentos cloroplastídicos, as relações hídricas e o crescimento do pimentão cultivado sob águas salinas e adubação nitrogenada. O experimento foi conduzido em condições de campo na Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, onde se utilizou um delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 5×5 , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,3; 1; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m^{-1}) e cinco doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150% da dose recomendada para a cultura), com três repetições. As doses de 125 e 150% de N proporcionam maior teor relativo de água em plantas de pimentão irrigadas com água de condutividade elétrica de até 1,7 dS m^{-1} . Os teores de clorofilas a, b, totais, carotenóides e o diâmetro de caule do pimentão foram reduzidos quando adubado com 150% de N e irrigado com água de condutividade elétrica de 3,1 dS m^{-1} .

Palavras-chave: águas salinas, *Capsicum annuum* L. nutrição mineral.

SANTOS, S. G. dos. **Ecophysiology of sweet pepper under salt stress and nitrogen fertilization**. 2023. 38f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

ABSTRACT

The use of saline water for irrigation purposes in semi-arid regions is a challenge for horticultural production, as it is a region of irregular rainfall, low precipitation, resulting in water scarcity, so the available water is almost always underground, in which it is acquired through drilling artesian wells, Due to the fact that vegetables are plants sensitive to saline stress conditions, it is necessary to use techniques that provide the acclimatization of plants, highlighting nitrogen fertilization. In view of the above, the objective was to evaluate the chloroplast pigments, the water relations and the growth of bell pepper cultivated under saline water and nitrogen fertilization. The experiment was conducted under field conditions at the Federal University of Campina Grande, Pombal-PB, where an experimental design was used in randomized blocks in a 5 × 5 factorial scheme, referring to five levels of electrical conductivity of irrigation water (0.3; 1; 1.7; 2.4 and 3.1 dS m⁻¹) and five doses of nitrogen (50; 75; 100; 125 and 150% of the recommended dose for the culture), with three replications. Doses of 125 and 150% of N provide higher relative water content in sweet pepper plants irrigated with water with an electrical conductivity of up to 1.7 dS m⁻¹. The contents of chlorophylls a, b, total, carotenoids and stem diameter of bell pepper were reduced when fertilized with 150% N and irrigated with water with electrical conductivity of 3.1 dS m⁻¹.

Keywords: *Capsicum annuum* L., mineral nutrition, saline water.

LISTA DE TABELA

	Pág.
Tabela 1 Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.....	20
Tabela 2 Resumo da análise de variância para teores de clorofila a (CLa), b (CLb) e total (CL _{Totais}), carotenoides (Carot), teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (EXT) das plantas de pimentão aos 45 dias após transplântio cultivadas sob níveis salinos e doses de nitrogênio.....	24
Tabela 3 Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) das plantas de pimentão aos 35 dias após transplântio cultivadas com sob níveis salinos e doses de nitrogênio.....	29

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Dados de temperatura máxima - Tmax e mínima - Tmin (A) e precipitação - P e umidade relativa do ar - UR (B) durante o período experimental.....	19
Figura 2 Teores de clorofila <i>a</i> - <i>Cl_a</i> (A), <i>b</i> (B) e totais - <i>CL_{Totais}</i> (C) em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada aos 45 dias após o transplantio.....	25
Figura 3 Teores de carotenóides (Carot) de folhas de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.....	27
Figura 4 Teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (EXT) de folhas de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.....	28
Figura 5 Altura de plantas (AP) – A, diâmetro de caule (DC) – B e número de folhas (NF) – C de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.....	30

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE TABELA.....	x
LISTA DE FIGURAS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS	14
Geral	14
Específico.....	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
Aspectos gerais do pimentão.....	15
Efeito do estresse salino sobre as plantas	15
Adubação nitrogenada como atenuante no estresse salino	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
Localização	19
Delineamento estatístico e tratamentos.....	19
Condições de cultivo.....	19
Variáveis analisadas	21
Pigmentos cloroplastídicos	21
Estado hídrico foliar	22
Extravasamento de eletrólitos	22
4.7.4. Crescimento	23
Análises estatísticas	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6. CONCLUSÕES.....	32
7. REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça de importância econômica no Brasil, utilizada como condimento em diversos pratos da culinária brasileira, pertencente à família das Solanáceas, apresenta um ciclo curto de produção e, com isto, rápido retorno financeiro (Casais et al., 2018; Silva et al., 2020).

Uma das principais limitações na produção dessa cultura no semiárido brasileiro é a disponibilidade de água para irrigação, devido à elevada evapotranspiração e baixa pluviosidade, com chuvas concentradas em alguns meses do ano, seguidos de longos períodos de estiagem (Paixão et al., 2020; Silva et al., 2021). Tornando-se necessária a utilização de águas com elevados teores de sais para a irrigação das culturas, predominantes no semiárido brasileiro (Diniz et al., 2017).

Em geral, o excesso de sais no solo e/ou água ocasionam efeitos deletérios de natureza osmótica e iônica nas plantas, principalmente em hortaliças, como o pimentão (Cavalcante et al., 2019; Santos et al., 2020). Por ser uma cultura dependente da irrigação, o uso de água com salinidade elevada pode ocasionar limitações no crescimento e na produção, em geral, devido à redução do potencial osmótico na solução do solo, podendo, também, ocasionar efeitos iônicos, como toxicidade e desequilíbrio nutricional (Melo et al., 2017; Barros et al., 2021).

Entretanto, as plantas desenvolveram uma ampla gama de mecanismos para tolerar a uma variedade de condições de estresse. Evidências apontam que os nutrientes minerais, dentre eles o nitrogênio, desempenham um papel fundamental na tolerância das plantas ao estresse salino, devido ao seu papel como constituinte de aminoácidos, proteínas, enzimas e outras moléculas, responsáveis pela homeostase osmótica na planta (Bezerra et al., 2018), além da elevação na relação NO_3/Cl^- , proporcionando homeostase iônica mesmo em condições de estresse salino (Silva et al., 2021; Roque et al., 2022a).

Todavia, poucas informações estão disponíveis sobre os efeitos interativos da salinidade e fertilização nitrogenada nas respostas morfofisiológicas do pimentão, sendo, estudos desta natureza, importantes para melhoria das práticas de produção em condições onde apenas estejam disponíveis águas com maiores teores de sais (Lima et al., 2016).

2. OBJETIVOS

Geral

Avaliar a ecofisiologia do pimentão cultivado sob estresse salino e adubação nitrogenada.

Específicos

Registrar as alterações no crescimento ocasionadas às plantas de pimentão pelo estresse salino e adubação nitrogenada.

Determinar teor de pigmentos cloroplastídicos do pimentão cultivado sob níveis salinos da água de irrigação e doses de nitrogênio.

Avaliar o efeito do estresse salino e adubação nitrogenada em plantas de pimentão sobre o teor relativo de água e extravasamento de eletrólitos.

Estimar a dose de N que proporcione aclimatação em plantas de pimentão cultivadas sob níveis salinos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Aspectos gerais do pimentão

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é pertencente à família das solanáceas e tem como centro de origem a América tropical. Dentre as características da cultura podem-se citar seu crescimento arbustivo e a presença de caule semilenhoso, observando-se ramificações até o final do ciclo de cultivo. Embora existam variações entre as cultivares, as suas folhas são descritas como simples, lanceoladas ou ovaladas (Machuca, 2018; Mortate et al., 2018).

A cultura do pimentão é altamente valorizada e amplamente cultivada em todo mundo, constituindo-se, inclusive, em importante fonte de renda para a agricultura familiar (Abdelkhalik et al., 2019). A produção mundial de pimentão e pimentas no ano de 2014 teve como principais regiões produtoras a Ásia (67,3%), as Américas (13,3%) e a África (10%), destacando-se como maior produtor a China, seguida pelo México, Turquia e Indonésia (FAO, 2017). No Brasil, a cultura do pimentão tem uma grande importância econômica, estando entre as dez hortaliças mais produzidas, cujos principais estados produtores são Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Pernambuco (Brainer et al., 2021).

