

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE CRESPA (*Lactuca sativa* var. *crispa*)
EM ÁGUAS SALINAS PELO MÉTODO NFT (Fluxo laminar de nutrientes)*****HYDROPONIC CULTIVATION OF CRISPY LETTUCE (*Lactuca sativa* var. *crispa*)
IN SALINE WATERS USING THE NFT METHOD (LAMINAR FLOW OF
NUTRIENTS)***Cleyson Tavares Alexandre ¹; Paula Rachel Rabelo Correa ²

RESUMO

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, e uma das técnicas que vem ganhando destaque é o plantio hidropônico, porém é necessário observar o efeito da salinidade da água utilizada nesse tipo de cultivo. Sendo assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento da alface crespa cultivada em sistema hidropônico, sob diferentes níveis de salinização no sul de Minas. O experimento foi realizado em Varginha/MG, em sistema de hidroponia para cultivo da alface crespa e foi conduzido de julho a outubro de 2024. O delineamento experimental utilizado foi em DBC com 4 tratamentos e 5 repetições, com 5 plantas por parcela, totalizando-se 100 plantas no experimento. O experimento foi montado com 4 tratamentos, com seguintes valores de condutividade elétrica (CEa): (T1) 0,43 dS m⁻¹; (T2) 1,30 dS m⁻¹; (T3) 1,40 dS m⁻¹; (T4) 2,23 dS m⁻¹. Estes tratamentos foram preparados com adição de NaCl e CaCl₂ 12 (1:1 base de peso), sendo T = tratamentos e os nutrientes variando segundo o grau de salinidade. Foram avaliados o número de folhas; massa fresca da parte aérea; o diâmetro do caule e do comprimento da raiz. Logo após, os resultados foram apurados com auxílio do *software* Sisvar, versão 5.6. Diante dos resultados, conclui-se que o aumento de salinidade no sistema hidropônico influenciou em um menor desenvolvimento das plantas de alface, proporcionando uma menor massa fresca da parte aérea, menor raiz e diâmetro de caule. Já em relação ao número de folhas a salinidade da água não influenciou.

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

¹Bacharelado em Agronomia, Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG
cleyson.alexandre@alunos.unis.edu.br

²Doutora, Centro Universitário do Sul de Minas – Unis/MG. paula.basilio@professores.unis.edu.br

ABSTRACT

Lettuce is the most consumed leafy vegetable in Brazil, and one of the techniques that has gained prominence is hydroponic planting, however it is necessary to observe the effect of the salinity of the water used in this type of cultivation. Therefore, the objective was to evaluate the development of curly lettuce grown in a hydroponic system, under different levels of salinization in the south of Minas Gerais. The experiment was carried out in Varginha/MG, in a hydroponics system for growing curly lettuce, and was conducted from July to October 2024. The experimental design used was in DBC with 4 treatments and 5 replications, with 5 plants per plot, totaling 100 plants were used in the experiment. The experiment was set up with 4 treatments, with the following electrical conductivity values (ECa): (T1) 0.43dS m⁻¹; (T2) 1.30 dS m⁻¹; (T3) 1.40 dS m⁻¹; (T4) 2.23 dS m⁻¹. These treatments were prepared with the addition of NaCL and CaC 12 (1:1 weight basis), with T = treatments and the nutrients varying according to the degree of salinity. The number of leaves were evaluated; fresh aerial part mass; the diameter of the stem and the length of the root. Soon after, the results were calculated using the Sisvar software, version 5.6. Given the results, it is concluded that the increase in salinity in the hydroponic system influenced a lower development of lettuce plants, providing a lower fresh mass of the aerial part, smaller root and stem diameter. In relation to the number of leaves, the salinity of the water did not influence it.

Keywords: Hortaliças; Salinity; Soilless cultivation.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países recordistas em produção de alface (*Lactuca sativa*); contudo, a produção nacional sujeita-se às intempéries e sazonalidades, sem contar com as características climáticas das diferentes regiões do país, o que torna difícil a manutenção de uma produção que atenda ao mercado interno (Guimarães, 2018).

A irrigação é um dos principais fatores determinantes do sucesso ou fracasso na produção de alface. E, nesse aspecto particular, a salinização do solo é um dos pontos mais sensíveis para o bom cultivo, seja ele familiar ou em escala (Guimarães, 2018). Uma alternativa para se evitar a instabilidade ou a inadequação da irrigação é o emprego de água salobra, por meio das técnicas da hidroponia. Dentre as vantagens conhecidas, a hidroponia proporciona a melhor eficácia nutritiva, a redução de perda de água por evaporação e reduz riscos ambientais decorrentes da salinização de ambientes naturais (Furlani et al., 2019).

