

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS IV – CATOLÉ DO ROCHA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
CURSO DE AGRONOMIA**

FARUQUE FIRMO DOS REIS

**INTERAÇÃO DA SALINIDADE COM DOSES DE CÁLCIO PARA MITIGAÇÃO DOS
EFEITOS SALINOS EM *Lactuca sativa* L. SOB CULTIVO HIDROPÔNICO**

CATOLÉ DO ROCHA - PB

2024

FARUQUE FIRMO DOS REIS

**INTERAÇÃO DA SALINIDADE COM DOSES
DE CÁLCIO PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS SALINOS EM *Lactuca sativa* L.
SOB CULTIVO HIDROPÔNICO.**

Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fisiologia de Plantas Cultivadas.

Orientador: Prof. Dr. Josemir Moura Maia.

Coorientadora: Msc. Amanda Ferreira da Silva.

**CATOLÉ DO ROCHA
2024**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto em versão 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.

R375i Reis, Faruque Firmo dos.

Interação da salinidade com doses de cálcio para mitigação dos efeitos salinos em *Lactuca sativa* L. sob cultivo hidropônico [manuscrito] / Faruque Firmo dos Reis. - 2024.
33 f. : il. color.

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, Departamento de Agrárias e Exatas - CCHA".

"Coorientação: Prof. Ma. Amanda Ferreira da Silva, ".

1. Nutrição mineral. 2. Nitrato de cálcio. 3. Hidroponia. I.
Título

21. ed. CDD 631

FARUQUE FIRMO DOS REIS

**INTERAÇÃO DA SALINIDADE COM DOSES
DE CÁLCIO PARA MITIGAÇÃO DOS EFEITOS SALINOS EM *Lactuca sativa* L.
SOB CULTIVO HIDROPÔNICO**

Trabalho de Conclusão de Curso em
Agronomia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Área de concentração: Fisiologia de Plantas Cultivadas.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Josemir Moura (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Prof. Dr. Francisco Vanies da Silva Sá
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dr. Anselmo Ferreira da Silva
Membro Externo (HIDROTECH)

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Dona Nilzete Firmo dos Santos, por nunca ter desistido de mim. Se não fosse por ela, não teria me tornado o homem que sou hoje.

À minha tia, Anaildes Oliveira, por todo o apoio no momento mais difícil da minha vida.

Ao meu pai, Orlando Santiago, por todo suporte.

A todos aqueles que me incentivaram e contribuíram de alguma forma para que eu pudesse ingressar no curso de Agronomia.

Ao grupo de pesquisa LAPROV, por todos os ensinamentos que me foram passados, e a toda a equipe que me ajudou durante esses anos de muita pesquisa e trabalho.

Ao professor Dr. Josemir Moura Maia, por acreditar em mim, pela orientação e por todos os conselhos acadêmicos e profissionais.

A Anselmo Ferreira da Silva, pela amizade e por toda a experiência profissional compartilhada comigo.

À Hidrotech, pela oportunidade e por acreditar no meu potencial.

À minha amiga e coorientadora Amanda Ferreira da Silva, por todo o suporte.

A todos os amigos e colegas de curso que contribuíram de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

A todo o quadro administrativo e técnico da UEPB, pelo suporte em diversas ocasiões.

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente difundida no país, suas propriedades nutricionais e seu baixo preço de mercado tornaram essa folhosa bastante procurada. Alguns fatores podem ser limitantes para o cultivo convencional de hortaliças, tais com altas temperaturas e águas com altos teores de sais (NaCl principalmente). Uma forma de cultivo que vem crescendo e sendo bastante estudada é a hidroponia, essa técnica que consiste na utilização de soluções nutritivas para suprir as demandas nutricionais do solo, traz consigo um amplo campo de estudos, sob salinidade e nutrição de plantas. Objetivou-se estudar a interação da salinidade com diferentes doses de cálcio na solução nutritiva a fim de mitigar os efeitos dos sais no cultivo de alface hidropônica. O trabalho foi realizado em um viveiro da Universidade Estadual da Paraíba, localizado em Catolé do Rocha (PB). O delineamento experimental utilizado foi DIC, com fatorial 4x5, com quatro doses condutividades elétricas (1,5; 2,5; 3,5 e 4,5dS/m) de cálcio na forma de nitrato de cálcio (60g; 67,5; 75g; 82,5g e 90g/100L) e com seis repetições. Foram utilizadas águas salinas simuladas para representar as águas de poços da região. As variáveis estudadas foram altura das plantas, massa fresca total, massa fresca das folhas, massa fresca das raízes, massa seca das folhas, massa seca das raízes, número de folhas totais, número de folhas comerciais, área foliar, diâmetro da cabeça, circunferência da cabeça, comprimento das raízes, volume das raízes, conteúdo relativo de água, umidade e danos de membrana. Constatou-se que a redução de 20% de cálcio (60g/100L) na solução nutritiva proporcionou plantas com maiores médias morfológicas; e que o cálcio proporcionou atenuação dos efeitos da salinidade na alface.

Palavras-chave: Nutrição mineral; Nitrato de cálcio; Hidroponia

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa L.*) is a widely cultivated vegetable in the country. Its nutritional properties and low market price have made this leafy green highly sought after. Some factors can limit conventional vegetable cultivation, such as high temperatures and water with high salt concentrations (mainly NaCl). A cultivation method that has been growing in popularity and extensively studied is hydroponics. This technique, which uses nutrient solutions to meet the soil's nutritional demands, opens a broad field of research in plant salinity and nutrition. The objective was to study the interaction of salinity with different calcium doses in the nutrient solution to mitigate the effects of salts in hydroponic lettuce cultivation. The study was conducted in a greenhouse at the State University of Paraíba, located in Catolé do Rocha (PB). The experimental design used was a completely randomized design (CRD) in a 4x5 factorial scheme, with four electrical conductivity levels (1.5, 2.5, 3.5, and 4.5 dS/m) of calcium in the form of calcium nitrate (60g, 67.5g, 75g, 82.5g, and 90g/100L) and six repetitions. Simulated saline water was used to represent well water from the region. The variables analyzed were plant height, total fresh weight, leaf fresh weight, root fresh weight, leaf dry weight, root dry weight, total number of leaves, number of marketable leaves, leaf area, head diameter, head circumference, root length, root volume, relative water content, moisture, and membrane damage. It was found that reducing calcium by 20% (60g/100L) in the nutrient solution resulted in plants with higher morphological averages and that calcium mitigated the salinity effects on lettuce.

Keywords: Mineral nutrition; Calcium nitrate; Hydroponics

SUMÁRIO

ABSTRAT	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 Aspectos Agronômicos da Alface: Cultivo e Adaptação.....	7
2.2 A Eficácia da Hidroponia em Condições de Salinidade	7
2.3 O Papel do Cálcio na Nutrição Vegetal: Funções e Implicações	8
2.4 Interação Entre Sódio e Cálcio e Estratégias de Mitigação do Estresse Salino	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
3.1 Caracterização do local da pesquisa	10
3.2 Delineamentos experimentais.....	11
Fonte: Amanda Ferreira, 2021.....	11
3.3 Formulações das soluções nutritivas para o cultivo da alface	12
3.4 Preparo das soluções nutritivas.....	13
3.4.1 Preparo das águas salinas simuladas	13
3.5 Indicadores de crescimento	14
3.6 Variáveis relacionadas ao estresse salino	15
3.6.1 Danos de membrana (DM)	15
3.6.2 Conteúdo relativo de água (CRA).....	16
3.6.3 Teor de umidade (%UM)	17
3.7 Determinações dos solutos inorgânicos.....	17
3.7.1 Relação $Na^+/Ca^{2+}/K^+$	17
3.8 Análises estatísticas	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Indicadores de crescimento	19
4.2 Indicadores nutricionais	24
4.3 Indicadores de estresse.....	25
5. CONCLUSÃO	28

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*), pertencente à família Asteraceae, é uma hortaliça folhosa popular e economicamente importante, cultivada em todo o mundo (VAN TREUREN et al., 2018). Originária da Ásia e trazida para o Brasil no século XVI pelos portugueses, essa planta apresenta boas quantidades de vitaminas A e C, além de minerais como ferro e fósforo (FERNANDES et al., 2002). A cultura apresenta sistema radicular ramificado e superficial, caule curto, espesso e não ramificado que sustenta diretamente a roseta de folhas, característica que facilita o cultivo e torna a alface especialmente adequada para diferentes métodos de produção (BONETT et al., 2019).