É uma planta anual, arbustiva ereta, com 40 a 150 cm de altura, sendo predominantemente autógama, ou seja, autofecunda-se, mas possui uma taxa de polinização cruzada (alogamia) de 36%. As flores são pequenas com 1 a 2 cm de diâmetro, pentâmeras, hermafroditas e de corola branca. O fruto é uma baga lisa e lustrosa por fora apresentando de 2 a 4 lóculos, parcialmente oco por dentro, cujas sementes localizam-se aderidas à placenta central na base do fruto, são chatas, arredondadas de cor palha (Blat et al., 2007).

Os frutos do pimentão têm por característica a ocorrência de grande diversidade tanto em cores, como em formas e sabores, podendo ser encontrados frutos de coloração verde, vermelha, amarela, laranja e até lilás, conforme a variedade cultivada e o estágio de maturação do fruto. As inúmeras aplicações culinárias fazem do pimentão um fruto de amplo consumo em diversas regiões do Brasil, sendo consumidos verdes ou maduros (Santos et al., 2017).

Efeito do estresse salino sobre as plantas

A salinidade é um fator limitante para o desenvolvimento e produtividade de plantas e exerce efeitos complexos sobre as plantas, como efeitos osmóticos ou influência sobre as relações hídricas; efeitos por toxicidade específica dos íons; efeitos por desequilíbrio

nutricional e efeitos sobre o balanço de energia (Cavalcante et al., 2010). A presença de sais na solução do solo faz com que aumentem as forças de retenção por seu efeito osmótico e, portanto, a magnitude do problema de escassez de água nas plantas. O aumento da pressão osmótica causado pelo excesso de sais solúveis poderá atingir um nível em que as plantas não terão forças de sucção suficiente para superar a pressão osmótica e, em consequência as plantas não irão absorver água, mesmo de um solo aparentemente úmido causando seca fisiológica (Dias et al., 2016).

O efeito da salinidade sobre as plantas ocorre devido a dois fatores distintos do estresse salino: o componente iônico (elevados teores de Na e Cl e da relação K/Na e outros nutrientes) e o componente osmótico (elevação da concentração de solutos na solução solo). Quanto ao efeito iônico, resultado do acúmulo de Na^+ e Cl^- em tecidos vegetais, o que acaba ocasionando reduções no crescimento e produção das plantas (Cavalcante et al., 2010).

A redução no potencial hídrico dos tecidos, causada pelo excesso de sais, provoca restrição no crescimento, porque as taxas de alongação e de divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular. O balanço osmótico é essencial para o crescimento dos vegetais em meio salino, e qualquer falha nesse balanço resultará em injúrias semelhantes aos do estresse hídrico, como a perda de turgescência e a redução no crescimento, resultando em plantas atrofiadas, desidratadas e conseqüentemente, em morte das células (Ashraf; Harris, 2004).

Problemas de toxicidade também podem surgir quando os íons na água de irrigação ou no solo se acumulam excessivamente no tecido da planta de tal forma que causam reduções no rendimento, independentemente da concentração total de sais. Este excesso, a princípio, promove um desbalanceamento osmótico celular e, posteriormente, uma toxidez iônica que causa danos ao citoplasma, resultando em danos visíveis principalmente na bordadura e no ápice das folhas mais velhas onde o acúmulo é maior (Dias et al., 2016). Os processos mais diretamente associados com a toxicidade iônica são a senescência e a morte celular, ambas induzidas por salinidade. Esses dois processos são complexos e interligados e são respostas comuns das plantas a estresses abióticos (Silveira et al., 2010).

De acordo com Leonardo et al. (2007) ocorre uma correlação inversa entre condutividade elétrica do solo e o peso médio dos frutos do pimentão, ou seja, quanto maior a CE do solo, menor o peso médio dos frutos, com decréscimo de 15% no peso médio de frutos com o aumento unitário da CE. Provavelmente, este dano fisiológico esteja relacionado ao

baixo teor de Ca^{+2} disponível às plantas nessa situação de estresse ou à interação negativa entre K^{+} e Ca^{+2} .

Adubação nitrogenada como atenuante no estresse salino

O nitrogênio é o elemento mineral geralmente mais requerido pelas plantas e considerado o elemento cuja deficiência constitui-se em um dos principais fatores limitantes da produção. O nitrogênio possui papel relevante no metabolismo vegetal, atuando nos processos de crescimento e desenvolvimento das plantas, alterando, por exemplo, a relação fonte-dreno e, conseqüentemente, a distribuição de compostos fotoassimilados entre órgãos vegetativos e reprodutivos (Oliveira et al., 2012).

Segundo Ferreira (2014), o uso do nitrogênio possibilita um melhor crescimento e desenvolvimento, a planta fica menos susceptível ao ataque de pragas e doenças, podendo atenuar e oferecer resistência às culturas nos períodos de déficit hídrico, ou quando submetidos a outros estresses, como por exemplo, o estresse salino. Diversos estudos têm sido realizados analisando os efeitos da adubação nitrogenada em cultivos agrícolas, como em Araújo et al. (2009) que investigaram características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido em resposta à doses de N aplicados via fertirrigação, e constataram aumento no número de frutos de qualidade superior em resposta ao aumento das doses de N.

O nitrogênio em concentrações adequadas pode favorecer uma competição entre cátions e ânions na absorção pelas plantas, ou seja, o aumento na concentração desse nutriente na zona radicular, principalmente na forma de nitrato pode inibir a absorção de sódio. (Taiz et al., 2017). Esse efeito benéfico da utilização do nitrogênio ocorre devido a sua atuação diretamente no metabolismo das plantas, como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucleicos, aminoácidos e proteínas nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas e metabólitos secundários, que estão relacionados com a defesa da planta, processos bioquímicos e fisiológicos importantes, tais como fotossíntese, respiração, desenvolvimento das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular (Chaves et al., 2011; Silva et al., 2013).

Ao analisar a morfofisiologia da goiabeira sob irrigação com águas salinas e adubação nitrogenada, Bezerra et al. (2018) observaram que a salinidade da água de irrigação acima de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ influencia negativamente a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO_2 , a concentração interna de CO_2 , a taxa de transpiração, a eficiência instantânea no uso da água.

Sá et al. (2018) concluíram que o aumento de 40% de nitrogênio com irrigação de 2,2 dS m⁻¹ aumentou a síntese de clorofila b e carotenoides em plantas de acerola.

Em pesquisa realizada por Bezerra et al. (2019), com maracujá amarelo o aumento na condutividade elétrica da água de irrigação de 0,3 para 4,0 dS m⁻¹ reduziu a altura em 58% as mudas sem fertilizante, e 81% quando utilizou ureia, e de 74% com sulfato de amônio, e para o diâmetro, as reduções foram de 26%, 50% e 39%. Silva et al (2019) em estudos com doses de adubação nitrogenada e níveis salinos ao avaliarem a concentração interna de CO₂, observaram que plantas de melancia cultivadas sob adubação com 50% de N e submetidas ao uso de água salina no estágio de floração, maturação do fruto e estágio vegetativo/floração apresentaram maior incremento na concentração intercelular de CO₂.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Localização

O experimento foi desenvolvido durante o período de outubro a dezembro de 2020, em condições de campo sob sombreamento de 70%, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" de latitude e 37°48'01" de longitude, a uma altitude de 194 m (google eath , 2020). Na Figura 1 estão contidos os dados de temperatura máxima e mínima do ar, precipitação e umidade relativa do ar coletados durante o período de condução do experimento.