Considerando esta realidade, fez-se crescente o número de estudos dedicados ao uso de águas salobras em cultivos hidropônicos. Na atualidade, eles indicam que a resposta das plantas em condições salinas é vantajosa em relação ao plantio no solo por

conta do potencial mátrico, o qual causa a redução da energia livre de água (Furlani et al., 2019).

Entre os sistemas hidropônicos fechados, a Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT) opera como sistema de irrigação e drenagem (Alves et al., 2011) e proporciona um destino apropriado aos sais ao final da produção (Furlani et al., 2019). Além disso, algumas pesquisas mostram que a alface hidropônica é tolerante à salinidade, podendo extrair dela benefícios, como o aumento da firmeza das plantas, ao passo que, na agricultura convencional, a alface é classificada como sensível à salinidade (Guimarães, 2018).

A alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*) tem boa aceitação no mercado (Alves et al., 2011), sendo considerada umas das folhosas prediletas do consumidor brasileiro (Furlani et al., 2019). No entanto, existem poucas pesquisas sobre a resistência dessa variedade à salinidade em sistema de hidroponia – o que demanda compreender mais sobre comportamento da alface crespa cultivada por meio do sistema de NFT, quando exposta a quatro diferentes níveis de salinidade.

O objetivo geral do presente trabalho foi o de avaliar o desenvolvimento da alface crespa cultivada em sistema hidropônico, sob diferentes níveis de salinização no sul de Minas pelo sistema NFT.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características agronômicas da alface

A alface é uma cultura hortícola amplamente cultivada devido à sua alta demanda no mercado e suas propriedades nutricionais. As características agronômicas da alface são influenciadas por diversos fatores, incluindo o tipo de solo, clima, manejo de água e fertilização (Santos, 2016).

De acordo com Demartelaere et al. (2020), “a alface é uma planta anual, herbácea, delicada, com o caule pequeno, onde as folhas crescem em forma de roseta podendo apresentar diferentes formatos que variam de lisas a crespas”. Além disso, ela é uma anual.

Ela é uma das hortaliças folhosas mais cultivada em todo o mundo e no Brasil ela possui lugar de destaque sendo a mais consumida na alimentação e conseqüentemente, a de maior importância no país (Costa; Sala, 2005). Seu consumo é feito principalmente na

forma de saladas, sendo uma excelente fonte de fibras, sais minerais e vitaminas, além de conter baixo teor calórico com benefícios à saúde relacionados ao seu consumo (Shi et al., 2022).

2.2 O cultivo de alface hidropônico

Dentre os cultivos inovadores mais promissores em curso no Brasil, destaca-se o sistema hidropônico que, segundo Soares *et al.* (2007), é uma técnica alternativa de cultivo na qual o solo é substituído por uma solução nutritiva. Dentre as vantagens da hidroponia, têm-se as maiores eficiências no uso da água e de fertilizantes e o menor impacto ambiental”.

Este sistema vem prevalecendo por assegurar a oferta de produtos nos períodos de entressafra, tornando possível a oferta do produto durante todo o ano (Rodrigues; Franco; Oliveira, 2023).

O termo hidroponia foi empregado, pela primeira vez, pelo botânico norte-americano William Frederick Gericke (1882-1970). Contudo, a literatura botânica registrou o inglês John Woodward (1665-1728) como um pesquisador dedicado ao cultivo de vegetais sem a utilização do solo. A partir destes dois registros, observou-se que as plantas são capazes de se alimentar de nutrientes dissolvidos na água (Guimarães, 2018).

Segundo a etimologia, hidroponia é um termo de origem grega em que *hydro* significa água e *ponos*, trabalho. Assim, consiste em um conjunto de técnicas empregadas no cultivo de plantas sem o recurso ao uso do solo. Este conjunto de técnicas vem assegurar as plantas, por meio do uso controlado de água adicionada de solução nutritiva, sendo estes os nutrientes essenciais à sua vida (Rodrigues; Franco; Oliveira, 2023).

Segundo Guimarães (2018), alternativo ao cultivo tradicional, o sistema hidropônico apresenta vantagens tanto para o consumidor quanto para o produtor e para o meio ambiente. Além disso, oferece produtos *in natura* de qualidade, com produtividade superior, menor custo com água, mão de obra e insumos agrícolas. Por ser realizado em ambiente controlado, as hortaliças produzidas com hidroponia são menos suscetíveis às pragas e doenças – portanto, estão menos expostas aos tratamentos fitossanitários.