Nos últimos anos a demanda e o consumo de alface cresceram significativamente, ressaltando a importância de estudos sobre técnicas de cultivo e manejo para aumentar a sua produtividade e qualidade, especialmente em regiões semiáridas (CELINA, 2020).

Andrade (2019) descreve que o clima semiárido predominante no Nordeste do Brasil caracteriza-se por um regime de precipitação baixo irregular e de curta duração que, combinado com outras variáveis climáticas, gera um déficit hídrico limitante para o desenvolvimento vegetal contínuo ao longo do ano e, nesse cenário, a água torna-se o principal fator restritivo para a agricultura na região.

A salinidade prejudica o desenvolvimento vegetal interferindo nos processos fisiológicos e bioquímicos ao longo do ciclo de vida das plantas. devido a sua complexidade, a resposta das plantas dependem de suas características, incluindo a fase fenológica, estado nutricional e fatores como as condições ambientais. A resposta da planta em ambiente salino pode variar entre cultivares da mesma espécie (Maas & Hoffman, 1997). A salinidade reduz o teor de clorofila em plantas sensíveis, enquanto promove um aumento em plantas tolerantes (Munns, 1993).

Considerada uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil, a alface se destaca pela fácil adaptação e pelos valores nutricionais, sendo amplamente cultivada em sistemas hidropônicos devido à sua estrutura que favorece esse tipo de manejo. (COMETTI et al., 2004).

A hidroponia é uma técnica de cultivo sem solo, convencionalmente executada em ambiente protegido. Ao dispensar o uso do solo, a hidroponia emprega uma solução nutritiva rica em macro e micronutrientes, fundamentais para promover o adequado desenvolvimento vegetal. Essa técnica logo ganhou destaque no mercado por apresentar atributos econômico-sustentáveis e menores impactos ambientais, nos quais a planta apresenta bom desenvolvimento, menor tempo de colheita e rápido retorno econômico (COSTA, 2001; CARMO JR, 2000).

Existem tipos de sistemas hidropônicos, dentre eles tem o sistema NFT (técnica do fluxo laminar dos nutrientes) e DFT (técnica do fluxo profundo), nos quais apresentam vantagens e desvantagens relacionadas ao manejo e à eficiência do fornecimento nutricional, ambos classificados como sistemas fechados (SOARES et al., 2016). O sistema DFT é composto por um tanque de solução nutritiva, possui um sistema de bombeamento e utiliza-se um suporte flutuante (isopor T5, alta densidade) que mantém as plantas acima da solução nutritiva, permitindo que suas raízes fiquem submersas e um sistema de retorno da solução ao tanque. Essa configuração garante um acesso contínuo aos nutrientes e à água, favorecendo o desenvolvimento saudável das plantas.

O Ca^{2+} é um macronutriente essencial para as plantas, desempenhando um papel central em diversos processos metabólicos, como a manutenção da integridade da membrana celular e a preservação de outros nutrientes (MALAVOLTA, 2008). O cálcio tende a se concentrar nos tecidos mais transpirantes, acumulando-se nas folhas. O equilíbrio nutricional entre Na^+ e Ca^{2+} é crucial para que a planta complete seu ciclo sem manifestar toxicidade pelo sódio. Vários estudos destacam o papel do cálcio como mitigador de estresse salino, sendo a interação $\text{Na}^+ / \text{Ca}^{2+}$ e seus locais de absorção tópicos de relevância para a nutrição vegetal (SILVA, 2022).

Adota-se como hipótese o estabelecimento de um equilíbrio iônico adequado para soluções nutritivas adaptadas ao uso de águas salobras da região nordeste do Brasil, empregando a hidroponia como técnica de cultivo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Agronômicos da Alface: Cultivo e Adaptação

A alface é cultivada em todas as regiões do Brasil e é a hortaliça folhosa mais consumida pela população, valorizada tanto pelo sabor e valor nutricional quanto pelo preço acessível ao consumidor (CINTRA et al., 2013). No Brasil, São Paulo lidera no cultivo de alface, produzindo 268.139 toneladas, sendo Ibiúna o maior produtor do estado e na Paraíba, a produção total de alface atinge 6.548 toneladas, com Lagoa Seca se destacando como o maior produtor do estado (IBGE, 2017).

O consumo de alface tornou-se significativo mundialmente devido à sua composição rica em vitaminas e minerais (SANTI et al., 2010). Atualmente, a China lidera a produção global com 23,6 milhões de toneladas (52% da produção mundial), seguida pelos Estados Unidos e pela Índia. No Brasil, a produção anual é de cerca de 1,5 milhões de toneladas, destacando-se a região Sul como principal produtora. Para a safra 2019/2020, estima-se um aumento de 12% na área plantada (PAULA; MACHADO, 2021).

Apesar disso, a alface (*Lactuca sativa* L.) é classificada como moderadamente sensível à salinidade (AYRES & WESTCOT, 1999). Portanto, é essencial encontrar formas de cultivo que se adaptem às características edafoclimáticas da nossa região, a fim de aumentar a produção dessa hortaliça.

2.2 A Eficácia da Hidroponia em Condições de Salinidade

Nas regiões semiáridas, a escassez hídrica representa um desafio significativo para os produtores agrícolas (HANS et al., 2023). Devido à limitada disponibilidade de água doce, muitos agricultores recorrem ao uso de água salobra, caracterizada por elevados teores de sal, para a irrigação de suas culturas (CAMPOS JUNIOR et al., 2017). Uma alternativa real para o modelo agrícola é a utilização da hidroponia, uma vez que a influência do potencial mátrico é reduzida, fazendo com que o potencial total seja, em grande parte, condicionado pelo potencial osmótico (Soares et al., 2007). Nesse contexto, diversas pesquisas (Alves et al., 2011; Dantas, 2012; Dias et al., 2010; Maciel et al., 2012; Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Santos Júnior et al., 2011; Soares et al., 2010) destacam a

viabilidade técnica da hidroponia, demonstrando que esse sistema é eficaz para o uso de águas salobras.

No Brasil, diversas técnicas de cultivo hidropônico são empregadas, destacando-se os sistemas de Fluxo Profundo (DFT) e Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT) (SILVA FILHO, 2014). O sistema Floating ou DFT é considerado uma técnica com grande potencial econômico para a região Nordeste, pois oferece boas respostas ao cultivo de plantas em condições de salinidade. Essa metodologia cria uma lâmina profunda de 5 a 10 cm, na qual as raízes das plantas permanecem continuamente submersas na solução nutritiva (BARNABÉ et al., 2013).

O uso de águas salobras em sistemas hidropônicos NFT e DFT exerce uma influência significativa na produção e nas variáveis associadas ao crescimento da alface Elba cultivada em hidroponia, onde os estudos mostraram um aumento no acúmulo de matéria fresca e seca da parte aérea, assim como no diâmetro do caule e no teor de água na parte aérea da planta, com resultados superiores no sistema DFT em comparação ao NFT (SANTOS et al., 2011).

