

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

VICTORIA DE MATOS LOPES

**PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.) SOB NÍVEIS DE
SALINIDADE NO SUBSTRATO**

PATO BRANCO

2023

VICTORIA DE MATOS LOPES

**PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.) SOB NÍVEIS DE
SALINIDADE NO SUBSTRATO**

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) production under salinity levels in substrate

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Thiago de Oliveira Vargas, Prof. Dr.

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

VICTORIA DE MATOS LOPES

**PRODUÇÃO DE ALFACE (*LACTUCA SATIVA* L.) SOB NÍVEIS DE
SALINIDADE NO SUBSTRATO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 02/junho/2023

Thiago de Oliveira Vargas
Doutorado em Fitotecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Luís César Cassol
Doutorado em Ciências do Solo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daniela Melo Penha
Mestranda
Programa de Pós Graduação em Agronomia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO
2023

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Thiago de Oliveira Vargas, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Agradeço aos meus pais, Elizangela e Gerson, que não mediram esforços para me ajudar e me apoiar. Também quero prestar minha gratidão a minha prima Carla que me apoiou durante todo esse período.

Por fim, quero agradecer principalmente as minhas queridas amigas Bruna, Laura, Sabrina, Vanessa e Victoria por tornarem todos esses anos divertidos e estarem ao meu lado em todos os momentos difíceis que passei.

I like being alone, because I have to be honest
with myself. . .
Like a free wind...
Like the stars above the clouds.... . .
I want to go far away, I want to shine brightly!
(KIM, 2018)

RESUMO

A olericultura é o cultivo de plantas com ciclos de vidas curtos e de intensos tratamentos culturais. A utilização de substratos é uma alternativa para a produção de alface em ambiente protegido, mas o manejo inadequado acarreta no desbalanço nutricional das plantas e acréscimo de sais no substrato, aumentando a condutividade elétrica que sucede em perda de produtividade e qualidade dos produtos. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção de alface (*Lactuca sativa* L.) sob níveis de salinidade no substrato em ambiente protegido. O experimento foi conduzido na estufa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco. Utilizado a cultivar “Thais”, o experimento foi instalado sob cinco níveis de salinidade no substrato de cultivo, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo quatro vasos para cada nível de salinidade, totalizando 60 unidades experimentais em cultivos de inverno e verão. Os níveis de salinidade constituíram de 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m^{-1} de condutividade elétrica aferidas em solução nutritiva variando a concentração de cloreto de sódio na solução. Os parâmetros avaliados foram massa de matéria fresca, número de folhas por planta, folhas com sintomas por planta, diâmetro de caule e matéria de massa seca. Resultados: Os resultados foram submetidos à ANOVA e à análise de regressão a 5% de probabilidade de erro. Para o cultivo de inverno todas as variáveis apresentaram significância, o diâmetro de caule expressou comportamento linear negativo, e os outros exibiram comportamento quadrático com piores índices de produção a partir da condutividade elétrica 2,0 dS m^{-1} . No cultivo de verão apenas a variável folhas com sintomas por plantas manifestou significância também com maior índice na condutividade elétrica 2,0 dS m^{-1} . Somente a partir do nível 2,5 dS m^{-1} de condutividade elétrica na solução nutritiva iniciou-se danos significativos na massa de matéria fresca, sendo necessário condutividades maiores para o melhor entendimento sobre o comportamento dos parâmetros agrônômicos da alface crespa Thais sob estresse salino.

Palavras-chave: olericultura; substrato; salinidade.

ABSTRACT

Vegetable gardening is the cultivation of plants with short life cycles and intense cultural practices. The use of Plant growing media is an alternative for the production of lettuce in a protected environment, but inadequate management leads to the nutritional imbalance of the plants and the addition of salts in the substrate, increasing the electrical conductivity that results in loss of productivity and product quality. The objective of this work was to evaluate the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) under salinity levels in the substrate in a protected environment. The experiment was conducted in a greenhouse using the cultivar "Thais", it was installed under five salinity levels in the nutrient solution, in a completely randomized design, with three replications, four pots for each salinity level, totaling 60 experimental units in winter and summer cultivation, using salinity levels were 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 dS m⁻¹ measured in nutrient solution by varying the concentration of sodium chloride in the solution. The evaluated parameters were fresh mass, number of leaves per pot, leaves with symptoms per pot, stem diameter and dry weight. The data were subjected to analysis of variance and regression analysis. For winter cultivation, all variables were significant, stem diameter expressed negative linear behavior and the others showed quadratic behavior with lower indices in electrical conductivity 2.0 dS m⁻¹. In summer cultivation, only the variable leaves with symptoms per vase showed significance, also with a higher index in electrical conductivity 2,0 dS m⁻¹. Only from the 2.5 dS m⁻¹ level of electrical conductivity in the solution did significant damage begin in lettuce production in a protected environment, requiring higher conductivity to support in-depth studies on the behavior of lettuce under stress saline.