Entretanto, como bem ponderam Soares et al. (2007), para que este sistema se destaque como exitoso, a qualidade da água é um quesito importante na seleção da

favorabilidade das áreas de cultivo, sendo imprescindível a realização de análises químicas e microbiológicas da água, precedendo a elaboração de qualquer projeto de cultivo hidropônico. Em simples palavras, os autores ponderam que é necessário que o projeto se estabeleça a partir do conhecimento acerca dos efeitos da salinidade dos cultivos.

Tal ponderação é embasada por Resh (1995) e Schwarz (1968), que já determinavam anteriormente um limite de até 50 mg L⁻¹ de cloreto de sódio para o cultivo mediante hidroponia. Contudo, Soares et al. (2007) afirmam que algumas pesquisas realizadas fora do Brasil registraram possibilidades de uso de águas salinas com mais de 2500 mg L⁻¹ de sais, na condição de a água se movimentar de maneira livre no sistema radicular e que haja drenagem.

Guimarães (2018) assegura que a literatura brasileira é escassa em publicações que registram estudos de cultivos hidropônicos com uso de águas salinas, embora a compreensão dos efeitos da salinidade na produção vendável seja de interesse dos agricultores e engenheiros agrônômicos. Rodrigues, Franco e Oliveira (2023) sustentam que utilizar os mesmos valores de tolerância dos sais de cultivos em solo para o sistema hidropônico seja um equívoco, sendo necessária a ampliação do número de experimentos e promoção de estudos relacionados.

2.3 O cultivo hidropônico NFT

Na atualidade, o cultivo hidropônico de alface líder no mercado brasileiro é o *Nutrient Film Technique* (NFT) – Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes ou comumente chamado de Fluxo Laminar de Solução –, descoberta pelo inglês Alan Cooper na década de 1970 (Furlani et al., 2019). O emprego da técnica no Brasil é significativo, apresentando resultados de alto rendimento e reduções de ciclo em detrimento ao cultivo da planta no solo (Furlani et al., 2019). Furlani et al. (2019) explicam que, no cultivo por NFT, uma solução nutritiva é bombeada desde um reservatório até as raízes das plantas, retornando, pela força da gravidade, ao reservatório. No sistema, a circulação da solução nutritiva pode ser contínua ou intermitente, sendo que, quando intermitente, o intervalo entre as irrigações das raízes deve ser regulado e controlado, de modo a combinar o menor consumo de energia e insumos com o melhor desempenho no crescimento das plantas.

Seja por meio da irrigação intermitente, seja por meio da irrigação contínua, existe uma relação forçosa entre o tempo de repouso do sistema empregado e as condições climáticas e ambientais do local do cultivo, tais como temperatura do ar e úmida (Callado; Callado, 2022).

Nos estudos sobre cultivo de alfaces na região centro-sul do Brasil, abundam os relatos de sucesso nas aplicações com intervalos entre irrigações de 15 minutos ou mais. Entretanto, são também relevantes os números de estudos de casos que empregaram intervalos menores em regiões mais quentes do país, como o norte. E, com efeito, sabe-se que as condições climáticas equatoriais do Norte do país, marcadas por excesso de chuvas e de umidade e por altas temperaturas, representam um fator dificultador à produção de alface. Por essa razão, cerca de 80% do consumo de hortaliças daquela região provêm da importação de outros Estados (Furlani et al., 2019).

No Brasil, a NFT utilizada em escala comercial vem crescendo exponencialmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, onde pesquisas pioneiras são desenvolvidas desde 2002. Nestes estados, bem como no país em geral, a alface é a espécie que mais é cultivada no sistema sem solo, o que tem a ver sem dúvida com a grande demanda do mercado interno pela hortaliça (Furlani et al., 2019).

Segundo Callado e Callado (2022), para se implementar um sistema de cultivo baseado em NFT é preciso, de saída, haver um terreno que comporte a capacidade produtiva desejada. A seguir, é necessário estruturar a construção física do sistema – o que inclui a casa da vegetação ou estufa, a instalação de fiação de energia e os demais equipamentos necessários ao sistema de hidroponia, tais como bancadas e canais de cultivo. Depois de construídos os elementos arquitetônicos e prediais, é necessário instalar um reservatório para a solução nutritiva, que pode ser de plástico, ferro, fibra de vidro ou alvenaria. Os reservatórios de fibra de vidro e de plástico são preferidos por prescindir de impermeabilização. Por fim, é necessário instalar um *timer* digital, a ser acoplado à bomba d'água, com a função de compassar a circulação da solução nutritiva segundo o clima, a temperatura e a umidade do ambiente.