Silva et al. (2016) também ressaltam que o sistema DFT apresenta vantagens em relação ao NFT, especialmente em condições de menor frequência de aeração da solução nutritiva, uma vez que as raízes têm maior exposição à solução. Além disso, Zeroni et al. (1983) destacam o custo reduzido de construção do sistema DFT, assim como seu elevado poder tampão, resultante do grande volume de solução nutritiva disponível para as plantas. Dessa forma, o sistema hidropônico DFT se mostra adequado para atender a diversos aspectos essenciais à sua implementação no semiárido brasileiro. (SILVA, A. F., 2022)

2.3 O Papel do Cálcio na Nutrição Vegetal: Funções e Implicações

O íon cálcio (Ca^{2+}) desempenha um papel crucial na nutrição das plantas, esse elemento é encontrado nos tecidos vegetais em concentrações que podem variar de 0,5 a 3 dag/kg da matéria seca (REITZ et al., 2021). De acordo com Faquin (2005), admite-se que o cálcio seja indispensável para a manutenção da estrutura e o funcionamento normal das membranas celulares. A permeabilidade das membranas a compostos hidrofílicos depende consideravelmente da concentração de Ca^{2+} e de H^+ no meio.

O cálcio desempenha um papel fundamental na preservação da integridade estrutural e funcional das membranas celulares vegetais, atuando como um agente cimentante na forma de pectatos de cálcio na lamela média, contribuindo para regular o transporte e a troca iônica (HADI e KARIMI, 2012). Além disso, o íon cálcio é um mensageiro secundário essencial em eventos de sinalização celular (PAIVA, 2019).

WANG et al. (2020) afirmam que, na planta, o cálcio (Ca^{2+}) não pode ser mobilizado dos tecidos mais velhos e redistribuído pelo floema. O Ca^{2+} é depositado em vacúolos, sendo raramente redistribuído, o que impossibilita a transferência do cálcio armazenado em uma folha basal para uma folha superior.

2.4. Efeito da salinidade nas plantas

Segundo Munns e Termaat (1986), a água de irrigação com altos teores de NaCl compromete o desempenho das plantas ao provocar déficit hídrico, toxicidade causada por íons e desequilíbrio nutricional. Com isso, diversos processos são prejudicados, como a síntese de proteínas, o metabolismo lipídico e a fotossíntese.

As plantas apresentam diferentes níveis de tolerância às concentrações críticas de sais, adotando uma variedade de mecanismos adaptativos que variam entre as espécies (Iyengar; Reddy, 1996).

2.5 Interação Entre Sódio e Cálcio e Estratégias de Mitigação do Estresse Salino

Diversos estudos têm destacado a relevância da pesquisa sobre salinidade no cultivo de plantas, com ênfase especial no sódio. Os efeitos desse elemento são evidentes em várias culturas de interesse agrônomo (YAHYA, 1998; BETHKE e DREW, 1992). Esses íons provocam estresse hídrico, o que, por sua vez, resulta em distúrbios fisiológicos e, diretamente, em problemas na estrutura das membranas e em outras funções celulares. (SILVA, A. F., 2022)

Rengel (1992) e Lacerda (2000) ressaltaram que, as plantas possuem mecanismos que possibilitam a tolerância a períodos de estresse, como o acúmulo

de íons nos vacúolos, o ajuste osmótico e a preservação da água nas células, outro mecanismo crucial na tolerância ao sal é a absorção e a distribuição de certos elementos e a redução no desenvolvimento das plantas sob estresse salino está indiretamente relacionada à diminuição da absorção de íons como Ca^{2+} e K^+ .

O Ca^{2+} é responsável por garantir a integridade da membrana celular, assim como a preservação de outros nutrientes (HADI e KARIMI, 2012). O cálcio é concentrado nos tecidos que transpiram, sendo acumulado nas folhas. O balanço nutricional entre $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ permite que a planta complete seu ciclo sem que haja toxicidade pelo Na^+ .

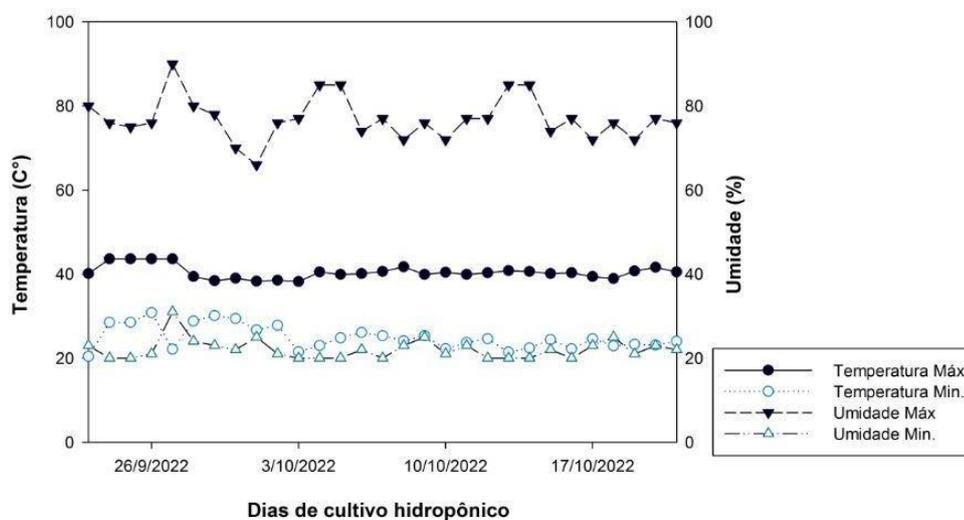
O cálcio age como mitigador de estresse salino, pesquisas sobre a interação do $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ e seus sítios de absorção são objetos de estudos importantes para a nutrição de plantas, onde o estudo da interação da condutividade elétrica da solução nutritiva juntamente com a absorção de Ca^{2+} visa entender metabolismos e melhorar o uso de sais na formulação das soluções nutritivas em regiões com uso de água salobras na agricultura (SILVA, A. F., 2022).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do local da pesquisa

O trabalho foi realizado em viveiro com dimensões 12mx30m no Setor Experimental da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e no Laboratório de Tecnologias da Produção Vegetal (LAPROV), localizado no município de Catolé do Rocha (PB). A cidade está situada a 6º 21" de latitude S e 37º 48" de longitude O, a uma altitude de 272 m. O clima da região é do tipo BSw"h", segundo classificação de Köppen, caracterizando-se por ser semiárido quente, com duas estações distintas, uma chuvosa com precipitação irregular e outra sem precipitação. A precipitação média anual é de 870 mm, temperatura média de 27 °C.

Figura 1. Dados de acompanhamento de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior da estufa, no período de 23/09/2021 a 23/10/2021.



Fonte: Amanda Ferreira, 2022.

3.2 Delineamentos experimentais

Para o experimento foi utilizado o Delineamento de Inteiramente Casualizado (DIC) com esquema fatorial 4x5, correspondendo a quatro tratamentos (1,5; 2,5; 3,5; e 4,5 dS/m) e cinco doses de Cálcio (60; 67,5; 75; 82,5 e 90g/100L) sendo (-20%; -10%; Furlani; +10%; +20%) com seis repetições, perfazendo um total de 60 unidades experimentais (figura 2).

Figura 2. Croqui do experimento.



Fonte. Amanda Ferreira, 2022

3.3 Formulações das soluções nutritivas para o cultivo da alface

Para a formulação das soluções nutritivas dos experimentos foi utilizada como base e como dose controle a solução nutritiva descrita por Furlani (1999) como mostra o tabela 1. Para os tratamentos do experimento foram feitas adaptações e combinações descritas na tabela 2.

Tabela 1. Fontes e doses da solução nutritiva de Furlani.

