



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO BACHARELADO EM AGRONOMIA**

RENATA FERNANDES DANTAS

**AÇÃO DO SILÍCIO NO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO
PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO**

**CATOLÉ DO ROCHA-PB
2023**

RENATA FERNANDES DANTAS

**AÇÃO DO SILÍCIO NO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO
PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Área de concentração: Fisiologia Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Josemir Moura Maia

Coorientadora: Ma. Ivanice da Silva Santos

**CATOLÉ DO ROCHA-PB
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

D192a Dantas, Renata Fernandes.

Ação do silício no cultivo de alface em sistema hidropônico para atenuação do estresse salino. [manuscrito] / Renata Fernandes Dantas. - 2024.

12 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2024.

"Orientação : Prof. Dr. Josemir Moura Maia, Coordenação do Curso de Ciências Agrárias - CCHA. "

"Coorientação: Profa. Ma. Vanice da Silva Santos , Coordenação do Curso de Agronomia - CCHA."

1. Hidroponia. 2. Hortaliças. 3. Salinidade. I. Título

21. ed. CDD 635.3

RENATA FERNANDES DANTAS

**AÇÃO DO SILÍCIO NO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO
PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de agronomia da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Área de concentração: Fisiologia Vegetal

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Josemir Moura Maia
(Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Documento assinado digitalmente

gov.br

IVANICE DA SILVA SANTOS

Data: 14/05/2024 12:06:52-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ma. Ivanice da Silva Santos
(Coorientador/membro externo)
Universidade Federal Rural do Semiárido



Prof. Me. Francisco Ademilton Vieira Damaceno
(Examinador Interno)
Universidade Estadual da Paraíba



Dr. Anselmo Ferreira da Silva
(Examinador Externo)
Hidrotech Soluções Agrícolas

"À minha família, pelo amor incondicional, apoio e compreensão ao longo dessa jornada acadêmica. Ao meu orientador, pelo seu valioso conhecimento, orientação e paciência ao me guiar neste caminho. Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado, compartilhando momentos de alegria e encorajando-me nos desafios. Agradeço a todos vocês por fazerem parte desta conquista. Este trabalho é dedicado a vocês. Amo vocês."

DEDICO!

*“Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam.
(Salmos 23:4)”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e inspiração ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional, amor e compreensão durante todo o período de estudos.

A ele, que sempre foi, é, e sempre será a minha maior inspiração, meu Pai, Raimundo Bezerra Dantas (*in memoriam*), por sempre me apoiar, orientar e acreditar em meu futuro e nos meus sonhos. E hoje, mesmo não estando aqui fisicamente, sempre senti ele ao meu lado, dando-me forças, e me abraçando nas noites frias que chorei e pensei em desistir.

A minha mãe, Maria de Lourdes Fernandes Dantas que mesmo com tantas dificuldades não soltou a minha mão em nenhum momento dessa jornada.

Agradeço aos meus amigos e colegas de classe, pela troca de experiências e pelo incentivo mútuo ao longo deste projeto.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Josemir Moura Maia, Ivanice da Silva Santos, que em todos os momentos me orientaram com grande maestria, e foram fundamentais no desenvolver desse trabalho, e por sempre me incentivarem a crescer profissionalmente.

Aos meus colegas de pesquisa e amigos, pessoas essas que irei levar para vida toda em especial a eles que são meus irmãos, amigos, conselheiros e muito mais. Paulo Roberto, Raquel Dantas, Roberta Dantas, Kadigila Dantas, Gustavo Carrilho, José Renan, Bruna Porto, Lindoberto Lucio, Ivanice da Silva, Moises Dantas, Marinho Neto, Daize Martins por todo apoio, confiança e por sempre estarem juntos comigo.

Ao Prof. Dr. Edivan da Silva Junior, diretor do CCHA/Campus IV, por todo apoio, orientações durante todo curso. Como também aos demais professores e funcionários da mesma instituição.

Ao LAPROV na pessoa do professor Dr. Josemir Moura Maia. A toda equipe do Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal (LAPROV).

Ao Prof. MSc. Francisco Ademilton Vieira Damaceno por ter sido meu orientador no PIBIC/CNPq/UEPB cota 2020/2021.

Ao PIBIC/CNPq/UEPB pela concessão da bolsa de estudos.

Obrigado!