Ainda, segundo Callado e Callado (2022), a NFT possui custos fixos e variáveis. Os custos fixos são os que não se alteram a depender do volume de produção ou dentro intervalos de tempos menores, embora relevantes – como por exemplo: depreciação, seguros, salários da administração, dentre outros. Por sua vez, os custos variáveis dizem respeito a elementos que se modificam conforme a intensidade e a produtividade – como

por exemplo: mão de obra direta, fertilizantes, rações, dentre outros. A partir de todos os custos estipulados, o produtor pode então calcular o ponto de equilíbrio de seu negócio.

2.4 Relação da salinidade da água no desenvolvimento da alface

A salinidade da água de irrigação é um fator crítico que pode influenciar significativamente o desenvolvimento e a produção da alface (*Lactuca sativa*). A alface é uma cultura hortícola importante, especialmente em regiões onde a qualidade da água de irrigação pode variar devido à presença de sais dissolvidos (Lopes Batista et al., 2012).

Além disso, a salinidade da água afeta a absorção de nutrientes, o balanço iônico das plantas e a eficiência da fotossíntese. Estudos mostram que níveis elevados de salinidade podem levar a uma redução na altura da planta, no diâmetro do caule e na massa fresca da parte aérea (Silveira Neto, 2020). Além disso, a salinidade pode causar alterações no padrão de distribuição da massa seca entre os órgãos da planta e modificar o balanço hormonal (Saure, 2001).

3 METODOLOGIA

O experimento foi realizado em uma área residencial localizada no município de Varginha, Sul de Minas Gerais, com a montagem de um sistema de hidroponia para cultivo da alface crespa, e foi conduzido entre julho e outubro de 2024, época em que a temperatura mínima na região é de 11 °C e a máxima de 29 °C. De acordo com Soares *et al.* (2007), esta localidade situa-se nas coordenadas geográficas de -21°56'036" S e 45°42'194"O. O clima é considerado temperado, sob classificação Koppen e Geiger como CWA, chovendo muito no verão e pouco no inverno. A temperatura média é de 20°C, e a média anual de pluviosidade é de 136 mm.

O sistema de hidroponia foi montado numa área de 5x9 m, coberta com sombrite de malha para proteção contra ventos fortes, temporais e pássaros. Foram instaladas quatro bancadas de Policloreto de Vinila (PVC), com altura de 1,5 m cada uma, e espaçamento de 25 cm entre plantas, com furos de 50 cm – onde foram plantadas as mudas, em um espaçamento de 30 cm entre tubos de PVC.

Foram instalados quatro baldes de 20 litros, contendo os nutrientes e os quatro níveis de salinização e quatro bombas para sucção dos nutrientes junto com a lâmina

d'água, fazendo a alimentação dos canos de PVC, fazendo com que a lâmina d'água passassem pelas raízes das alfaces e retornando para os baldes, com irrigação diária entre 7h e 18h. Após este horário, as bombas foram programadas para funcionar de 15 em 15 minutos até às 7h da manhã, com auxílio de um temporizador.

Os fertilizantes utilizados foram o *flex* azul e o *flex* vermelho, da marca Plantpar®. Segundo Soares et al. (2007), trata-se de um fertilizante mineral, formulado com micro e macronutrientes indicados para toda a fase do cultivo de alface.

O experimento foi montado com 4 (quatro) tratamentos, com seguintes valores de condutividade elétrica (CEa): (T1) 0,43dS m⁻¹; (T2) 1,30 dS m⁻¹; (T3) 1,40 dS m⁻¹; (T4) 2,23 dS m⁻¹. Estes tratamentos foram preparados com adição de NaCl e CaC 12 (1:1 base de peso), sendo T = tratamentos e os nutrientes variando segundo o grau de salinidade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) contendo 4 (quatro) tratamentos, com 5 (cinco) repetições, totalizando-se 20 parcelas experimentais. Cada parcela possuiu 5 (cinco) plantas, totalizando 100 alfaces.

O monitoramento diário ocupou-se dos valores de pH; da condutividade elétrica (CEsol) e da temperatura. Seguindo as orientações de Soares et al. (2007), o pH e a CEsol foram mensurados uma vez ao dia, pela manhã, visando a representação das variações das últimas 24h. Já a temperatura das soluções foi mensurada às 15h, embasando-se nos acompanhamentos prévios mensurados entre 6h e 18h, durante seis dias, visando a identificação do momento em que as soluções atingiram a maior temperatura.