Adubo ou Sal	g/1000 L
Nitrato de cálcio	750,00
Nitrato de potássio	500,00
Fosfato monoamônico	150,00
Sulfato de magnésio	400,00
Ácido bórico	1,50
Sulfato de manganês	1,31
Sulfato de zinco	0,50
Sulfato de cobre	0,15
Molibdato de sódio	0,17
Cloreto férrico	13,00
EDTA- dissódico	17,00

Fonte. Furlani (1999)

Tabela 2. Valores das condutividades elétricas e das doses de Cálcio do experimento I.

Tratamentos	CE (dS/m)	Ca(NO₃)₂ (g/100L)
S1Ca1	1,5	60
S1Ca2	1,5	67,5
S1Ca3	1,5	75
S1Ca4	1,5	82,5
S1Ca5	1,5	90
S2Ca1	2,5	60

S2 Ca2	2,5	67,5
S2Ca3	2,5	75
S2Ca4	2,5	82,5
S2Ca5	2,5	90
S3Ca1	3,5	60
S3Ca2	3,5	67,5
S3Ca3	3,5	75
S3Ca4	3,5	82,5
S3Ca5	3,5	90
S4Ca1	4,5	60
S4Ca2	4,5	67,5
S4Ca3	4,5	75
S4Ca4	4,5	82,5
S4Ca5	4,5	90

Fonte. Amanda Ferreira, 2022.

3.4 Preparo das soluções nutritivas

3.4.1 Preparo das águas salinas simuladas

As águas salinas simuladas foram preparadas com a suplementação de NaCl em água de abastecimento subterrâneo até atingirem a condutividade elétrica pré-determinada para as salinidades S2, S3 e S4, já a solução controle com S1 foi preparada com água destilada e sua condutividade foi atingida apenas com os sais presentes em suas fontes minerais, como mostra a tabela 3 e na figura 3.

Tabela 3. Condutividade elétrica (CE) das águas salinas simuladas e da solução controle, todos os valores expressos em dS/m.

Variável de salinidade	CE das soluções nutritivas	CE das soluções salinas simuladas	CE final
S1	1,5	0	1,5
S2	1,5	1	2,5
S3	1,5	2	3,5
S4	1,5	3	4,5

Fonte. Amanda Ferreira, 2022.

Figura 3. Preparo das soluções 1.5, 2.5, 3.5 e 4.5 dS/m.



Fonte. Amanda Ferreira, 2022.

3.5 Indicadores de crescimento

A massa fresca (MF) foi feita com a pesagem do material segundos depois de fazer a colheita, com unidade de medida em gramas (g) em balança de precisão. A altura das plantas (AP) foi medida do colo da planta até o ápice da última folha desenvolvida; a determinação do número total de folhas (NTF) será feita pelo número total de folhas obtidas pela contagem direta, enquanto o número comercial de folhas (NCF) será obtido através da contagem direta de folhas sem danos visuais. O diâmetro da cabeça (DC) será mensurado com uma trena de uma extremidade a outra da planta correspondendo ao diâmetro de uma circunferência. O comprimento e diâmetro do caule serão obtidos através da retirada de todas as folhas das plantas avaliadas, as quais serão medidas posteriormente através da utilização do paquímetro, na determinação do diâmetro do caule será tomada uma medida aproximadamente perpendicular ao caule avaliado. O volume da raiz (VR) foi obtido pelo deslocamento da coluna de água na proveta de 1000ml (SANTANA et al., 2003), onde coloca-se um volume de 500ml de água na proveta e logo após introduz a raiz, observando o movimento da coluna de água em ml, que corresponderá ao volume da raiz com unidade de medida em cm^3 . O comprimento da raiz (CR) será determinado medindo-se do colo da planta até a extremidade inferior da raiz, utilizando uma régua graduada com unidade de medida em cm. Após

a pesagem da massa fresca e as demais análises de crescimento as partes da planta (folhas, caule e raiz) foram embaladas em sacos de papel e em seguida colocadas em estufa com circulação ar a 65°C por 96 horas até peso constante. Após este período, pesou-se para a determinação de massa seca (MS) por planta, com unidade de medida em gramas (g) na balança de precisão (figura 4).

Figura 4. Análises morfológicas da alface.



Fonte. Amanda Ferreira, 2022.

3.6 Variáveis relacionadas ao estresse salino

3.6.1 Danos de membrana (DM)

A percentagem de danos na membrana se baseia em avaliar indiretamente os danos, nas membranas, causados pelo tratamento. As folhas e raízes são lavadas 3x em água destilada-deionizada, e são retirados 30 discos das folhas e 10 segmentos de raízes laterais de plantas adultas (Figura 4) Em seguida o material transferido para tubos com tampa contendo 10ml de H₂ O e deixar em repouso por no mínimo 6 horas a 25°C sob agitação ocasional, transferir o “extrato” para outros tubos e proceder leitura de condutividade a 25°C retornar o “extrato” para os tubos e contém as amostras e realizar fervura a 100°C por 60 minutos colocar para

resfriar a temperatura ambiente até retornar a 25°C e realizar nova leitura de condutividade, o resultado será expresso em % de danos de membrana:

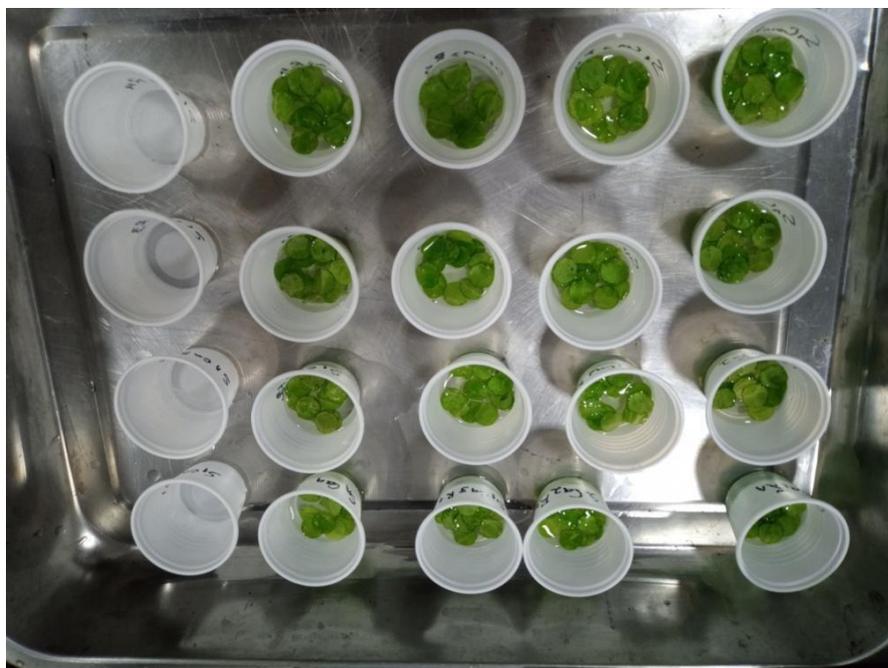
$$\%DM = \frac{C1}{C2} \times 100$$

Onde: %DM = percentual de danos de membrana

C1 = condutividade inicial

C2 = condutividade final

Figura 5. Análise de dano de membrana da alface.



Fonte. Amanda Ferreira, 2022.