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	02
2	METODOLOGIA	02
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	04
4	CONCLUSÃO	09
5	REFERÊNCIAS	09

TÍTULO: AÇÃO DO SILÍCIO NO CULTIVO DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO

Prof. Dr. Josemir Moura Maia¹

Renata Fernandes Dantas²

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os benefícios do uso de silício na melhoria da qualidade de alface hidropônica cultivada em condições de salinidade na região semiárida da Paraíba. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal (LAPROV) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no município de Catolé do Rocha (PB). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, contemplando três níveis de condutividade elétrica (1,0 dSm⁻¹; 2,0 dSm⁻¹ e 3,0 dSm⁻¹) e duas doses de silício (0 e 0,4 mM). Foram avaliados parâmetros como altura (cm planta⁻¹), número total e comercial de folhas (planta⁻¹), diâmetro da cabeça (cm), comprimento da raiz (cm), circunferência da cabeça (cm), área foliar (cm²), além das massas fresca e seca da parte aérea (g planta⁻¹). A salinidade provocou redução nas variáveis morfológicas estudadas, porém, o silício demonstrou promover um desenvolvimento mais favorável em condições de menor condutividade elétrica. Portanto, o uso do silício pode se configurar como uma alternativa viável para o cultivo hidropônico da alface.

Palavras-chave: Hidroponia; Hortaliças; Salinidade.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the benefits of using silicon in improving the quality of hydroponic lettuce grown under saline conditions in the semi-arid region of Paraíba. The experiment was conducted at the Laboratory of Plant Production Technologies (LAPROV) of the State University of Paraíba (UEPB), located in the municipality of Catolé do Rocha (PB). The experimental design was completely randomized, with a 3x2 factorial scheme, comprising three levels of electrical conductivity (1.0 dSm⁻¹, 2.0 dSm⁻¹, and 3.0 dSm⁻¹) and two silicon doses (0 and 0.4 mM). Parameters such as height (cm plant⁻¹), total and commercial leaf number (plant⁻¹), head diameter (cm), root length (cm), head circumference (cm), leaf area (cm²), as well as fresh and dry shoot masses (g plant⁻¹) were evaluated. Salinity led to a reduction in the studied morphological variables; however, silicon demonstrated a more favorable development under conditions of lower electrical conductivity. Therefore, silicon use can be considered a viable alternative for hydroponic lettuce cultivation.

Keywords: Hydroponics; Vegetables; Salinity.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças folhosas, com destaque para a alface (*Lactuca sativa*), tem experimentado um notável aumento, impulsionado pela crescente preocupação com a busca de uma alimentação mais saudável e de baixo teor calórico. A alface, em particular, tem recebido reconhecimento devido ao seu papel como uma valiosa fonte de vitaminas A e C, essenciais para a manutenção da saúde (Ohse, Silvana et al., 2001). Para atender a essa crescente demanda e garantir um suprimento consistente ao longo do ano, têm sido desenvolvidas diversas estratégias de produção. Estas incluem o cultivo em estufas, sistemas hidropônicos, ambientes de cultivo controlado, práticas de rotação de culturas e a adoção de técnicas de melhoramento genético (Faquim & Furlani, 1999). Além disso, a atenção à armazenagem adequada e à distribuição eficiente também desempenha um papel fundamental nesse processo. Essas abordagens coletivas refletem o compromisso em assegurar que a alface e outras hortaliças folhosas continuem a ser uma escolha saudável e acessível para consumidores preocupados com sua nutrição e bem-estar (Martins et al., 2009).

Entretanto, de acordo com a Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil de 2017, é notável que o Nordeste brasileiro, em particular a região Nordeste Setentrional, exige uma atenção especial quando se trata da disponibilidade de água. Esta área abrange 87,8% do seu território região Nordeste Setentrional e é caracterizada por um clima semiárido, enfrentando múltiplos desafios, incluindo baixos índices de precipitação, irregularidades no regime de chuvas, temperaturas elevadas ao longo de todo o ano, amplitudes térmicas reduzidas (geralmente entre 2 e 3 °C), alta exposição solar e altas taxas de evapotranspiração. Tais condições resultam em problemas significativos, como escassez de água, salinidade tanto da água quanto do solo e erosão do solo, representando obstáculos substanciais para a produção agrícola na região (Cordeiro, 2000; Araújo et al., 2017; Ana, 2017).

Nesse contexto, a hidroponia emerge como uma solução inovadora que permite o cultivo de alface e outras culturas de forma eficaz e sustentável, independentemente das adversidades das condições de solo e clima na região.

Diante da crescente demanda por hortaliças folhosas, especialmente a alface, e das estratégias desenvolvidas para garantir seu suprimento consistente ao longo do ano, é crucial considerar a região Nordeste brasileira, em particular o Nordeste Setentrional, onde a disponibilidade de água representa um desafio significativo.