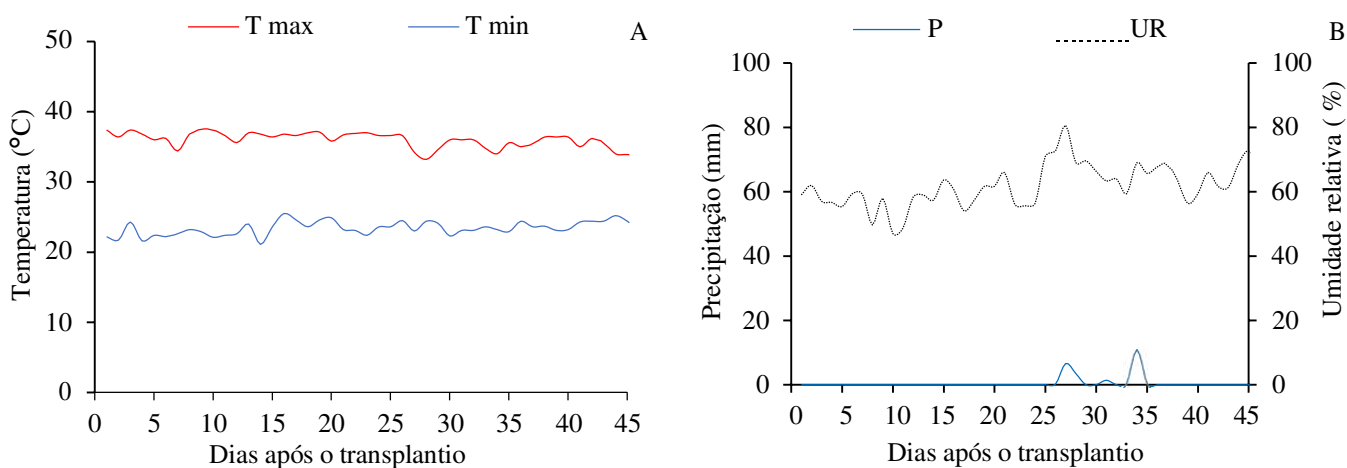


Figura 1. Dados de temperatura máxima - Tmax e mínima - Tmin (A) e precipitação - P e umidade relativa do ar - UR (B) durante o período experimental.

Delineamento estatístico e tratamentos

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×5 , referente a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1 dS m^{-1}) e cinco doses de nitrogênio - DN (50; 75; 100; 125 e 150% de N), referentes a dose recomendado para a cultura contida em Trani et al. (2014), resultando em 25 tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela, totalizando 75 unidades experimentais.

Condições de cultivo

Foi utilizada a cultivar Yolo Wonder, sendo semeadas duas sementes por célula, em bandeja de polietileno com 162 células e capacidade de 50 ml, sendo, anteriormente,

preenchidas com substrato proveniente da mistura de areia, solo e esterco na proporção 1:1:2, respectivamente, nessa fase as plantas foram irrigadas diariamente com água de baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹), posteriormente, foi realizado o desbaste de plantas, deixando-se apenas uma planta por célula.

O transplantio foi realizado aos 15 dias após a semeadura para os vasos adaptados como lisímetros de drenagem (20 L de capacidade), os quais receberam uma camada de 3 cm de brita sob uma manta geotêxtil cobrindo a base do recipiente, para evitar a obstrução pelo material de solo e em seguida, foram adicionados 22 kg de um Neossolo Flúvico de textura Franco Arenoso em cada vaso. Os vasos foram dispostos em fileiras simples espaçados de 0,60 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas. As características físicas e químicas do solo utilizado no experimento (Tabela 1) foram determinadas de acordo com Teixeira et al. (2017).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

pH H ₂ O) (1:2,5)	MO. g kg ⁻¹	P (mg kg ⁻¹)	Características químicas					H ⁺
			K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
.....Características químicas.....		Características físicas.....					
CEes (dS m ⁻¹)	CTC cmol _c kg ⁻¹	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}	PST %	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)	
2,15	22,33	0,67	7,34	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²
				572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, MO. – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1, 2} referente aos limites de capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

As diferentes condutividades elétricas das águas utilizadas no manejo da irrigação foram determinadas com base em estudos realizados por Lima et al. (2016), onde foram preparadas a partir da dissolução do cloreto de sódio (NaCl) considerando a relação entre CEa e concentração de sais Q (mmol_c L⁻¹) = 10 × CEa (dS m⁻¹) extraída de Richards (1954) em água de sistema público de abastecimento de Pombal-PB. As irrigações foram realizadas diariamente com água de baixa condutividade elétrica (0,3 dS m⁻¹) até os 15 dias após o transplantio (DAT) e, após este período, iniciou-se a irrigação com os diferentes níveis salinos, sendo o volume de água aplicado determinado de acordo com a necessidade hídrica das plantas, de acordo com a Eq. 1:

$$VC = \frac{VA - VD}{1 - FL} \quad (1)$$

Em que:

VC - volume consumido (L);

VA - volume de água aplicado às plantas no dia anterior;

VD - volume drenado, quantificado na manhã do dia seguinte e

FL - fração de lixiviação estimada em 15%, a cada 15 dias, a fim de minimizar o acúmulo de sais na zona radicular.

A adubação foi realizada de acordo com a recomendação para cultura conforme estão contidos em Trani et al. (2014), iniciada aos 10 DAT onde a dose de N foi referente a 100% da recomendação para cultivo de pimentão correspondendo a 220 kg ha⁻¹ de N, e para fósforo e potássio recomendou-se 320 de P₂O₅ e 320 kg ha⁻¹ de K₂O, sendo aplicados 7,55 g de ureia por planta (45% de N), 13,33 g por planta de KCl (60% K₂O) e 16 g por planta de fosfato monoamônio (60 g de P₂O₅), fornecidos em cobertura via água de irrigação, parcelados aos 10, 20 e 30 DAT. O nitrogênio aplicado a partir da adição do monoamônio fosfato foi previamente descontado no fornecimento de ureia. O fornecimento de micronutrientes foi iniciado aos 10 DAT, via foliar nas faces adaxial e abaxial, sendo a aplicação realizada quinzenalmente, com um produto comercial Dripsol Micro Rexene[®] contendo: Mg - 1,2%; B - 0,85%; Zn - 4,2%; Fe - 3,4%; Mn - 3,2%; Cu - 0,5% e Mo - 0,06%. Os tratos culturais foram constituídos de tutoramento de plantas, adição de cobertura morta no solo (a fim de propiciar condições térmicas mais amenas para as raízes das plantas) e controle de pragas e doenças por intervenção química.

A aplicação foi realizada utilizando-se de pulverizador manual de compressão prévia, com tanque em polietileno de alta massa molar, com capacidade volumétrica de 20 L. No controle de plantas invasoras nos lisímetros, foram efetuadas capinas manuais durante o período de condução do experimento com o objetivo de evitar a competição interespecífica por água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento pleno da cultura.

Variáveis analisadas

Pigmentos cloroplásticos

Aos 45 DAT, foram retirados círculos de tecido vegetal do terço médio das folhas de cada unidade experimental com o auxílio de um vazador circular e em seguida, procedeu-se a pesagem de cada material. Posteriormente, o material foi macerado e colocado em recipientes revestidos com papel-alumínio, onde se adicionou 25 ml de acetona 80%. Os recipientes

ficaram sob refrigeração (8 °C) por 24 horas e, logo após esse período, foram filtrados em papel durante 5 minutos (Arnon, 1949). A quantificação da clorofila a (Cl a), b (Cl b), total (CIT) e carotenoides (Carot) foi realizada utilizando-se a metodologia de Lichtenthaler (1987), sendo as leituras de absorbâncias obtidas por espectrofotometria nos comprimentos de onda de 470 (A470), 647 (A647) e 663 nm (A663), utilizando-se as Eqs. 2, 3 e 4.