A avaliação ocupou-se de: número de folhas (obtido através da contagem manual das folhas); massa peso da cabeça (sendo pesada com o uso de uma balança de precisão); o diâmetro do caule (obtido com o uso de um paquímetro) e o comprimento da raiz (obtido com o uso de uma trena).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) em nível de 5% de probabilidade, e as médias dos dados, quando significativas, serão submetidas à análise de regressão, utilizando o programa computacional Sistema para Análise de Variância – SISVAR (Ferreira, 2019).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a análise dos dados pela ANOVA observou-se que houve significância para massa fresca da cabeça, comprimento da raiz e o diâmetro de caule das plantas (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da ANOVA para o número de folhas (NF), massa fresca da cabeça (MFPA), comprimento da raiz (CR) e o diâmetro de caule das plantas de alface submetidas a diferentes níveis de salinização. Varginha/MG, 2024.

FV	GL	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
		(NF)	(MFPA)	(CR)	(DC)
Tratamentos	3	0,1274	0.0000*	0,0000*	0,0530*
Blocos	4	0,5754	0,6779	0,9609	0,8906
Erro	12				
Total	19				
CV (%)		7,60	13,23	19,42	13,16
Média geral		18,27	212,00	11,18	10,67

*Significativo a 5% de probabilidade **Significativo a 1% de probabilidade.

Independente da salinidade na água, não houve significância para o número de folhas de alface, isso pode indicar que dentro das condições do experimento, a salinidade não teve um efeito perceptível no crescimento na qualidade e quantidade das folhas (Tabela 1).

Na literatura, existem diversos trabalhos avaliando que o efeito da salinidade sobre o número de folhas em alface tem tido resultados divergentes, ocorrendo em alguns casos redução linear com o aumento da salinidade. Resultados contrários ao do presente trabalho foram encontrados por Paulus et al. (2010), em que observaram que o número de folhas foi afetado pela salinidade da água havendo queda linear com o aumento da salinidade. Outro resultado contrário ao da presente pesquisa foi relatado por Oliveira et al. (2011), que constataram uma redução linear no número de folhas em alguns cultivos de alface de acordo com o aumento da salinidade. Rodrigues et al. (2015) também encontraram uma tolerância da alface para análise isolada do NFT, o que pode induzir a conclusões equivocadas, pois a contagem das folhas foi feita tanto para folhas pequenas quanto para folhas grandes. Porém, segundo esse autor, foi visível que a partir do nível de salinidade 3 (1,5 dS m⁻¹) o tamanho comercial das folhas das cultivares diminuiu.

Ainda em relação ao número de folhas, Paulus et al., (2012), observaram um efeito significativo da salinidade sobre o número de folhas de alface, assim como Dias et al., (2011) e Soares et al., (2007) que registraram perdas relativas no NF de 4,28% por dS m⁻¹ e 4,08% por dS m⁻¹ no cultivo hidropônico de alface crespa.

De acordo com o Gráfico 1, observou-se que para a massa fresca da parte aérea das plantas de alface à salinidade proporcionou um resultado significativo, sendo que quanto maior foi a salinidade, menor foi o peso da massa fresca da alface. Esses resultados podem ser explicados pelo efeito da salinidade sobre a parte aérea (Alves et al., 2011), visto que o aumento de salinidade faz com que a planta diminua a absorção de água e consequentemente o seu desenvolvimento.