3.6.2 Conteúdo relativo de água (CRA)

É feita a coleta material e logo são retirados 300mg de discos foliares de 1cm de diâmetro (para plantas adultas); 300mg de segmentos de 5cm de raízes laterais (para plantas adultas); 6 folhas (para plântulas pequenas); 3 segmentos de cm da região basal da raiz (para plântulas pequenas). Em seguida determina imediatamente o peso fresco em balança semi-analítica (MF). O material é transferido para a placa de petri deixando na bancada (25°C) por um período mínimo de 6h, após isso é colocado em papel toalha para retirar o excesso de água e pesa-se para determinar a massa túrgica (MT), então seguida coloca-se os discos em saco de papel e seca em estufa (75°C) por 48h e posteriormente determinar a

massa seca dos segmentos (MS). O cálculo de conteúdo relativo de água (C.R.A) usando a relação descrita por Cairo (1995).

$$CRA = \frac{MF}{MT} - \frac{MS}{MS} \times 100$$

3.6.3 Teor de umidade (%UM)

O teor de umidade em porcentagem é feito pela diferença da Massa fresca da planta e a Massa seca da planta dividido pela massa fresca, multiplicado por cem.

$$\%UM = \frac{MF - MS}{MF} \times 100$$

3.7 Determinações dos solutos inorgânicos

3.7.1 Relação Na⁺/Ca²⁺/K⁺

Para determinar os nutrientes: cálcio, potássio e sódio foram utilizados o fotômetro de chama. A fotometria de chama permite determinar a concentração de sais específicos em soluções. O método da espectrometria de emissão de chama (EEC), resumidamente consiste em obter valores numéricos que correspondam à intensidade da luz emitida pelo íon, o que conseqüentemente é proporcional à concentração do íon na solução. Vale ressaltar que essa excitação eletrônica é proporcionada pela energia da chama e que cada íon, emite um comprimento de onda específico. Para a extração foram pesados 1g da amostra seca e colocadas em tubos de ensaio de 12ml com tampa, e completado para o volume de 10ml de água destilada, em seguida as amostras foram para o banho maria á uma temperatura de 80°C por 1h. Após o resfriamento das amostras em temperatura ambiente as amostras foram diluídas novamente em 100µl para 10 ml de água destilada. Para a padronização das amostras foi utilizado nitrato de cálcio p.a, cloreto de potássio p.a e cloreto de sódio p.a., com concentrações de 0ppm a 100ppm. Após a padronização e calibração do equipamento foram feitas as leituras das amostras do experimento. Foi anotado o valor da leitura dos extratos e

procedido os cálculos para encontrar a concentração de cálcio, potássio e sódio nas amostras preparado (VOGEL, 1981) adaptado.

3.8 Análises estatísticas

Os dados inicialmente foram submetidos ao teste de normalidade (Scott knott) e homogeneidade (Levene) respectivamente, em seguida foi feito (teste F a 5% de probabilidade). Os fatores quantitativos relativos aos níveis de salinidade e adubação foram analisados estatisticamente por meio de regressão linear ou quadrática, enquanto que os fatores qualitativos através de teste para comparação de médias, com base no teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Software Sisvar e para a construção dos gráficos foram no programa SigmaPlot 12.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico foram submetidas a tratamentos combinados de nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) e salinidade. Análises morfológicas foram representadas por gráficos de superfície resposta quando os dois tratamentos promoveram alterações significativas na morfologia das plantas.

Nessas condições a CE foi representada no eixo x, os níveis de nitrato de cálcio no eixo z, enquanto a variável analisada, representada no eixo y. Quando os níveis de nitrato de cálcio não causaram diferença significativas os resultados foram apresentados em gráficos de barras.

4.1 Indicadores de crescimento

O crescimento das plantas é sensível a salinidade, o processo de desenvolvimento, crescimento e produção de biomassa são parâmetros para analisar o nível de estresse e a produção das plantas e sua adaptação ao estresse salino (LARCHER, 2000).

Em todos os parâmetros onde os tratamentos com nitrato de cálcio causaram alterações estatísticas, houve um aumento significativo promovido pelos tratamentos com 60g/100L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ na condutividade elétrica de 1.5, exceto nos parâmetros NF MSF e AF (figuras 6, 7, 8, 9, 10). Essa evidência sugere que nas condições de cultivo impostas a combinação desses tratamentos causou impacto positivo do crescimento da alface. Para corroborar essa observação a medida que a dose de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ e a condutividade elétrica aumentavam ocorria a diminuição das plantas, mostrando o aumento de ions na solução nutritiva, especialmente de nitrato de cálcio, prejudica de forma acentuada o crescimento e a biomassa das plantas.

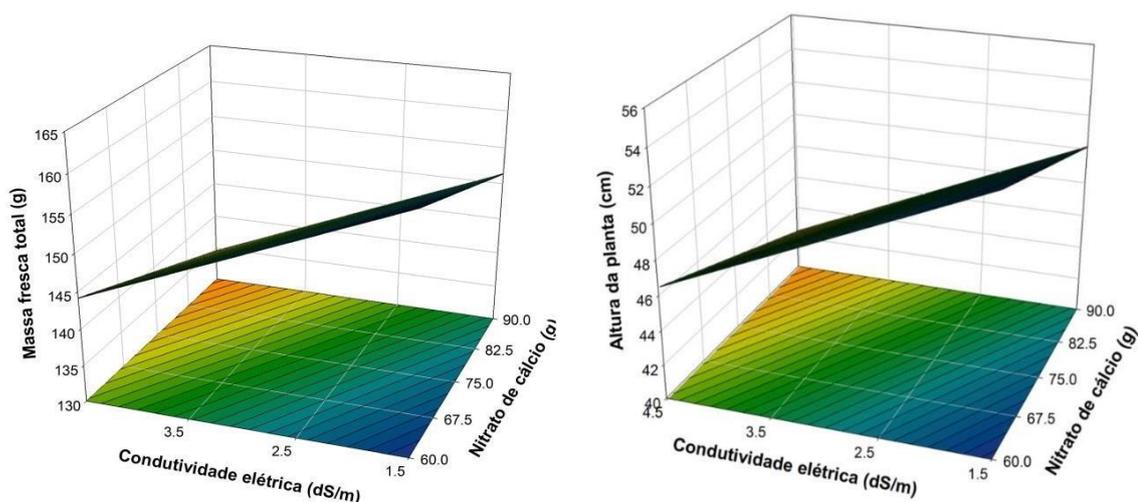


Figura 6. Gráficos de superfície resposta tridimensional para variáveis massa fresca total (MFT) e altura (AP) em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica.

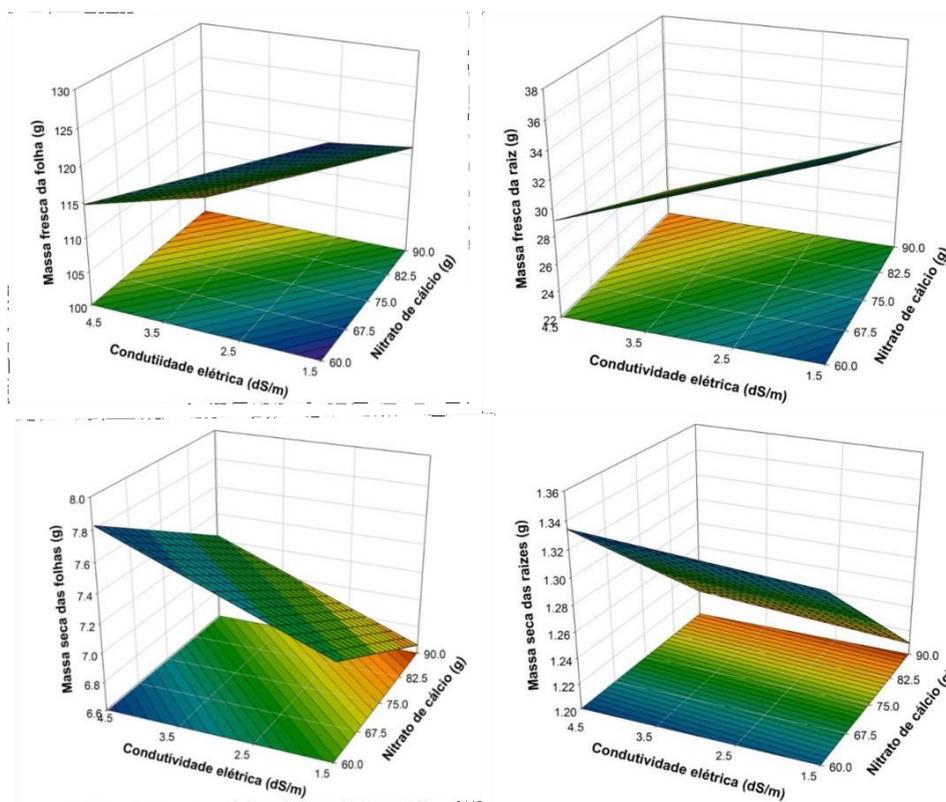


Figura 7. Gráficos de superfície resposta tridimensional para variáveis massa fresca da folha (MFF), massa fresca da raiz (MFR), massa seca das folhas (MSF) e massa seca das raízes (MSR) em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica.