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A663 - 2,69 \times A645) \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Clorofila b} = (22,9 \times A645 - 4,68 \times A663) \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Clorofila total} = \text{Clorofila a} + \text{Clorofila b} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{Carotenoides} = (1000 \times A470 - 1,82 \text{ Cl a} - 85,02 \text{ Cl b}) / 198 \dots\dots\dots(5)$$

Estado hídrico foliar

Na mesma ocasião (45 DAT), foi determinado o teor relativo de água (TRA), onde foram coletadas duas folhas referentes a cada tratamento e imediatamente pesadas em balança com precisão de 0,001 g e logo depois colocadas para hidratar em sacos plásticos contendo 200 mL de água destilada, e após um período de 24 horas, essas foram pesadas novamente e em seguida postas em estufa de ventilação de ar a 65 °C por 48 h, para obtenção do peso da matéria seca e os valores foram submetidos a Eq. 6, segundo metodologia de Weatherley (1950).

$$\text{TRA} = (P1 - P3) / (P2 - P3) \times 100 \dots\dots\dots(6)$$

Em que:

TRA = Teor relativo de água (%);

P1 = peso fresco da folha (g);

P2 = peso turgido da folha(g) e

P3 = peso seco da folha (g).

Extravasamento de eletrólitos

A integridade da membrana celular foi avaliada através do extravasamento de eletrólitos (EXT), no qual foi determinado aos 45 DAT a partir da retirada, por unidade experimental, de dez discos foliares (área 2,8 cm² cada), com auxílio de um perfurador de ferro, os quais foram lavados e acondicionados em Erlenmeyer contendo 50 mL de água destilada. O Erlenmeyer foi fechado com papel alumínio e mantido em temperatura de 25 °C por 90 minutos. Logo após, a condutividade elétrica inicial no meio foi medida e em seguida, os Erlenmeyers foram submetidos à temperatura de 90 °C, durante 90 minutos em estufa de secagem e a

condutividade elétrica medida novamente segundo metodologia de Scotti-Campos et al. (2013), utilizando-se da Eq. 7:

$$\text{EXT} = (\text{Xi} / \text{Xf}) \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

Em que:

EXT = extravasamento de eletrólitos (%);

Xi = condutividade elétrica inicial (dS m⁻¹) e

Xf= condutividade elétrica final (dS m⁻¹).

4.7.4. Crescimento

Avaliaram-se aos 35 DAT o crescimento das plantas de pimentão através do número de folhas (NF), considerando as folhas com comprimento superior a 3 cm, o diâmetro do caule (DC), mensurado a 2 cm do nível do solo e altura de plantas (AP) medindo do colo da planta até a inserção da gema apical do ramo principal.

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade e nos casos de significância dos fatores isolados, foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática utilizando o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019). Para efeito significativo nas interações entre fatores (salinidade × nitrogênio), os dados foram analisados segundo os procedimentos inerentes à análise de regressão linear múltipla e plotaram-se as respectivas superfícies de respostas com o auxílio do software Sigmaplot®.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se interação significativa entre os fatores salinidade da água de irrigação (NS) e doses de nitrogênio (DN) para os dados de clorofila *a* (CLa), *b* (CLb), totais (CL_T), carotenoides (Carot), teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (EXT) das plantas de pimentão (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para teores de clorofila *a* (CLa), *b* (CLb) e total (CL_T), carotenoides (Carot), teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (EXT) das plantas de pimentão cultivadas sob níveis salinos e doses de nitrogênio aos 45 dias após transplantio .

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios					
		CLa	CLb	CL _T	Carot	TRA	EXT
Níveis salinos (NS)	4	109,25**	25,82**	238,18**	5,29**	568,33**	35,47 ^{ns}
Reg. Linear	1	323,41**	90,13**	856,24**	15,44**	769,67**	26,37 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	60,14*	10,11**	37,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	388,75**	0,40 ^{ns}
Doses de nitrogênio (DN)	4	22,38 ^{ns}	9,73**	38,57*	3,02**	160,21**	46,43**
Reg. Linear	1	17,78 ^{ns}	8,93**	856,24 ^{ns}	0,11 ^{ns}	16,33 ^{ns}	154,54**
Reg. Quadrática	1	37,78*	0,25 ^{ns}	37,01 ^{ns}	10,21**	534,27**	2,27 ^{ns}
Interação (NS × DN)	16	52,59**	20,02**	112,11**	1,56**	63,91**	15,35**
Blocos	2	25,03 ^{ns}	1,14 ^{ns}	28,16 ^{ns}	0,74 ^{ns}	28,43 ^{ns}	2,74 ^{ns}
CV (%)		21,81	15,17	15,33	19,12	4,68	9,49
Média		15,70	5,62	21,47	2,98	79,56	20,14

^{ns}, *, ** respectivamente não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $\leq 0,01$; CV= coeficiente de variação

Verifica-se, aos 45 DAT, conforme a equação de regressão (Figura 2A), o maior teor de clorofila *a* (CLa) em plantas de pimentão irrigadas com água de baixa salinidade (0,3 dS m⁻¹) e adubação com 100% da dose recomendada de N, com valor de 20,30 mg g⁻¹ MF. Já a adubação com 50% de N combinada a irrigação com CEa de 2,4 dS m⁻¹ proporcionaram menores valores de CLa em plantas de pimentão, com média de 12,09 mg g⁻¹ MF, representando uma redução de 8,20 mg g⁻¹ MF, quando comparamos o maior e o menor valor

encontrado. A redução no teor de clorofilas em função da irrigação com águas de maior salinidade é considerada um indicativo de estresse abiótico, pois nestas condições, a planta pode inibir a síntese da molécula precursora da clorofila (ácido 5-aminolevulínico), ou causar o aumento da enzima responsável pela degradação da clorofila (clorofilase), causando reduções na fotossíntese (Nóbrega et al., 2021).