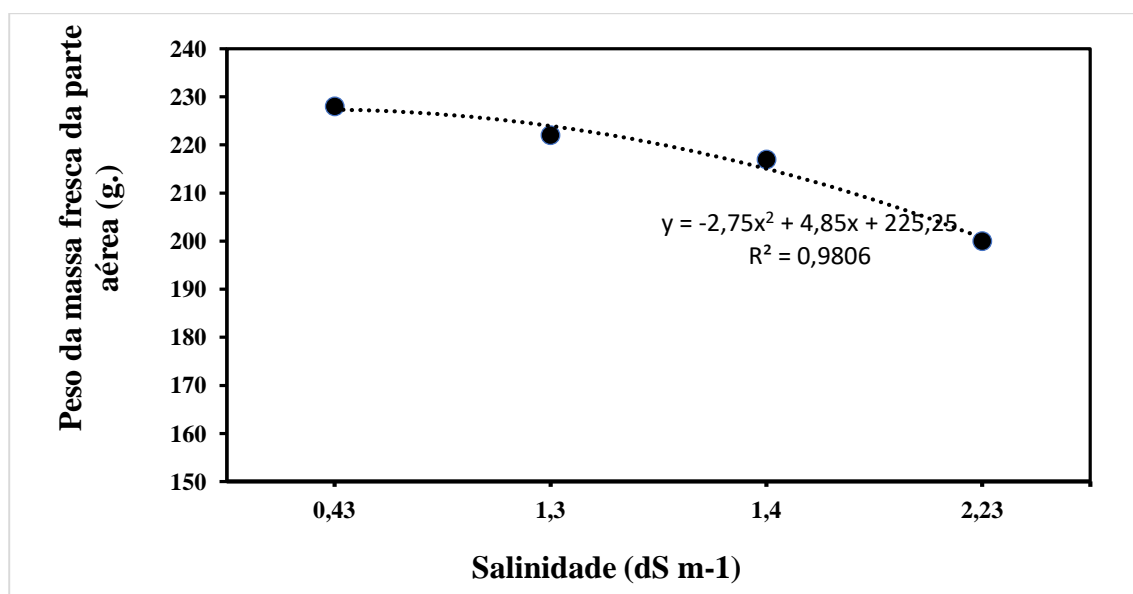


Gráfico 1. Valores médios da massa fresca da cabeça da alface submetidos a diferentes níveis de salinização. Varginha/MG, 2024.

A redução da área foliar com o aumento da salinidade de água observada neste presente estudo pode ser justificada segundo afirmação de Taiz e Zeiger (2009), que explicam de que sob condições de deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico, ocorre o processo conhecido como seca fisiológica, ocorrendo alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, como estratégia para manter a absorção de água e reduzir a taxa transpiratória.

De acordo Sultana et al. (2002), o decréscimo na área foliar e na fotossíntese é motivado, provavelmente, pela diminuição do volume celular e estas reduções contribuem, de certo modo, para adaptação da cultura ao meio salino, uma vez que a

redução da área foliar da planta permitirá a conservação de água devido à menor área transpiratória, constituindo um mecanismo de sobrevivência a esse estresse. Segundo Kerbauy (2004), a diminuição da área foliar das plantas é causada pela redução na absorção de água por elas em função do estresse salino ocorrido.

Segundo Munns (1993), o efeito da salinidade sobre o crescimento pode estar relacionado com a redução da área foliar, a qual afeta a assimilação de carbono pela planta que, por sua vez, conduz a uma menor taxa fotossintética. De acordo com Greenway e Muns (1980), sugere-se que a salinidade exerce um efeito direto sobre a expansão ou divisão da célula, e o efeito principal da salinidade ocorre sobre a redução da área foliar, o que influencia na diminuição da área destinada ao processo fotossintético da planta, limitando a produção de fotoassimilados pela planta e reduzindo a sua capacidade produtiva (Munns; Termaat, 1986).

No Gráfico 2, em relação ao comprimento de raiz de alface, observou-se que quanto maior foi a salinidade da água, menor foi o desenvolvimento da raiz da alface, podendo isso ser explicado devido à retenção do desenvolvimento da planta, devido ao aumento da salinidade da água.

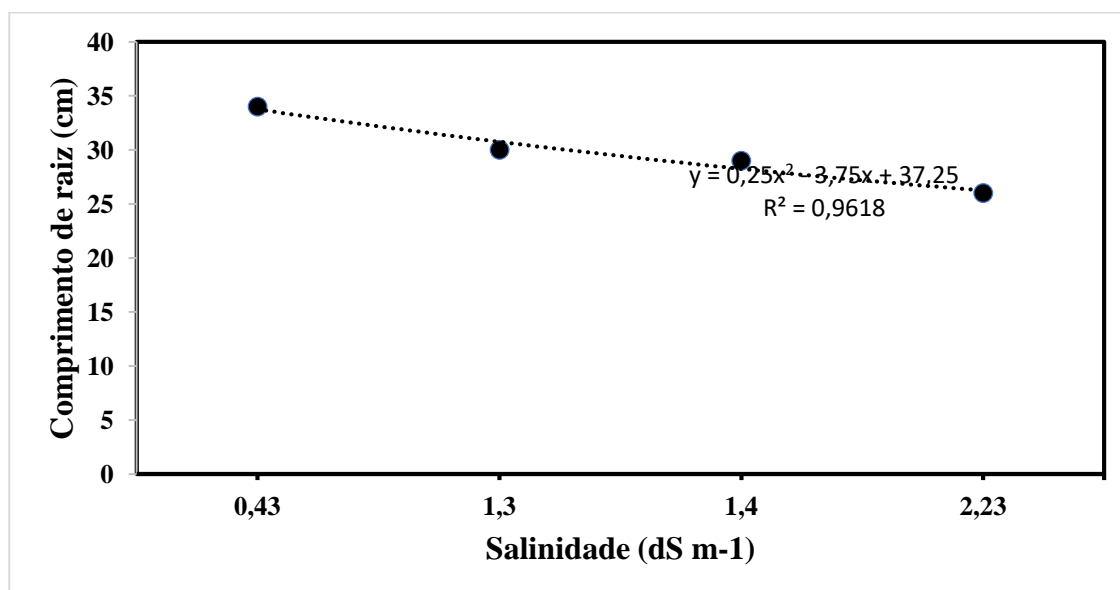


Gráfico 2. Valores médios do comprimento de raiz de alface, quando submetidas a diferentes níveis de salinização. Varginha/MG, 2024.