Independente da condutividade elétrica, o tratamento com 90g/100L de nitrato de cálcio promoveu a maior redução da MSR de alface, comparado aos demais tratamentos (figura 7).

Segundo Schmidt et al. (2001) essa diminuição se deve pelo desequilíbrio, na relação da massa seca das raízes (MSR) teve menor média na dose de 90g/100L de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, independente da condutividade elétrica, a alta concentração de nitrato de cálcio na solução nutritiva diminuiu significativamente a massa seca das raízes de forma linear e contínua. Essa diminuição se deve pelo desequilíbrio, na relação $\text{Ca}^{2+}/\text{K}^+$ em que a alta concentração de cálcio faça com que as plantas acumulem mais água em seus tecidos e diminua a matéria seca.

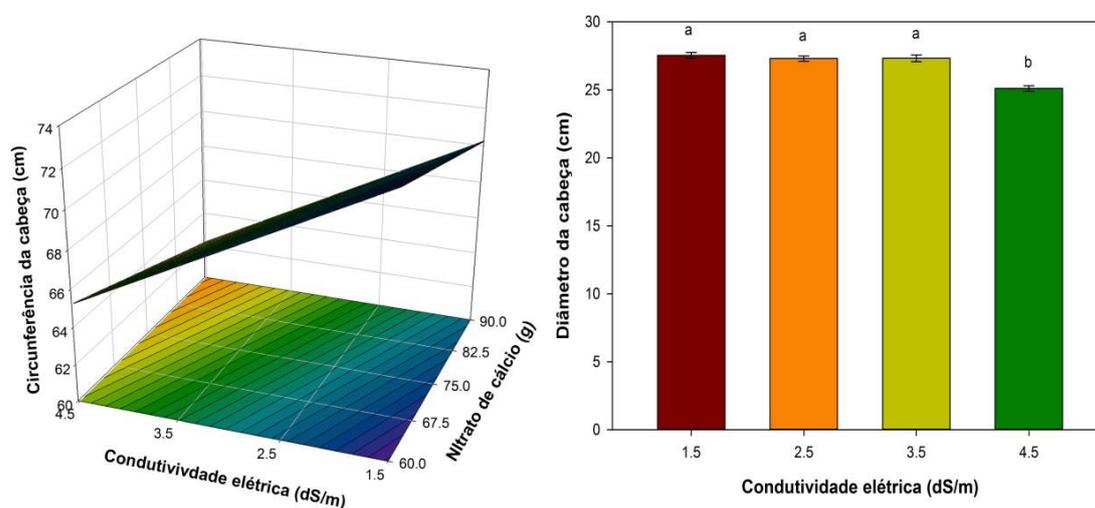


Figura 8. Gráfico de superfície resposta tridimensional para a variável Circunferência da cabeça (CC) em interação com os fatores Cálcio x CE, e gráfico de barras para a variável Diâmetro da cabeça (DC) em relação a condutividade elétrica das soluções nutritivas em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica. (Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

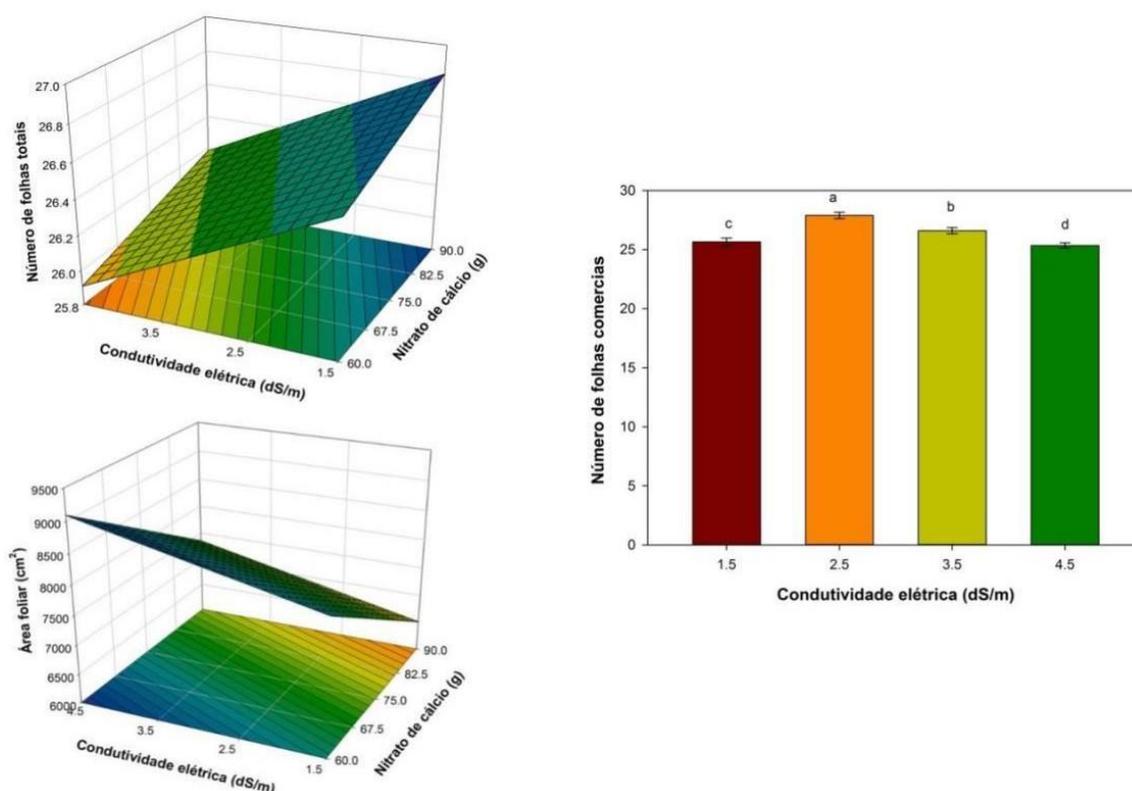


Figura 9. Gráfico de superfície resposta tridimensional para as variáveis Número de folhas totais (NF), área foliar (AF); gráfico de barras para a variável número de folhas comerciais (NFC) em relação a condutividade elétrica das soluções nutritivas em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica.

Nos tratamentos 1.5; 2.5; e 3.5 dS/m, o diâmetro da cabeça (DC) se manteve constante, apresentando redução somente sob condutividade elétrica de 4.5 dS/m (figura 8). Quando avaliado o número de folhas (NF), a dose de 90g/100L, somada a condutividade elétrica de 1.5dS/m provocou um aumento significativo nessa variável. Esse resultado se distingue em relação a área foliar (AF), em que as folhas foram menores na dose de 90g/100L (figura 9). A divergência entre esses resultados demonstra que o número de folhas nem sempre é adequado para indicar tolerância à salinidade, tendo em vista que a planta pode apresentar uma redução de sua área foliar em função do aumento dos níveis salinos sem ter seu número total de folhas reduzido (MARQUES, 2017). O número de folhas comerciais (NFC) apresentou resultado significativo para a condutividade elétrica (CE), onde o maior número de folhas comerciais foi na CE 2,5dS/m, o mesmo comportamento foi observado no volume das raízes (VR) (figura 9 e 10).