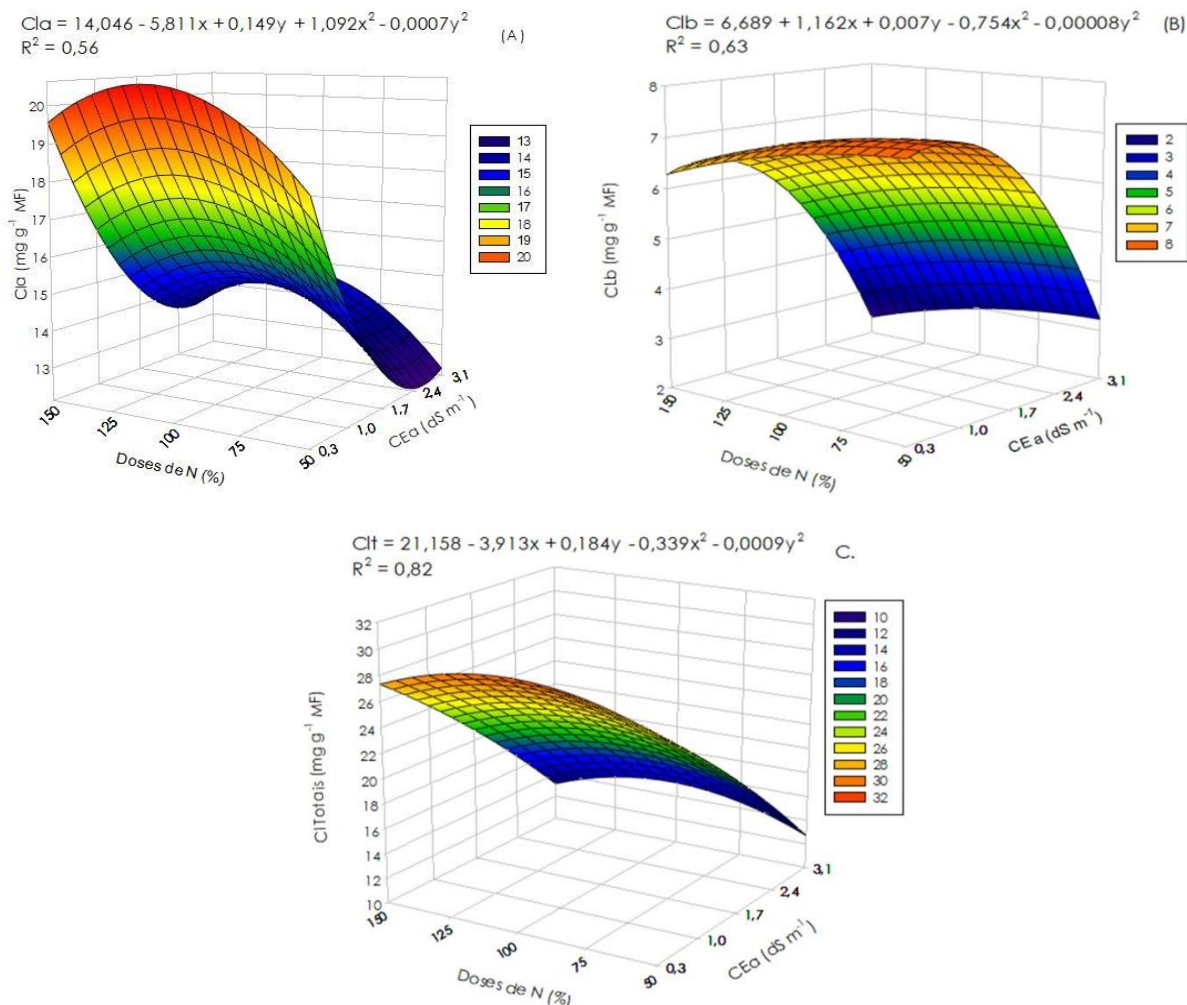


Figura 2. Teores de clorofila *a* - *Cl_a* (A), *b* (B) e totais - *CL_{Totalis}* (C) em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada aos 45 dias após o transplantio.

De acordo com as equações de regressão para os teores de clorofila *b* (CL_{*b*}) em função dos níveis de salinidade da água e doses de adubação nitrogenada (Figura 2B), constata-se que maiores valores de CL_{*b*} em plantas irrigadas com CEa de 1 dS m⁻¹ e adubadas com 50% de N (7,24 mg g⁻¹ MF). A adubação com 150% combinada a irrigação com água de maior

salinidade (CEa de 3,1 dS m⁻¹) proporcionaram menor CL_b em plantas de pimentão. Desta forma, ocorreu um decréscimo de 31,27%, o que corresponde uma perda estimada em 4,95 mg g⁻¹ MF, quando comparadas a maior e menor média estimadas. Este é um indicativo que doses mais elevadas de N podem intensificar o estresse salino em plantas, pois o fornecimento de adubos nitrogenados, em quantidade inadequada ao solo, provoca estresse salino, toxidez e aumento do pH, ocasionando desequilíbrio e prejuízos no metabolismo da planta, como a redução da produção de clorofilas (Santos et al., 2020), prejudicando a fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento da planta, pois as CL_b são consideradas pigmentos acessórios, que atuam ampliando e complementando a faixa de luz utilizada no processo de fotossíntese, captando a energia de outros comprimentos de onda e transferindo para CL_a (Silva et al., 2020). Em estudo que avaliou o teor de CL_b em plantas de pimentão submetidas a quatro níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,8, 1,6; 2,4 e 3,2 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico (0; 1,2; 2,4 e 3,6 mM), observou-se o valor máximo estimado de 144,85 mg g⁻¹ MF, em plantas submetidas a 1,7 mM de AS e irrigadas com água de menor salinidade (0,8 dS m⁻¹) e o menor valor (60,46 mg g⁻¹ de MF) em plantas que receberam a concentração de 3,6 mM de AS quando irrigadas com CEa de 3,2 dS m⁻¹ (Veloso et al., 2021).

Seguindo as tendências de clorofila *a*, o teor de clorofilas totais (CL_{Totais}) das plantas de pimentão mostraram-se superiores quando essas receberam 100% da dose recomendada de N e irrigação com água de menor salinidade (CEa de 0,3 dS m⁻¹), com média estimada de 29,35 mg g⁻¹ MF. A irrigação com o maior nível salino proporcionou reduções de CL_T em todas as doses de adubação estudadas, apresentando valores médios estimados de 12,71; 14,50; 15,16; 14,70 e 13,11 mg g⁻¹ MF, para as plantas adubadas com 50, 75, 100, 125 e 150% de nitrogênio, respectivamente (Figura 2B). O acúmulo de sais no solo causados pela irrigação com águas salinas é responsável pelo efeito iônico em plantas, caracterizado pelo aumento da relação Na⁺:NH₄⁺, gerando um desequilíbrio nutricional causado pela competição do sódio com o nitrogênio (Maia Junior et al., 2020).

Conforme figura 3, o teor de carotenoides (Carot) decresceu 88,82% nas plantas de pimentão irrigadas com água de maior salinidade (CEa de 3,1 dS m⁻¹) e adubação com 150% de N, apresentando a menor média estimada, com valor de 0,43 mg g⁻¹ MF, quando comparada as plantas de pimentão que foram irrigadas com água de baixa salinidade aliada a adubação com 100% de N, no qual este tratamento apresentou média de 3,90 mg g⁻¹ MF (maior valor estimado). Decréscimos no teor de Carot pelo estresse salino ocorrem devido à

degradação de β -caroteno e a redução na formação de zeaxantina, em função do aumento da produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's), produzidas em maior quantidade quando as plantas se encontram em condições de estresse, e que é responsável pela inativação de enzimas nas plantas (Silva et al., 2011), pois os carotenoides podem atuar como agentes antioxidantes, protegendo as membranas lipídicas do estresse oxidativo gerado pelas espécies reativas de oxigênio (Barbosa et al., 2014; Lima et al., 2017). Tatagiba et al. (2014) encontraram reduções na concentração de CLa em 34%, de CLb em 56%, de CL_T em 40% e de Carot em 41% nas folhas das plantas de tomateiro submetidas a concentração de 150 mmol L⁻¹ de NaCl em comparação as plantas não submetidas ao estresse salino (0 mmol L⁻¹ de NaCl). Estudo realizado por Silva et al. (2020), avaliaram-se quatro doses de biocarvão (0; 7; 14 e 21 m³ ha⁻¹) e quatro doses de nitrogênio (0; 40; 80 e 120 kg ha⁻¹) e observaram os maiores valores de 2188,18 para CL_T e 423,13 mg g⁻¹ MF para Carot em plantas de pimentão que receberam 70 kg ha⁻¹ de N e 10 m³ ha⁻¹ de biocarvão, já as que não foram fertilizadas com N(0 kg ha⁻¹) e biocarvão (0 m³ ha⁻¹) atingiram valores de 1408,85 para CL_T e 273,42 mg g⁻¹ MF para Carot, o que correspondeu a reduções de 35,62 e 34,67% em CL_T e Carot, respectivamente, em relação as que obtiveram os maiores valores.

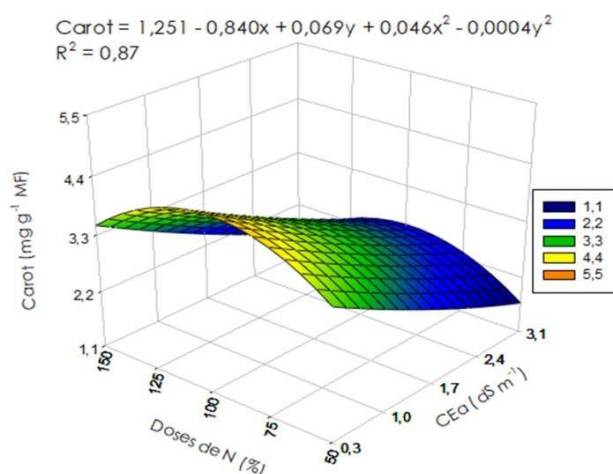


Figura 3. Teores de carotenoides (Carot) de folhas de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEA e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.