A hidroponia é um sistema de cultivo que substitui o solo por uma solução nutritiva contendo todos os nutrientes essenciais necessários para o desenvolvimento da cultura, como

afirmado por Factor et al. (2010). No cenário brasileiro, a alface (*Lactuca sativa* L.) se destaca como a cultura mais amplamente cultivada utilizando essa técnica, como destacado por Guimarães et al. (2017). Esse método de cultivo inovador oferece vantagens significativas, incluindo um controle aprimorado sobre o fornecimento de nutrientes, o ambiente de crescimento e a eficiência no uso da água. Isso contribui para a produção eficaz e sustentável de alface e outras culturas, independentemente das condições do solo, em sistemas controlados. Além disso, essa técnica resulta em menor desperdício de água e nutrientes por possibilitar o uso racional dos insumos, além de maior aplicação em regiões de temperaturas elevadas, adaptando-se ao clima (Pereira et al., 2018).

No entanto, mesmo com as vantagens da hidroponia, é importante destacar que a região Nordeste enfrenta um desafio adicional: a presença de água salina, um fator que impacta consideravelmente os pequenos agricultores do Semiárido. O estresse salino é uma das principais causas de danos às culturas agrícolas na região, afetando todas as fases do ciclo de desenvolvimento das plantas, desde a germinação até o crescimento e a produtividade (Capelo, 2017). De acordo com Silveira et al. (2010), o estresse salino causa problemas desde a fase osmótica, dificultando a absorção de água pelas plantas, até questões de toxicidade, que interferem na abertura estomática e, conseqüentemente, na absorção de CO₂. Essas alterações negativas no processo fotossintético resultam em reduções no crescimento e na produção.

Nesse contexto desafiador, o silício (Si) tem sido objeto de estudo e aplicação na agricultura como um mitigador dos efeitos deletérios das condições adversas para as plantas (Cândido et al., 2020). Assim, surge a necessidade de avaliar os benefícios do uso de silício na melhoria da qualidade da alface cultivada em sistema hidropônico sob condições de salinidade na região semiárida da Paraíba.

Na hidroponia, vem sendo aplicado como um suplemento às culturas, resultando em maior produção e eficiência ao enfrentamento de estresses abióticos (LEMOS NETO et al., 2018).

Utilizando-se de recursos como solução nutritiva à base de silício que possivelmente possa contribuir com a maior eficiência do uso da água no cultivo e a viabilidade dessa cultura no ambiente de semiárido.

Portanto, este estudo teve como principal objetivo avaliar os benefícios do uso de silício na melhoria da qualidade de alface hidropônica cultivada em condições de salinidade na região semiárida da Paraíba.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido no Setor Experimental do Laboratório de Tecnologia da Produção Vegetal (LAPROV) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), localizado no Campus IV, na cidade de Catolé do Rocha, estado da Paraíba, situado no semiárido nordestino do Brasil. A cidade está geograficamente posicionada a 6° 21' de latitude Sul e 37° 48' de longitude Oeste. Essa região se enquadra no clima classificado como BSw'h' de acordo com a classificação de Köppen, caracterizando-se como semiárido quente, com duas estações distintas: uma estação chuvosa com precipitação irregular e outra estação sem precipitação. A precipitação média anual é de aproximadamente 870 mm, com uma temperatura média de 27 °C. O período chuvoso concentra-se principalmente entre os meses de fevereiro a abril.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com um esquema fatorial 3x2, sendo três níveis de salinidade: C1= 1,0 dSm⁻¹; C2= 2,0 dSm⁻¹ (condutividade controle) e C3= 3,0 dSm⁻¹, juntamente com duas doses de Dióxido de Silício: SS= 0 e CS= 0,4 mM, resultando em um total de seis tratamentos com dez repetições cada, totalizando então, 60 unidades experimentais.