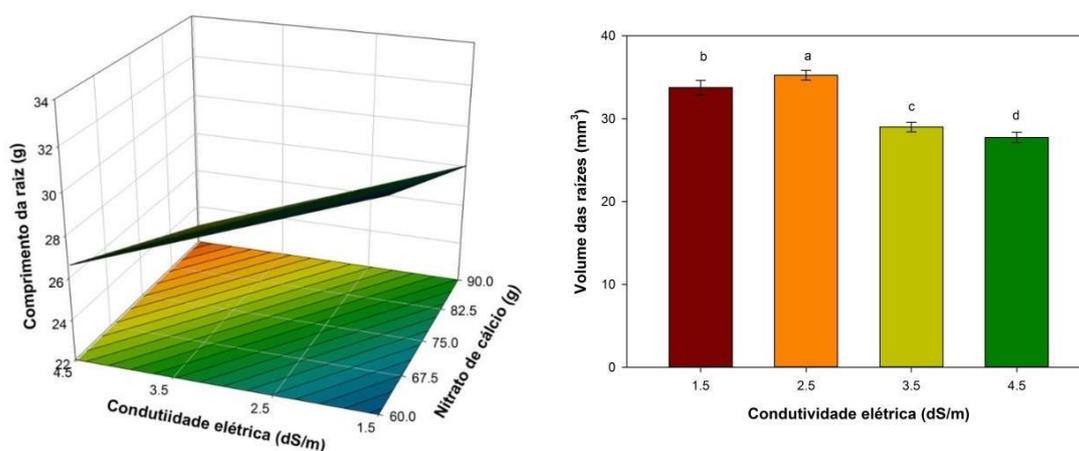


Figura 10. Gráfico de superfície resposta tridimensional para a variável comprimento das raízes (CR), gráfico de barras para a variável volume das raízes (VR) em relação a condutividade elétrica das soluções nutritivas em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica.

Tabela 4. Equações e R2 dos gráficos

$AP = 66,22 - 0,1358 * X - 2,5650 * Y$	$R^2 = 0,99$
$MFT = 188,7492 - 0,3217 * X - 5,6110 * Y$	$R^2 = 0,52$
$MFF = 159,968 - 0,4104 * X - 4,5950 * Y$	$R^2 = 0,70$
$MFR = 49,2488 - 0,1722 * X - 2,1722 * Y$	$R^2 = 0,54$
$MSF = 8,1597 - 0,0198 * X - 0,19099 * Y$	$R^2 = 0,57$
$MSR = 1,5435 - 0,0038 * X - 0,0038 * Y$	$R^2 = 0,91$
$NF = 26,3475 + 0,0092 * X - 0,2200 * Y$	$R^2 = 0,94$
$AF = 11315 - 57,9911 * X + 279,1774 * Y$	$R^2 = 0,84$
$CR = 41,7188 - 0,1238 * X - 1,7000 * Y$	$R^2 = 0,60$
$CC = 83,3825 - 0,1017 * X - 2,6650 * Y$	$R^2 = 1$

4.2 Indicadores nutricionais

Na figura 11, os gráficos de barras representam os níveis de $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}/\text{K}^+$ de plantas de alface hidropônica submetidas a diferentes doses de nitrato de cálcio, onde cada gráfico representa uma condutividade elétrica (CE) de cada um dos quatro tratamentos utilizados. Na CE 1.5 dS/m (figura 11a) houve um maior acúmulo de Ca^{2+} nas doses de 82,5g/100L e 90g/100L.

Contudo os que apresentaram melhor proporção entre os nutrientes ($\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}/\text{K}^+$) foram de 60g/100L e 67,5g/100L na solução de CE 2.5 dS/m (figura 11b) e 3.5 dS/m (figura 11c) foi observado o mesmo comportamento da solução de 1.5 dS/m. Para a solução de 4.5 dS/m (figura 11d) todos os tratamentos apresentaram o mesmo comportamento com altas concentrações de Na^+ no tecido foliar. Sendo o cálcio um elemento não tóxico, mesmo em altas concentrações, não houve sintomas de toxicidade nas plantas, contudo observou-se sintomas de toxidez pelo Na^+ .

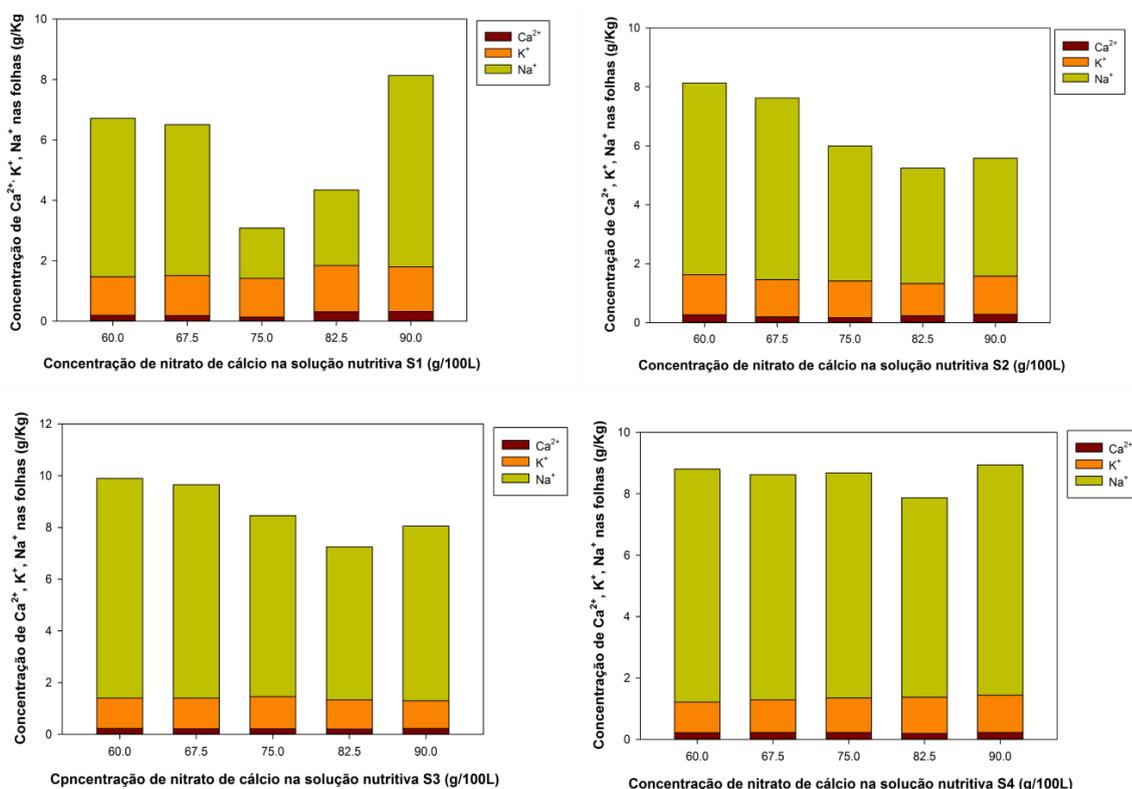


Figura 11. Gráfico de barras, concentração de cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+) e sódio (Na^+) nas folhas em relação à concentração de nitrato de cálcio nas soluções nutritivas S1 (1.5 dS/m), S2 (2.5 dS/m),

S3 (3.5 dS/m) e S4 (4.5 dS/m) em plantas de alface cultivadas em hidroponia do tipo Deep Floating Technique (DFT) submetidos a 5 doses de nitrato de cálcio e 4 de condutividade elétrica.