De acordo com Soares (2007), o autor verificou que a salinidade da água não afetou o sistema radicular da alface em hidroponia NFT.

Em relação ao diâmetro de caule, foi observado o diâmetro de caule reduzido conforme o aumento da salinidade da água (Gráfico 3). Na literatura, são encontrados diversos estudos que mostram certa divergência sobre o efeito da salinidade no desenvolvimento do diâmetro de caule nas alfaces, a exemplo de Santos et al. (2010) que, trabalhando com o cultivo de alface hidropônica, verificaram uma redução linear com o aumento da salinidade; por outro lado Dias et al. (2005), trabalhando em solo, verificaram resposta quadrática.

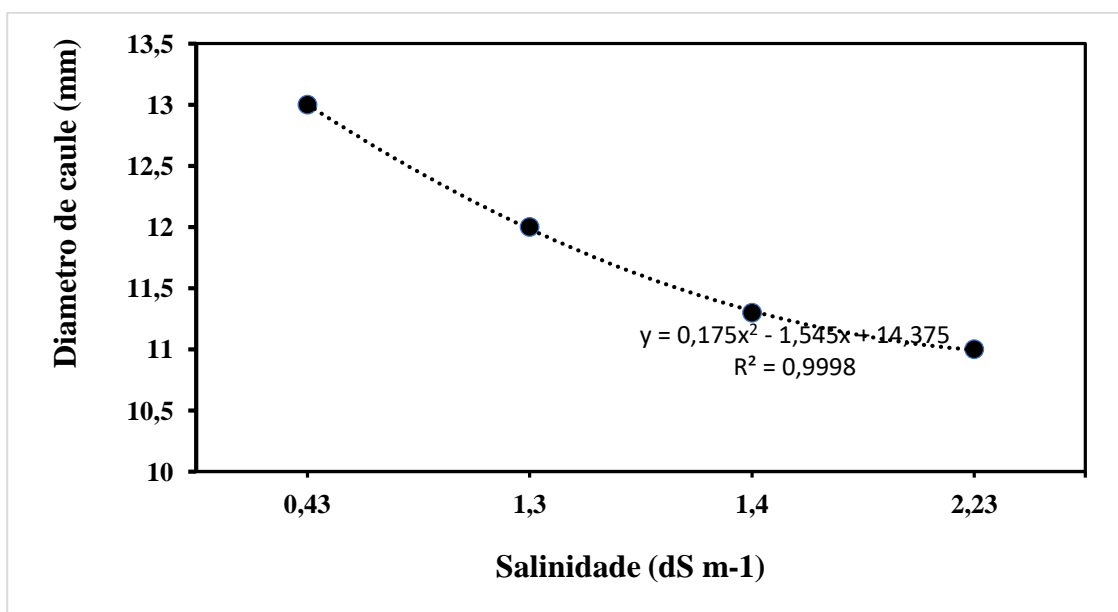


Gráfico 3. Valores médios do diâmetro de caule da alface, quando submetidas a diferentes níveis de salinização. Varginha/MG, 2024.

Resultados semelhantes ao do presente experimento foram encontrados por Oliveira et al. (2011), que avaliaram o desempenho de alface submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação e constataram que a salinidade afetou negativamente o comprimento do caule, havendo uma redução de acordo com o incremento da salinidade. Helbel Junior et al., (2008) corroboram com essa pesquisa, ao observarem efeitos da salinidade sob a produção hidropônica da alface e também constataram que a solução nutritiva salinizada (2,5 dS m⁻¹) reduziu significativamente o diâmetro do caule das plantas. Os autores ressaltam que este efeito negativo pode ter sido ocasionado pela pressão osmótica. Já de acordo com Santos et al., (2010) foi observado o efeito linear da salinidade da solução nutritiva sob o diâmetro caulinar, com decréscimos relativos à testemunha.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados, conclui-se que o aumento de salinidade no sistema hidropônico influencia em um menor desenvolvimento das plantas de alface, proporcionando uma menor massa fresca da parte aérea, menor raiz e diâmetro de caule.

Já em relação ao número de folhas, a salinidade da água não influencia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M, S, et al. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient**, v.15, n.5, p.491-498, 2011.