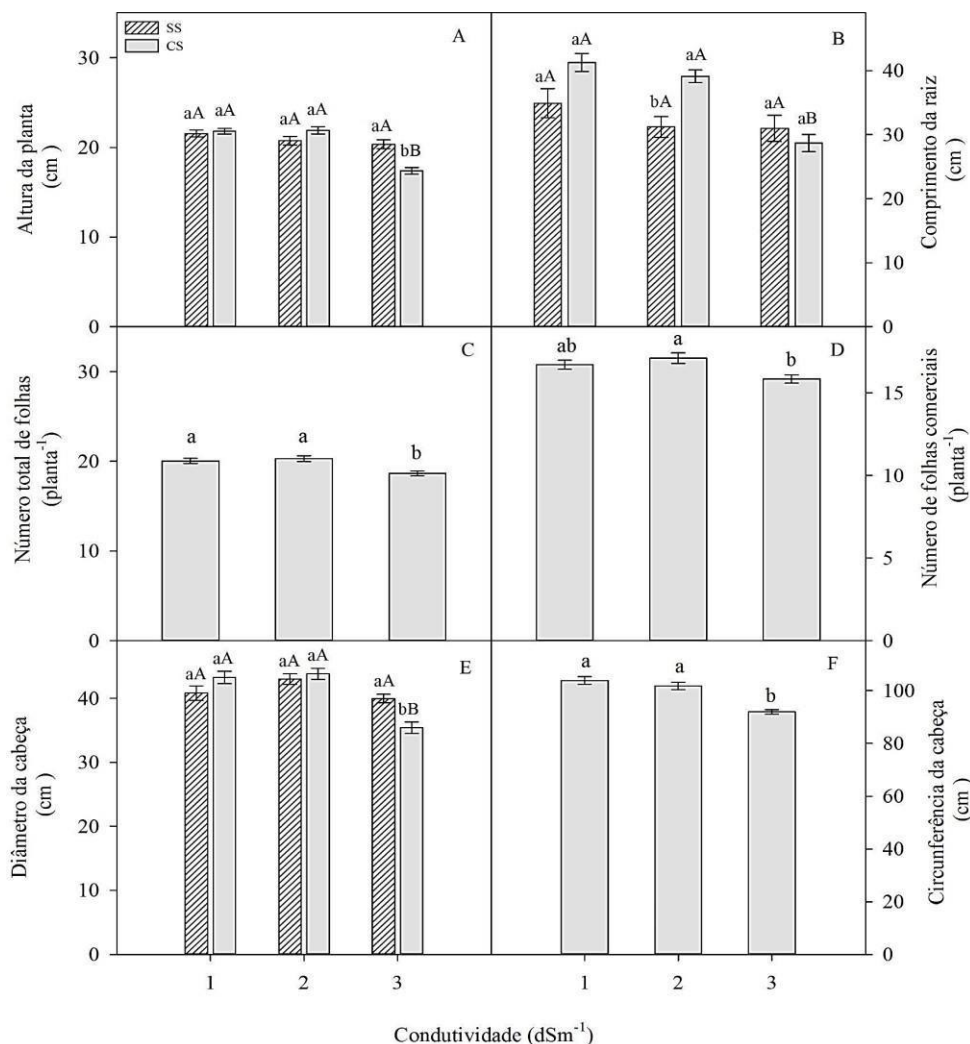
No estudo, foram avaliados os parâmetros, altura de planta (AP) mensurada através da medição do coleto à projeção da folha central mais proeminente, por meio de uma régua graduada (cm), o número total de folhas (NTF) e o número de folhas comerciais (NFC) (plantas⁻¹), realizada através da contagem de todas as folhas com tamanho mínimo de 5 cm de comprimento e, posteriormente, somente as de valor comercial, conforme descrito por Alencar et al. (2012); diâmetro da cabeça (DC) medido através de uma fita métrica e mensurado através da média de duas leituras no diâmetro dos quadrantes opostos das plantas (cm), circunferência da cabeça (CC), medida através de uma fita métrica (cm); comprimento das raízes (CR) obtido com o auxílio de uma fita métrica (cm) e a área foliar (AF) foi obtida pelo método dos discos, coletando-se 30 discos dos limbos foliares de cada planta (Caron et al., 2004) por meio de cartuchos de diâmetro interno de 1 cm. Realizou-se a pesagem dos discos e logo após, foram secos em estufa e a área foliar determinada pela equação proposta por Freire et al. (2017), além da massa fresca (MFF) (g) através da pesagem da planta sem o sistema radicular e da massa seca (MSF) (g), obtida através de pesagem após secagem em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 48 horas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (5% de probabilidade), e aplicado o teste de comparação de médias Tukey, assim como o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, utilizando o software R® e Rstudio®, pacote Library ExpDes. pt.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, foi possível constatar que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos C1 e C2 em relação a todas as variáveis, com exceção de CR, onde C2 registrou um aumento CS. Por outro lado, o tratamento C3 apresentou uma redução em todas as variáveis, incluindo CS.