4.3 Indicadores de estresse

Silva et al. (2015) afirmam que os íons salinos, como Na^+ e Cl^- , podem afetar negativamente a absorção de nutrientes essenciais, como Ca^{2+} e K^+ , e desestabilizar a seletividade das membranas celulares, comprometendo a osmorregulação das plantas. No entanto, mesmo sob estresse salino e variação nas doses de nitrato de cálcio, não houve diferenças significativas nas variáveis CRA, UM e DM, indicando que a osmorregulação celular não foi prejudicada nas condições avaliadas. Sendo esses parâmetros fundamentais para encontrar o equilíbrio iônico nas plantas e na solução nutritiva. A presença do cálcio mostrou-se um elemento essencial na integridade da membrana celular (Mengel & Kirkby, 2000).

Tabela 5. Análise de variância das variáveis, conteúdo relativo de água (CRA), umidade (UM%) e danos de membrana (DM). FV sendo fonte de variação; GL, graus de liberdade e QM, quadrado médio.

FV	GL	QM
CRA		
Cálcio	4	388,6676 ^{ns}
CE	3	51,9830 ^{ns}
CálcioxCE	12	321,2555 ^{ns}
Resíduo	40	217,9053
CV (%)		1,22 %
UM		
Cálcio	4	1,1752 ^{ns}
CE	3	0,5313 ^{ns}
CálcioxCE	12	1,9098 ^{ns}
Resíduo	40	1,9013
CV(%)		1,48%
DM		
Cálcio	4	104,8653 ^{ns}
CE	3	198,8286 ^{ns}
CálcioxCE	12	77,8100 ^{ns}
Resíduo	40	45,3210
CV(%)		20,60%

(*) significativo ($P < 0,05$); (ns) não-significativo.

Figura 12. Alfaces hidropônicas cultivadas sob condutividade elétrica 1,5dS/m x doses de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Fonte: Amanda Ferreira, 2021.

Figura 13. Alfaces hidropônicas cultivadas sob condutividade elétrica 2,5dS/m x doses de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Fonte: Amanda Ferreira, 2021.

Figura 14. Alfaces hidropônicas cultivadas sob condutividade elétrica 3,5dS/m x doses de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Fonte: Amanda Ferreira, 2021.

Figura 15. Alfaces hidropônicas cultivadas sob condutividade elétrica 4,5dS/m x doses de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.



Fonte: Amanda Ferreira, 2021.

5. CONCLUSÃO

A redução de 20% de nitrato de cálcio na solução nutritiva (60g/100L) resultou em plantas com maiores médias morfológicas, evidenciando que tal ajuste na concentração de cálcio contribuiu para a mitigação dos efeitos adversos da salinidade na cultura de alface hidropônica. No entanto, observou-se que concentrações acima de 75g/100L induzem um declínio na produção, demonstrando a importância de um manejo equilibrado de nitrato de cálcio na solução nutritiva para maximizar o desempenho da cultura.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. R. de. Efeito da concentração da solução nutritiva em cultivares de alface em sistema hidropônico tipo NFT, em clima semiárido. 2019. 93 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. FAO, Irrigação e Drenagem, 29.
- ALMEIDA, T.B.F.; PRADO, R.M.; CORREIRA, M.A.R.; PUGA, A.P.; BARBOSA, J.C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Biotemas*, Florianópolis, v.24, n.1, p.27-36, 2011.
- ALVES, F. A. L. et al. Efeito do Ca²⁺ externo no conteúdo de Na⁺ e K⁺ em cajueiros expostos a salinidade. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 6, p. 602-608, 2011.
- BONETT, L.P. et al. Produtividade da alface cv. isabela® sob aplicação de fertilizantes líquidos. In *Colloquium Agrariae*. ISSN: 1809-8215, Vol. 15, No. 4, pp. 74-81, 2019.
- BRAZ. J. OF DEVELOP., CURITIBA, V. 6, N. 11, P.90363-90378 NOV. 2020. ISSN 2525-8761
- CAMPOS JÚNIOR, JOSÉ EUSTÁQUIO SALINIDADE E ESTRATÉGIAS DE MANEJO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO DA RÚCULA / JOSÉ EUSTÁQUIO CAMPOS JÚNIOR. – 2017. 75 F. : IL.
- COMETTI, N. N. et al. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. *Horticultura brasileira*, v. 22, p. 748-753, 2004.
- CINTRA, ALEX CHIQUETTO, et al. Lettuce grown with two systems of organic and conventional production. 2013. 29 p. Completion of Course Work - Técnico em Agronegócio - Etec “Frei Arnaldo Maria de Itaporanga”, Votuporanga-SP, 2013.
- DANTAS, R. M. L. Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- DIAS et al. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da dessalinização de água em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 14, p. 755-761, 2010.

FAQUIN, VALDEMAR NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS / VALDEMAR FAQUIN. -- Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. p.: il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. p. 254.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.

FERNANDES, A. A. et al. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. Horticultura Brasileira, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

GHEYI, H. R. et al. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2016, Cap.23, p.373-393.

HADI, M. R.; KARIMI, N. The role of calcium in plants' salt tolerance. Journal of Plant Nutrition, vol. 35, p. 2037-2054, 2012.

HANS RAJ GHEYI et al. RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS / EDITORES, - CAMPINA GRANDE, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo agropecuário. Disponível em: Acesso em: 15/09/2021.

IYENGAR, E.R.R.; REDDY, M.P. 1996. Photosynthesis in highly salt tolerant plants. Pp: 897-909. In: M. Pesserkali (ed.). Handbook of photosynthesis. Marshal Dekar, Baten Rose, USA. 952 p.

MACIEL, M. P. et al. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 16, p. 165-172, 2012.

MARQUES, Isabelly Cristina da Silva. Suplementação potássica na cultura da alface semi-hidropônica utilizando solução salina. 2017. 43 f.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principios de nutrición vegetal** Basel, Switzerland: International Potash Institute, 2000. 692p.

MAAS EV; HOFFMAN GJ. 1997. Crop salt tolerance - current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division* 103: 115-134.

MUNNS R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypohese. *Plant, Cell and Environment* 16: 15-24.

MUNNS, R; TERMATT, A. 1986. Whole plant responses to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13: 143-160

PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B. Nutrição e adubação de hortaliças. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 2016.

PAULUS, D. et al. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. Revista Horticultura Brasileira. v. 28, p. 29-35, 2010.

PAIVA, E.A.S. Are calcium oxalate crystals a dynamic calcium store in plants? New Phytologist, vol. 223, p. 1707-1711, 2019.

SOARES, T. M. et al. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA, v. 42, n. 2, p. 319-326, abr-jun, 2011 Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

SOARES, T. M. et al. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. Revista Irriga. v. 12, p. 235-248, 2007.

SANTOS, A. N. et al. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em 15 Ibimirim, PE. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 14, p. 961- 969, 2010.

SANTOS JÚNIOR, J. A. et al. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. Revista Ciência Agronômica. v. 42, p. 842-849, 2011.

SOARES, T. M. et al. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v. 14, p. 705-714, 2010.

SILVA, E. N. et al. Physiological 3342 adjustment to salt stress in *Jatropha curcas* is associated with accumulation of salt ions, transport and selectivity of K^+ , osmotic adjustment and K^+ /Na^+ 3343 homeostasis. Plant Biology, 3344 v. 17, p. 1023-1029, 2015.

VAN TREUREN R, VAN EEKELEN H, WEHRENS R, DE VOS R C H. 2018. Metabolite variation in the lettuce gene pool: towards healthier crop varieties and food. Metabolomics, 14, 146.

VIANA, PAULA CARNEIRO. Eficiência do uso de águas salobras no cultivo hidropônico da couve-folha / Paula Carneiro Viana. Cruz das Almas, BA, 2017. 175f.; il.

WANG, Y. et al. Genetic and physiological characterization of a calcium deficiency phenotype in maize. G3: Genes Genomes Genet. 10 (6), 1963-1970, 2020.