Com relação ao teor relativo de água (TRA), a dose de 125% de nitrogênio associada a irrigação com CEA de 1 dS m⁻¹ destaca-se por proporcionar o maior valor desta variável, com média estimada de 93,63%. Esse valor corresponde a um acréscimo de 23,84% em relação ao

menor valor de TRA encontrado (69,81%) em plantas que receberam tratamento composto de 50% de N e água de maior salinidade (CEa de 3,1 dS m⁻¹). Todavia, vale salientar que, quando as plantas receberam água de condutividade elétrica de 1,7 dS m⁻¹ e adubação de 125% apresentaram média de 92,75%, ou seja, uma redução de apenas 0,90%, semelhante à adubação com 150% de N, que proporcionou às plantas irrigadas com 1 e 1,7 dS m⁻¹ médias de 92,98 e 92,08%, onde os decréscimos foram de 0,67 e 1,57%, respectivamente, quando comparado ao maior valor encontrado (Figura 4A). Este comportamento pode se tratar de uma aclimação das plantas de pimentão sob irrigação com águas de maior salinidade, ocasionado por doses maiores de nitrogênio, isso porque este nutriente faz parte da composição de diversos compostos orgânicos como enzimas, proteínas, aminoácidos e ácidos nucleicos que atuam no ajustamento osmótico das plantas sob condições de salinidade, proporcionando maior absorção de água pela planta (Roque et al., 2022b).

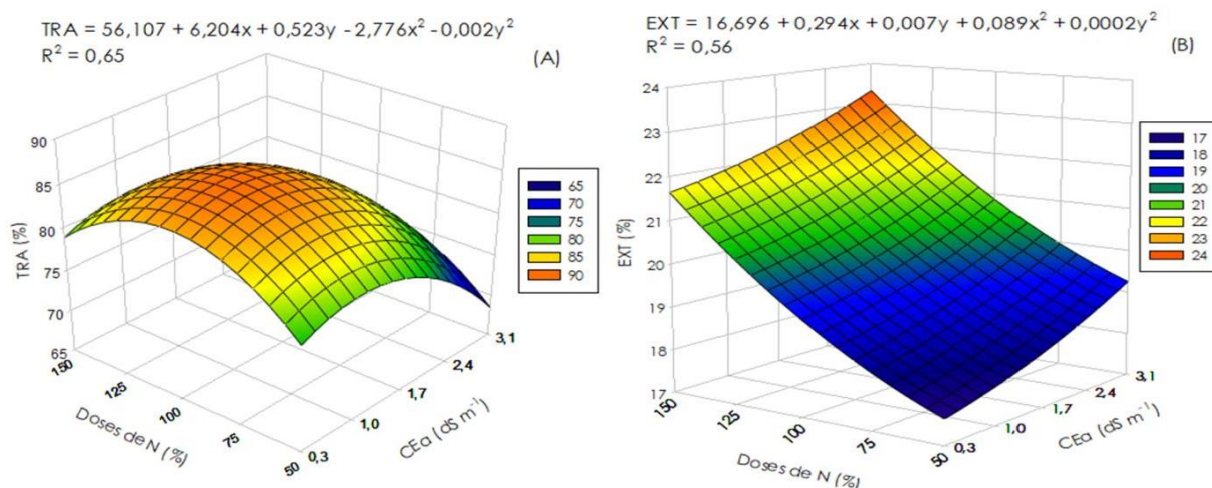


Figura 4. Teor relativo de água (TRA) e extravasamento de eletrólitos (EXT) de folhas de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.

Segundo a Figura 4B, a maior dose de N estudada (150%) proporcionou maior teor médio de extravasamento de eletrólitos (EXT) em plantas de pimentão irrigadas com água de condutividade elétrica de 3,1 dS m⁻¹, onde foi encontrada média de 24,01%. Este valor corresponde a um acréscimo de 6,37% em comparação ao menor valor, constatado em plantas irrigadas com 0,3 dS m⁻¹ e adubadas com 50% de N (17,64%). O acúmulo de íons de sais como Cl⁻, Na⁺ e B, fornecidos pela água de irrigação com águas salinas, causam a desestabilização da membrana celular, que pode ser intensificada pelo aumento no

fornecimento de nitrogênio pelas plantas de pimentão, pois doses maiores podem causar competição com K e Ca, nutrientes que conferem resistência à membrana celular (Sousa et al., 2017).

Ocorreu efeito significativo para interação níveis salinos e doses de nitrogênio (NS × DN) para altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e número de folhas (NF) de plantas de pimentão.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) das plantas de pimentão cultivadas com sob níveis salinos e doses de nitrogênio, aos 35 dias após o transplântio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		AP	DC	NF
Níveis salinos (NS)	4	17,14**	0,69*	39,75**
Reg. Linear	1	1,35 ^{ns}	0,36 ^{ns}	42,66**
Reg. Quadrática	1	54,77**	1,09*	96,01**
Doses de nitrogênio (DN)	4	21,57**	2,01**	71,92**
Reg. Linear	1	0,24 ^{ns}	0,01 ^{ns}	220,82**
Reg. Quadrática	1	76,20**	5,54**	33,60**
Interação (NS × DN)	16	7,37**	1,35**	19,26**
Blocos	2	0,10 ^{ns}	0,06 ^{ns}	6,41 ^{ns}
CV (%)		4,14	6,50	7,63
Média		23,55	6,83	22,37

^{ns}, *, ** respectivamente não significativos e significativo a $p \leq 0,05$ e $\leq 0,01$; CV= coeficiente de variação

Constata-se na Figura 5A, que a altura de plantas (AP) foi superior quando se irrigou com água de maior salinidade (3,1 dS m⁻¹) e a adubação foi manejada com 100% de N, com média de 25,60 cm. A adubação com 75% de N e irrigação com CEa de 3,1 dS m⁻¹ proporcionou plantas com 25,12 cm, ou seja, redução de apenas 0,48 cm, comparando-se ao maior valor encontrado. Já o menor valor para AP, foi estimado em plantas irrigadas com CEa de 1,7 dS m⁻¹ e adubação 150% de N. Doses adequadas de nitrogênio podem proporcionar homeostase iônica nas plantas, favorecendo melhor absorção deste nutriente, mesmo em

condições de salinidade - já doses elevadas ocasionam problemas de aumento da CE do solo e elevação do pH, podendo intensificar os efeitos deletérios da salinidade (Alvarenga et al., 2019), fato que se confirma nas CLb (Figura 2B) e extravasamento de eletrólitos (Figura 4B).