Quanto a CR, houve uma redução significativa de 41% em CS na C3 (Figura 1B). No entanto, em condutividades menores a adição de silício possibilitou um aumento nessa variável. De acordo com Soares et al. (2011), em substratos com menor CE, o aumento do CR torna-se uma estratégia crucial na busca pelos nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas, e o silício (Si) atua como um agente estimulador dessa característica. Nesse sentido, o aumento nas características morfológicas da alfaca em CEs menores pode ter sido favorecido pelo maior CR.

Figura 1: Características morfológicas das alfaces cultivadas em sistema hidropônico. (A)

altura da planta (AP); (B) comprimento da raiz (CR); (C) número de folha total (NFT); (D) número de folha comercial (planta⁻¹); (E) diâmetro da cabeça (DC); (F) circunferência da cabeça. SS - Plantas não tratadas com Si e CS – Plantas tratadas com Si. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras minúsculas indicam interação do Si dentro de cada condutividade, e letras maiúsculas indicam interação do Si entre as condutividades.

No que se refere à variável AP, a adição de (Si) resultou em uma diminuição de 37% em C3, porém não foi observada diferença estatística entre C1 e C2 (Figura 1A). No caso de NFT e NFC (Figura 1C, D), ocorreram decréscimos de 27% e 26%, respectivamente, em C3. O uso de Si também provocou uma redução de 24% na variável DC (Figura 1E) em C3.

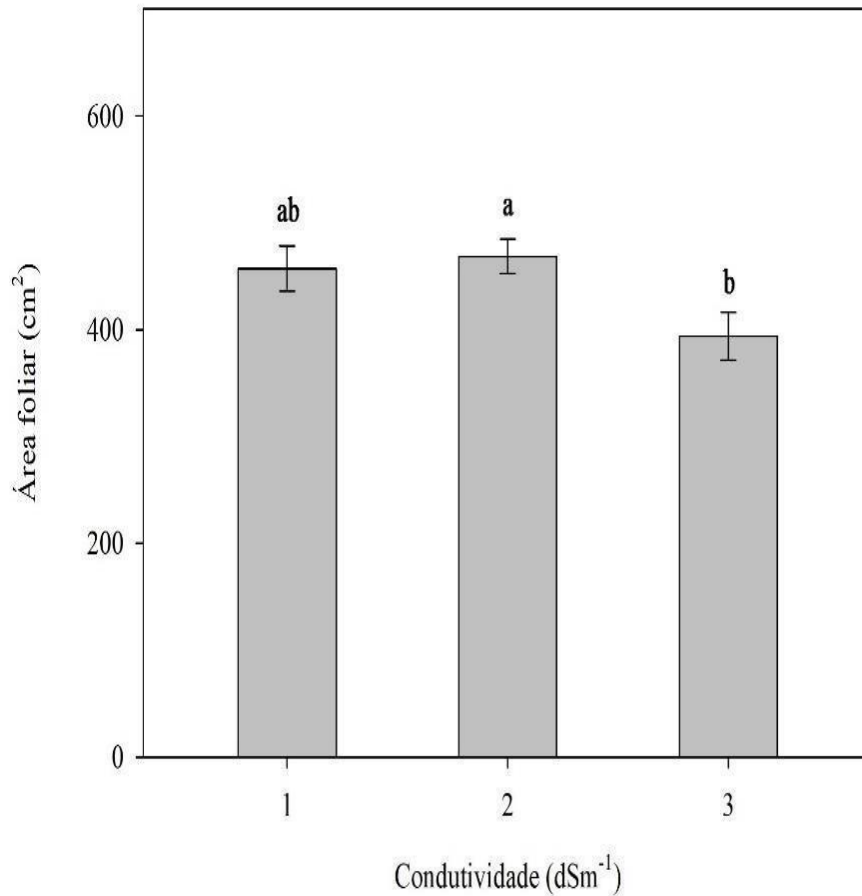
Entretanto, no caso de CC, as diferenças observadas estiveram relacionadas apenas às diferentes condutividades elétricas (CEs) aplicadas, sendo que C3 registrou uma redução de 32%. Silva et al. (2023) relataram que a redução da parte aérea é uma resposta comum de plantas sob estresse salino. Ela ocorre por meio de uma variedade de mecanismos, incluindo redução da taxa de expansão foliar, desfolhamento e abscisão foliar. A redução da área foliar ajuda a planta a reduzir a perda de água por transpiração, o que é importante para a sobrevivência em condições de alta salinidade.

Conforme apontado por Neves et al. (2016), as variáveis AP e CC desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade visual dos produtos para fins comerciais. Isso sugere que, mesmo em sistemas hidropônicos que utilizem águas de poços com condutividades entre 1,0 e 2,0 d Sm⁻¹, considerado água salobra (De Almeida et al, 2010) a alface é capaz de alcançar resultados satisfatórios.