CALLADO, A. A. C.; CALLADO, A. L. C. Custos: um desafio para a gestão no agronegócio. **Anais...** Congresso Brasileiro De Custos, 2022. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3134>. Acesso em: 10 ago. 2024.

COSTA, C. P. da; SALA, F. C. A evolução da alfaccultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, jan./mar., 2005.

DEMARTELAERE, A. C. F. *et al.* A influência dos fatores climáticos sob as variedades de alface cultivadas no Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n,11, p. 90363-90378, 2020.

DIAS, N.S. et al. Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. **Irriga, Botucatu**, v. 10, n. 1, p. 20-29, 2005.

FERREIRA, D. F. SISVAR: **A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. Revista Brasileira De Biometria, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1. **Infobibos**, 2019. Disponível em: https://www.infobibos.com.br/artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm. Acesso em: 10 ago. 2024.

GERVÁSIO, E S, CARVALHO J A & SANTANA M J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 4:125-128, 2000.

HELBEL JUNIOR, C., REZENDE, R., FREITAS, P. S. L. D., GONÇALVES, A. C. A., & FRIZZONE, J. A. (2008). Effect of electric conductivity, ionic concentration and flow of nutrient solutions in the production of hidroponic lettuce. **Ciência e Agrotecnologia**, 32(4), 1142-1147. v. 32, n. 4, p. 1142-1147.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. p.452, 2004.

LOPES BATISTA, L. R., GONZAGA, G. B. M., FARIAS, J. J. A., REIS, L. S., ARAÚJO, T. V. L., & NASCIMENTO JUNIOR, N. A. **Desenvolvimento da cultura da alface (*Lactuca sativa*) submetido à irrigação com diferentes níveis de salinidade**. Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação, VII, 2012.

MUNNS, R. Physiological processes limiting plant growth insaline soils: some dogmas and hypotheses. **Plant, Cell and Environment**, 16:15-24, 1993.

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

OLIVEIRA, F. A. et al. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 15, n. 8, p. 771-777, 2011.

OLIVEIRA, F. D. A., MARIA, J. D. O., DE MEDEIROS, J. F., MARACAJÁ, P. B., & DE OLIVEIRA, M. K. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(8), 771-778, 2011.

PAULUS, D. et al. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.

RESH, H. M. **Hydroponic food production: a definitive guidebook of soilless food-growing methods**. 5. ed. California: Woodbridge Press, 1995.

RODRIGUES, R. R. et al. Salinidade no desenvolvimento de cultivares de alface agrarian academy. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 2, n. 4; p. 70-81, 2015.

SILVEIRA NETO, S., CARVALHO, R. P. L., BAPTISTA, G. C., BERTI FILHO, E., PARRA, J. R. P., ZUCCHI, R. A., ALVES, S. B., VENDRAMIM, J. D., MARCHINI, L. C., LOPES, J. R. S., OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. FEALQ, 2020.

SAURE, M. C. **Salinity: A Serious Environmental Issue for Agriculture**. *Journal of Environmental Quality*, 30(4), 1234-1246, 2001.

SANTOS, C. M.G. et al. Qualidade da alface comercializada no município de Botucatu SP. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v. 11, n. 1, p. 67-74. 2010.

SANTOS, A. P. R. (2016). **Características agronômicas e qualidade da alface (*Lactuca sativa* L.) sob fertilização orgânica e mineral**. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

SALES, F. A. L. **Microclima na produção de alface hidropônica em ambiente protegido utilizando telas de sombreamento como subcobertura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

SCHWARZ, M. **Guide to commercial hydroponics**. Jerusalem: Israel Universities Press, 1968.

SOARES, T.; SILVA, Ê.; DUARTE, S.; MELO, R.; JORGE, C.; BONFIM-SILVA, E. Produção de Alface Utilizando Águas Salinizadas em Sistema Hidropônico. **Irriga**, v. 12, n. 2, p. 235-248, 2007.

SHI, M.; GU, J.; WU, H.; RAUF, A.; EMRAN, T.B.; KHAN, Z.; MITRA, S.; ALJOHANI, A.S.M.; ALHUMAYDHI, F.A.; ALAWTHAN, Y. S. Phytochemicals, Nutrition, Metabolism, Bioavailability, and Health Benefits in Lettuce—A Comprehensive Review. **Antioxidants**, 2022, 11, e-1158.

SULTANA, N., KEDA, T., KASHEM, M. A. (2002). Effect of seawater on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. **Photosynthetica**, v.40, n.1, p.115-119, 2002.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4ed. Porto Alegre: Artmed, p.819, 2009.