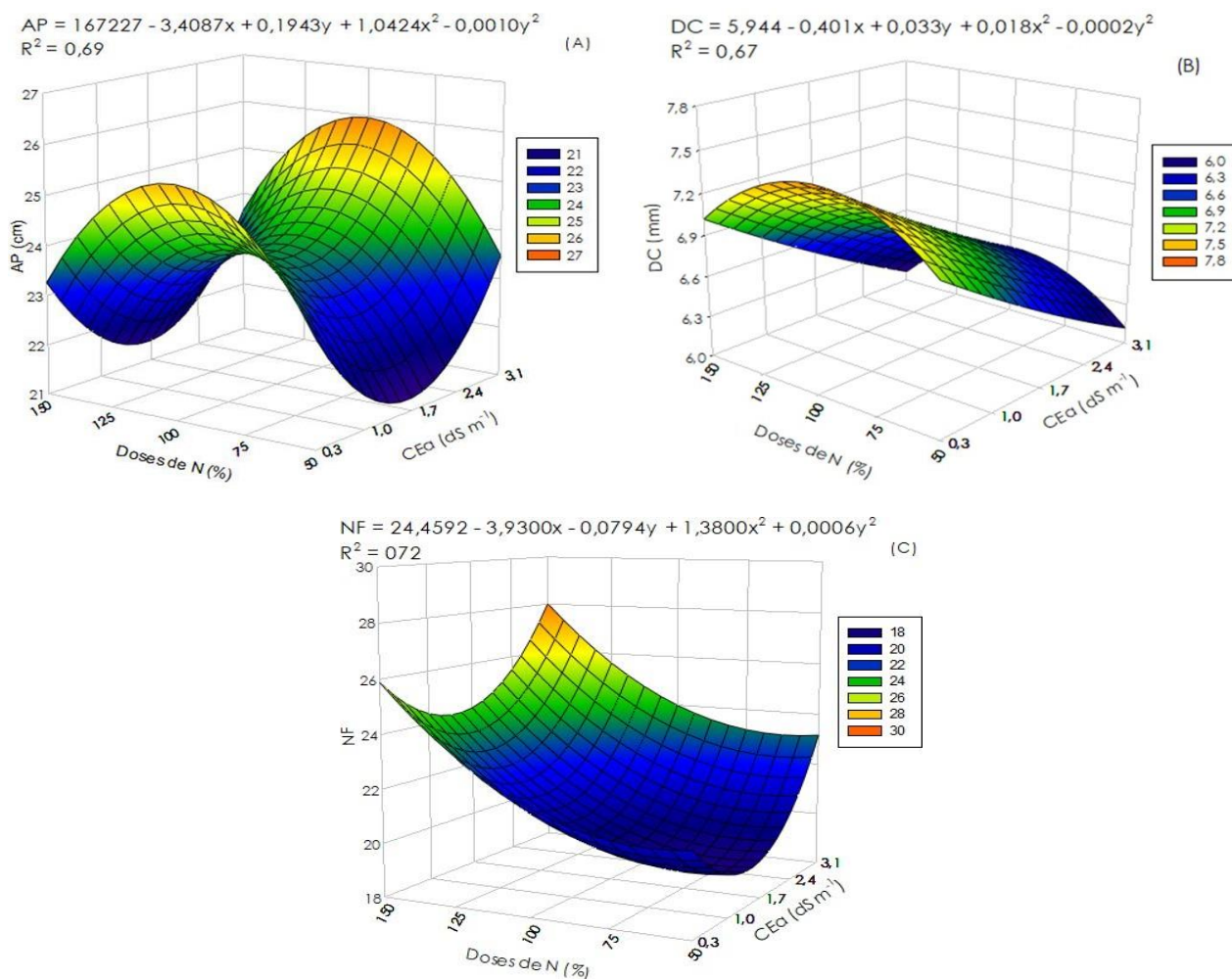


Figura 5. Altura de plantas (AP) – A, diâmetro de caule (DC) – B e número de folhas (NF) – C de pimentão em função da interação entre os níveis de condutividades elétrica da água de irrigação - CEa e doses de adubação nitrogenada (%) aos 45 dias após o transplantio.

Para a variável diâmetro de caule (DC), o maior valor foi constatado em plantas irrigadas com água de baixa salinidade (CEa de 0,3 dS m⁻¹) e adubadas com 75% de N, com média de 7,17 mm. Esse valor foi superior em 1,85 mm comparando-se a menor média encontrada (5,32 mm) em plantas submetidas a irrigação com água de maior salinidade (CEa de 3,1 dS m⁻¹) e adubadas com 150% da dose de N (Figura 5B). A redução do DC ocorreu em função da irrigação com água de maior salinidade, que afetou negativamente os pigmentos fotossintéticos (Figuras 1 e 2) e, conseqüentemente, a fotossíntese foi reduzida, produzindo

plantas de menor porte (Sales, 2020). Roque et al. (2022a), que estudaram os efeitos de níveis salinos (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m⁻¹) e doses de nitrogênio (50; 75; 100; 125 e 150% da dose recomendada) em plantas de tomateiro, verificaram valores máximos de 11,98 e 11,62 mm de DC nas plantas irrigadas com os níveis de CEa de 1,3 e 2,3 dS m⁻¹, respectivamente.

O número de folhas foi acrescentado em 29,27% (7,94 folhas) em plantas que receberam 150% de N e irrigação com CEa de 3,1 dS m⁻¹, apresentando média de 27,12 folhas, quando comparado ao menor valor estimado (19,18 folhas), em plantas que foram irrigadas com 1 dS m⁻¹ e receberam 75% de N. A dose de 125% de N também se destacou quando as plantas receberam CEa de 3,1 dS m⁻¹, apresentando média de 24,98 de folhas, que quando comparado ao maior valor, observa-se uma redução de 2,14% apenas. Esse comportamento assemelha-se ao TRA (Figura 4C), onde as doses de 125 e 150% promoveram aclimatação nas plantas de pimentão e ocorreu maior absorção de água mesmo em condições de alta salinidade, fato que pode ter proporcionado maior emissão de folhas. O manejo da adubação nitrogenada favorece a homeostase iônica em plantas sob estresse salino, pois aumenta a relação NO₃/Cl⁻ e, conseqüentemente, aumenta a divisão celular, tendo em vista que o N faz parte da estrutura do protoplasto, local onde ocorre a divisão celular, gerando maior emissão de folhas nestas condições (Bittar; Souza, 2021).

6. CONCLUSÕES

As doses de 125 e 150% de N proporcionam maior teor relativo de água em plantas de pimentão irrigadas com água de condutividade elétrica de até 1,7 dS m⁻¹.

A irrigação com água de condutividade elétrica de 3,1 dS m⁻¹ combinada com as doses de adubação com 100 e 125% de nitrogênio ocasionaram maior número de folhas em pimentão, atenuando no estresse salino .

Os teores de clorofilas *a*, *b*, totais, carotenóides e o diâmetro de caule do pimentão foram reduzidos quando adubado com 150% de N e irrigado com água de condutividade elétrica de 3,1 dS m⁻¹.

7. REFERÊNCIAS

- ABDELKHALIK, A.; PASCUAL, B.; NÁJERA, I.; DOMENE, M.A.; BAIXAULI, C.; PASCUAL-SEVA, N. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions. **Irrigation Science**, v.38, p.89-104, 2020.
- ALVARENGA, C. F. de S.; SILVA, E. M. da; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; SILVA, L. D. A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, v.42, p.194-205. 2019.
- ARAÚJO J. S.; ANDRADE, A. P.; RAMALHO C. I.; AZEVEDO, C. A. V. Cultivo do pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.559-565, 2009.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v.166, p.3-16, 2004.
- BARBOSA, M. R., SILVA, M. M. de A., WILLADINO, L., ULISSES, C., CAMARA, T. R. Geração e desintoxicação enzimática de espécies reativas de oxigênio em plantas. **Ciência Rural**, v.44, p.453-460, 2014.
- BARROS, M. P.; GUIMARÃES, M. de A.; OLIVEIRA, F. R. A. de; ABUD, H. F.; PINHEIRO, C. L.; SENA, M. G. T.; DIAS, C. T. dos S. Tolerância de cultivares de pimentão (*Capsicum annuum* L.) à salinidade na germinação e crescimento inicial. **Research, Society and Development**, v.10, e.911041385, 2021.
- BEZERRA, I. L. NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Alterações fisiológicas e produção de goiabeira sob salinidade da água e aplicação de fertilizantes nitrogenados. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, p.1945-1956, 2018.
- BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B. dos; FERNANDES, P. D. Interação entre salinidade do solo e nitrogênio no crescimento e trocas gasosas de goiabeira. **Revista Ambiente & Água**, v.13, p.1-12, 2018.
- BITTAR, D. Y.; SOUZA, B. A. A. de. Efeito do nitrogênio nas características estruturais e produção de biomassa em forrageiras do gênero panicum. **Ipê Agronomic Journal**, v.5, p.1-8, 2021.
- BLAT, S. F.; BRAZ, L. T.; ARRUDA, A. S. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. **Horticultura brasileira**. v. 25, p.350-354, 2007.