A partir da análise da Área Foliar (AF), juntamente com as observações das características apresentadas na Figura 1 (C, D, E, F), é possível inferir que ocorreu um desenvolvimento comercialmente aceitável da alface em sistema hidropônico, em níveis de Condutividade Elétrica (CE) reduzidos. Supõe-se que esses resultados possam ter sido influenciados pelo notável desenvolvimento radicular observado em C1 (Figura 1B). Isso sugere que as plantas cresceram em níveis semelhantes, mesmo quando cultivadas em condições diferentes.

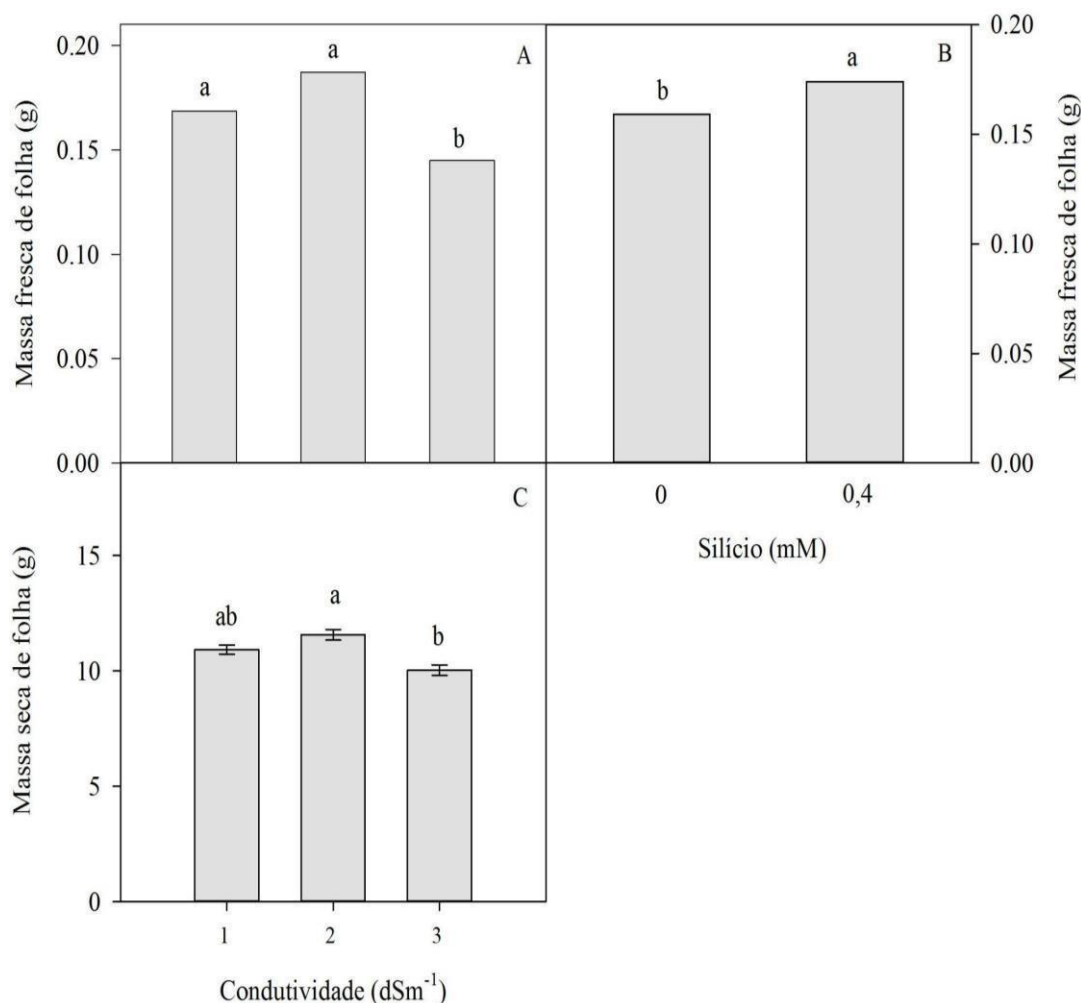
Corroborar-se assim os resultados para a variável AF (Figura 2), onde foi identificada uma diferença estatisticamente significativa entre C2 e C3, com uma redução de 43% entre esses dois tratamentos, embora não tenha havido diferença em relação a C1. Guerrero et al. (2011), não identificaram influências significativas no fator Área Foliar (AF) na cultura da rúcula em relação à aplicação de silício (Si). Sousa et al, (2018) relataram que esse efeito ocorreu devido ao fato do estresse salino promover o fechamento dos estômatos foliares e redução na transpiração, o que acarreta diminuição na absorção de água e nutrientes pela planta, corroborando assim os dados apresentados na Figura 2. Para Freitas et al, (2014) a diminuição na AF em detrimento ao aumento na CE se configura como sintoma inicial da planta sob estresse salino, ocorrendo devido a diminuição da divisão celular e da expansão da superfície foliar (Sousa et al., 2018). Estando diretamente relacionado às características morfológicas anteriormente citadas.

Figura 2: Área foliar (cm^2) de plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



A análise da MFF revelou que tanto a Condutividade Elétrica (CE) quanto a adição de Silício (Si) tiveram influência direta nessa variável, sem evidência de interação entre esses fatores, como demonstrado nas Figuras 3A e 3B. Observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre C1 e C2, no entanto, C3 apresentou uma redução significativa de 45,6% em relação a esses dois tratamentos. Machado (2020) também observou uma resposta positiva à aplicação de Si em solução nutritiva, independentemente da salinidade, para a MFF de coentro e cebolinha.

Figura 3: (A, B) massa fresca de folhas (g); (C) massa seca de folha (g). Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade



Semelhantemente Souza et al. (2018) registraram aumento da MFF de couve e acelga mediante aplicação de Si em seu cultivo, e relacionaram esse aumento ao fato do Si também ter favorecido o aumento na AP, corroborando assim com o presente trabalho onde se observou a mesma relação (Figura 1A). Além disso, o estudo realizado por Dias et al. (2019) em rúcula, utilizando diferentes substratos e condutividades elétricas (CEs), mostrou uma diminuição na Massa Seca de Folhas (MSF) à medida que a CE aumentava de 1,5 dSm⁻¹ para 3 dSm⁻¹. Esses resultados corroboram com as descobertas do presente trabalho.

Ao avaliar a Massa Seca de Folhas (MSF), não foram observadas diferenças significativas entre C1 e C2, sendo esta última estatisticamente equivalente a C3. No

entanto, nota-se uma diminuição de 25,8% na MSF em C3 (Figura 3C). Esse comportamento indica um aumento no status hídrico da planta, ou seja, uma maior capacidade de retenção de água por parte das plantas. O cloreto de sódio afeta também translocação e a síntese de hormônios das raízes para parte aérea, que são indispensáveis ao metabolismo foliar, resultando em perda de área foliar e, conseqüentemente, na matéria seca da parte aérea das plantas (Ferreira et al., 2001).

Essa redução na MSF foi atribuída ao aumento nos teores de sais no substrato, que impactou negativamente nos processos fisiológicos das plantas, reduzindo a absorção de água pelas raízes, a atividade meristemática, o alongamento celular e até mesmo o acúmulo de fotoassimilados, conforme relatado por Dias et al., (2019).

4. CONCLUSÕES

- O silício favoreceu o crescimento de raiz e massa fresca da fola (MFF) das alfaces hidropônicas em CEs reduzidas.
- A salinidade da solução nutritiva prejudicou os aspectos morfológicos, porém a CE de 2 dSm⁻¹ possibilitou desenvolvimento eficiente.
- Dado o aumento da exigência do mercado por produtos de alta qualidade visual e eficiência econômica no uso de recursos, a aplicação de silício surge como uma alternativa relevante quando combinado com um nível de condutividade elétrica (CE) de 1 dSm⁻¹.

5. REFERÊNCIAS

- ALENCAR, T. A. S.; TAVARES, A. T.; CHAVES, P. P. N.; FERREIRA, T. A.; NASCIMENTO, I. R. do. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção dealface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 7, n. 3, p. 53-67, 2012.
- CÂNDIDO, A. C. T. F; ROCHA, A. M. da; PEREIRA, H. de S; LOURINI, S. H; CAIONE, G. Silício na mitigação de estresse causado pela falta ou excesso de nitrogênio em alface. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. v. 11, n. 6, p 23-32, 2020
- CAPELO, R. A. S. P. **Caracterização do estresse salino em plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum*)** Lisboa, 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônômica) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade de Lisboa

CARON, B. O.; POMMER, S. F.; SCHIMIDT, D.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Crescimento da alface em diferentes substratos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 3, n. 2, p 97-104, 2004.