- BRAINER, M. S. C. B. **Produção de hortaliças na área de atuação do BNB**. Caderno Setorial ETENE. Banco do Nordeste, v.1, 2021. 5p.
- CASAI, L. K. N.; AVIZ, R. O. de; SANTOS, N. D. F. A. dos; MELO, M. R.; SOUSA, V. Q. de; BORGES, L. da S.; GUERREIRO, A. C. Índices morfofisiológicos e produção de pimentão produzido em diferentes substratos a base de resíduos orgânicos em ambiente protegido. **Revista Agroecossistemas**, v.10, p.174-190, 2018.
- CAVALCANTE, A. R.; SANTOS, J. A.; FURTADO, G. D. F.; CHAVES, L. H. Trocas gasosas e eficiência fotoquímica do pimentão hidropônico sob salinidade e densidades de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, p.3-8, 2019.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M. do; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.
- CHAVES, L. H. G.; GHEYI, H. R.; RIBEIRO, S. Consumo de água e eficiência do uso para cultivar de mamona Paraguaçu submetida à fertilização nitrogenada. **Revista de Engenharia Ambiental**, v. 8, p. 126-133, 2011.
- DIAS, N.S.; BLANCO, F.F.; SOUZA, E.R.; FERREIRA, J.F.S.; NETO, O.N.S. & QUEIROZ, I.S.R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F.; FILHO, E.G. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade. 2016. p. 151-161.
- DINIZ, G. L.; SALES, G. N.; VALÉRIA, F. D. O.; ANDRADE, F. H. de; SILVA, S. S. da; NOBRE, R. G. Produção de mudas de mamoeiro sob salinidade da água irrigação e adubação fosfatada. **Revista de Ciências Agrárias**, v.41, p.218-228, 2017.
- FAO. **Faostat –Statistics Database**. Disponível em <<http://www.fao.org/statistics/en/>>, Acesso: 15/12/2022.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- LEONARDO, M.; BROETTO, F.; BÔAS, R. L. V.; ALMEIDA, R. S.; MARCHESE, J. A. Produção de frutos de pimentão em diferentes concentrações salinas. **Irriga**, v. 12, p. 73-82, 2007.

- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. Bad Honnef: Academic, v.148, p.350-382, 1987.
- LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D.; FREITAS F. G. de. F. Trocas gasosas, pigmentos cloroplastídicos e dano celular na mamoneira sob diferentes composições catiônica da água. **Irriga**, v.22, p.757-774, 2017.
- LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B. dos; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. **Comunicata Scientiae**, v.7, p.513-522, 2016.
- MACHUCA, L. M. R. **Impactos fisiológicos e bioquímicos causados pela deficiência hídrica em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018. 100p.
- MAIA JÚNIOR, S. de O.; ANDRADE, J. R. de; NASCIMENTO, R. do; LIMA, R. F. de; NASCIMENTO, E. C. S.; BATISTA, M. C.; BEZERRA, C. V. de C. Salicylic acid and its method of application affect germination and vigor in bell pepper seedlings under salt stress. **Colloquium Agrariae** v.16, p.101-110, 2020.
- MELO, H. F. D., SOUZA, E. R. D., DUARTE, H. H., CUNHA, J. C., SANTOS, H. R. Gas exchange and photosynthetic pigments in bell pepper irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.38-43. 2017.
- MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Revista Ciência & Tecnologia**, v 10, p 57-64, 2018.
- NÓBREGA, J. S.; FÁTIMA, R. T. de; FERREIRA, J. T. A.; FIGUEIREDO, F. R. A.; MELO, M. F.; CELEDÔNIO, W. F.; DIAS, T. J. Photochemical efficiency, biomass and chlorophyll of phyális under salinity and biostimulant. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 16, p. 1-7, 2021.
- OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. R. A.; FREIRE, A. G.; SOARES, L. C. S. Produção do algodoeiro em função da salinidade e tratamento de sementes com regulador de crescimento. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, p.279-287, 2012.
- PAIXÃO, C. F. C. da; VIDAL, V. M.; GOMES, L. F.; LIRA, L. C. de; SOARES, J. A. B.; MORAES, G. S.; SOARES, F. A. L. Crescimento de plantas e qualidade de frutos de

- tomate tipo sweet grape sob efeitos de doses de nitrogênio e reposições hídricas. **Research, Society and Development**, v.9, p.1-17, 2020.
- PEREIRA, W. E.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F. S.; MEDEIROS, A. da S. Nitrogen as a mitigator of salt stress in yellow passion fruit seedlings. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, p. 611-622, 2019.
- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Agricultural Hand-book 60. Washington: U. S: Department of Agriculture. 160p. 1954.
- ROQUE, I. A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; LOPES, I. A. P.; ALMEIDA, A. K. C. de; OLIVEIRA, S. G. de. Growth and physicochemical characterization of cherry tomato under irrigation with saline water and nitrogen fertilization. **Comunicata Scientiae**, v.13, p.1-8, 2022a.
- ROQUE, I. A.; SOARES, L. A. dos A.; LIMA, G. S. de; LOPES, I. A. P.; SILVA, L. de A.; FERNANDES, P. D. Biomass, gas exchange and production of cherry tomato cultivated under saline water and nitrogen fertilization. **Revista Caatinga**, v.35, p.686-696, 2022b.
- SÁ, F.V.S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; PAIVA, E. P. de; LACERDA, C. F.; FERNANDES, P. D. Saline water, nitrogen and phosphorus on water relations and physiological aspects of west Indian cherry. **Comunicata Scientiae**, v.9, p.430-437, 2018.
- SALES, G. N. B. **Ecofisiologia e qualidade de frutos de quiabeiro sob estresse salino e adubação nitrogênio-potássio**. 87p. (Dissertação de mestrado), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Brasil. 2020.
- SANTOS, L. J. da S. S.; DIVINCULA, J. S. da D.; SANTOS, L. de A., VIEIRA, J. H.; CARNEIRO, P. T. Efeito da salinidade na produção de mudas de pimentão. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.29354-29363, 2020.
- SANTOS, P. R.; MELO, L. A.; COSTA, K. D. S.; ROCHA, F. A. T.; COSTA, I. J. N.; CARVALHO FILHO, J. L.; MENEZES, D. Combining ability and agronomic performance of sweet pepper in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, v.35, p.26-32, 2017.
- SCOTTI-CAMPOS, P, PHAM-THI, ANH-THU; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, .v.25, p.1002-1013, 2013.
- SILVA, E. M. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; BONIFÁCIO, B. F. Águas salinas e combinações de adubação com nitrogênio/potássio

- sobre aspectos fisiológicos e produção de aceroleira. **Revista Ambiente & Água**, v.16, p.1-14, 2021.
- SILVA, A. A. R. da, CHAVES, L. H. G., CAVALCANTE, A. R., LIMA, W. B. de, OLIVEIRA, L. D. de., BONIFACIO, B. F., NASCIMENTO, R do. Production and photosynthetic pigments of bell peppers “All big” (*Capsicum annuum* L.) subjected to fertilization with biochar and nitrogen. **Australian Journal of Crop Science**, v.14, p.1736-1741, 2020.
- 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, S. S.; LIMA, G. S. de; LIMA, V. L. A. de; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; LUCENA, R. C. M. Trocas gasosas e produção de melancia sob manejo de salinidade e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e54822, 2019.
- SILVA, D. R. G.; COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; BERNARDES, T. F. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação das características estruturais e produtivas do capim-marandu. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, p. 184-191, 2013.
- SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. dos S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.669-681, 2011.
- SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIEGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 161-179.
- SOUSA, J. R. M., GHEYI, H. R., BRITO, M. E. B., SILVA, F. A. F., LIMA, G. S. de. Dano na membrana celular e pigmentos clorofilianos de citros sob águas salinas e adubação nitrogenada. **Irriga**, v.22, p.353-368, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY. A **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.
- TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Engenharia na agricultura**, v.22, p.138-149, 2014.

- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 2017. 573p.
- TRANI, P. E. **Calagem e Adubação para hortaliças sob cultivo protegido**. Campinas: Instituto Agronômico, Boletim técnico IAC, 2014. 25p.
- VELOSO, L. L. de S. A.; LIMA, G. S. de; SILVA, A. A. R. da; SOUZA, L. S. de; LACERDA, C. N. de; FERNANDES, P. D. Attenuation of salt stress on the physiology and production of bell peppers by treatment with salicylic acid. **Semina: Ciências Agrárias**, v.42, p.2751-2768, 2021.
- WEATHERLEY, P. E. **Studies in the water relations of the cotton plant**. New Phytologist 49: 81-97. 1950.