CORDEIRO, Gilberto G. Níveis de tolerância das culturas e teores de sais no solo e na água de irrigação. **Embrapa Semiárido-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2000.
EXLEY, Christopher. A possible mechanism of biological silicification in plants. **Frontiers in plant science**, v. 6, p. 853, 2015

DE ALMEIDA, Otávio Álvares. Qualidade da água de irrigação. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010

DIAS, M. dos S; REIS, L. S; SANTOS, R. H. S. dos; ALMEIDA, C. A. C. de; PAES, R. de A; ALBUQUERQUE, A. W. de; SILVA, F. de A. da. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação. **Colloquium Agrariae**. v. 15, n. 4, p 22-30, 2019

FACTOR, L. T; ZAMBROSI, F. C. B; FURLANI, P. R. Instruções básicas para o cultivo de hortaliças folhosas em hidroponia. In: _____ **Manual Técnico de Orientação**. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 2010

FAQUIM V; FURLANI PR. 1999. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. Informe Agropecuário 200/ 201: 99-104.

FREIRE, J. L. O.; SILVA, J. E. da.; LIMA, J. M. de.; ARRUDA, J. A. de.; RODRIGUES, C. R. Desempenho fitotécnico e teores clorofilianos de cultivares de alface crespas produzidas com fertilização à base de urina de vaca no Seridó paraibano. **Agropecuária Científica do Semiárido**, v. 12, n. 3, p. 258-267, 2017.
GUERRERO, A. C; BORGES, L. C; FERNANDES, D. M. Effect of foliar application of silicon in rocket grown in two types of soil. **Biosci. J.** v. 27, n. 4, p 591-596, 2011
GUIMARÃES^a, R. F. B; NASCIMENTO, R do; MELO, D. F de; RAMOS, J. G; PEREIRA, M. de O; BORGES, V. E; CARDOSO, J. A. F. Crescimento da alface hidropônica submetida a diferentes níveis de salinidade no Semiárido paraibano. **Revista Espacios**, v. 38, n. 38, p 25-32, 2017

KORNDORFER, G. H; SOUZA, R de S. Elementos benéficos. In: FERNANDES, M. S; SOUZA, S. R de; SANTOS, L. A. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018.

MACHADO, M. S. **Aplicação de silicato de potássio em coentro e cebolinha sobre estresse salino da solução nutritiva**. Fortaleza, 2020. 76 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola - Irrigação e Drenagem)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará
MARTINS, C. M; MEDEIROS, J. F. de; LOPES, W. de A. R; BRAGA, D. F; AMORIM, L. B. de. Curva de absorção de nutrientes em alface hidropônica. **Revista Caatinga**, v 22, n 4, p 123 - 128, 2009

NEVES, J. F; NODARI, I. D. E; SEABRA JÚNIOR, S; DIAS, L. D. E; SILVA, L. B. da; DALLACORT, R. Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais. **Revista Agroambiente online**. v. 10, n. 2, p 130-136, 2016

OHSE, Silvana et al. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 181-185, 2001.

PEREIRA, K. S. de S; SILVA, A. F. da; SILVA, K. da; ANDRADE, E. de. Agroecologia e saúde humana: a produção orgânica por hidroponia. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 19, 2018, João Pessoa, PB, **Anais...**

SILVA, M. L., Gomes, M. A., & Oliveira, M. A. (2023). Mecanismos de tolerância ao estresse salino em plantas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 35(2), 268-280

SILVEIRA, J. A. G; SILVA, S. L. F; SILVA, E. N; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: **Manejo da Salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, 2010

SOARES, J. D. R; PASQUAL, M; RODRIGUES, sources in the micropropagation of the Cattleya group orchid. **Acta. Sci. Agron**, v. 33, n. 3, p 503-507 , 2011 F. A; VILLA, F; ARAÚJO, A. G. de. Silicon

SOUZA, J. Z. de; PRADO, R. de M; SILVA, S. L. de O; FARIAS, T. P; GARCIA NETO, J; SOUZA JÚNIOR, J. P. de. Silicon leaf fertilization promotes biofortification and encreases dry matter, ascorbate content, and decreases post-harvest leaf water loss of chard and kale. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**. v. 50, p 164-172, 2018.

LEMOS NETO, H. de S; GUIMARÃES, M. de A; MESQUITA, R. O; SAMPAIO, I. M. G; HENDGES, A. R. A. de A; OLIVEIRA, A. B. de. **Silicon potential as attenuator of salinity effects on growth and post-harvest quality of Lettuce**. **Journal of Agricultural Science**. v. 10,n. 7, p 455-463, 2018