Keywords: vegetable gardening; plant growing media; salinity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Análise de regressão da massa de matéria fresca (MMF) (a); número de folhas por planta (NFP) (b); folhas com sintomas por planta (FSP) (c), diâmetro do Caule (DC) (d) e massa de matéria seca (MMS) (e), em função de diferentes níveis de salinidade no cultivo de inverno	18
Figura 2 – Análise de regressão de folhas com sintomas por planta (FSP) de alface em função de diferentes níveis de condutividade elétrica no cultivo de verão	19
Figura 3 – Sintomas apresentados nas folhas do material vegetativo no cultivo de inverno e verão	20

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Quadrados médios (QM) da análise de variância, incluindo fonte da variação (FV), graus de liberdade (GL), e coeficiente de variação (CV) do cultivo de inverno para os caracteres massa da matéria fresca (MMF), número de folhas por planta (NFP), folhas com sintomas por planta (FSP), diâmetro do caule (DC) e massa de matéria seca (MMS) de plantas de alface 17**
- Tabela 2 – Quadrados médios da análise de variância, incluindo FV, GL e CV do cultivo de verão para os caracteres massa da matéria fresca (MMF), número de folhas por planta (NFP), folhas com sintomas por planta (FSP), diâmetro do caule (DC) e massa de matéria seca (MMS) de plantas de alface 19**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

ANOVA	análise de variância
CE	condutividade elétrica
Ceasa	Centrais de Abastecimento
Cfa	Clima Subtropical Úmido
CV	coeficiente de variação
DC	diâmetro de caule
FSP	folha com sintomas por planta
FV	fonte da variação
g	gramas
GL	graus de liberdade
ha	hectares
mm	milímetros
MMF	massa de matéria fresca
MMS	massa de matéria seca
NaCl	cloreto de sódio
ns	não significativo
PMET	ponto de máxima eficiência técnica
QM	Quadrados médios
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
°C	celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Considerações iniciais	10
1.2	Objetivos	11
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos Específicos	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Aspectos Gerais e Importância da Olericultura	12
2.2	Cultivo em Ambiente Protegido	13
2.3	Extresse Salino	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS	16
3.1	Instalação e Condução do Experimento	16
3.2	Material Vegetal	16
3.3	Análises	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1	Cultivo de inverno	17
4.2	Cultivo de verão	19
5	CONCLUSÕES	21
	REFERÊNCIAS	22

1 INTRODUÇÃO

O Brasil comercializou, em 2020, nas Centrais de Abastecimento (Ceasa), 5,4 milhões de toneladas de hortaliças (CONAB, 2021). De acordo com o IBGE (2017) foram contabilizados mais de 336 mil estabelecimentos nacionais com horticultura sendo 108 mil para a produção de alface (*Lactuca sativa* L.), resultando em uma produção nacional maior que 670 mil toneladas.

1.1 Considerações iniciais

O cultivo pode ser realizado em pequena escala ou de forma intensiva. Sendo realizado em ambiente protegido permite o controle dos fatores climáticos, minimiza os efeitos da variabilidade ambiental, protege os cultivos, ou seja, auxilia no desenvolvimento das plantas sem interferências do ambiente externo. Este pode ser realizado com vasos, calhas, slabs com diferentes dimensões para armazenar o substrato (SALOMÃO, 2012). Portanto, este tipo de controle promove um aumento na eficiência produtiva e na qualidade do produto. Sendo capaz de reduzir os gastos com controle de pragas e doenças (BERLITZ, 2017).

O cultivo em substratos pode ser uma alternativa para a produção intensiva de alface em ambiente protegido, podendo apresentar vantagens quando comparado ao sistema convencional ou hidropônico, como um menor consumo de água, devido a utilização da solução nutritiva em conjunto com o substrato, mantendo a umidade, também a diminuição do risco de doenças fitossanitárias, entre outros (JARDINA *et al.*, 2017).

As necessidades nutricionais das plantas são diferentes em cultivo protegido ao comparar com cultivo a campo. Entretanto, os olericultores têm utilizado o mesmo manejo de solo, doses de fertilizantes, condução da planta, controle de pragas e doenças nos dois sistemas. Acarretando no desbalanço nutricional das plantas e acréscimo de sais no substrato, aumentando a condutividade elétrica que pode suceder em perda de produtividade e qualidade dos produtos.

O uso intensivo do substrato em ambiente protegido tem ocasionado a salinização do meio de cultivo. Isto ocorre devido a adubação mineral em excesso, manejo inadequado da irrigação e o uso contínuo de substrato intensificam os problemas com o estresse salino. Os elevados índices de salinidade são fitotóxicos para a maioria das culturas, reduzindo assim a produção (ANDRIOLO *et al.*, 2009).

Apesar desses estudos, ainda existem poucas pesquisas abordando o estresse salino em ambiente protegido, tornando necessário estudos profundos, para entender em quais níveis afeta a produção de alface.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a produção de alface sob níveis de salinidade na solução nutritiva aplicada em substrato em ambiente protegido.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar diferentes condutividades elétricas na solução nutritiva do material vegetal de alface 'Thais"e observar o efeito na massa de matéria fresca;
- Comparar o comportamento do material vegetal de alface 'Thais"sob estresse salino em diferentes épocas de cultivo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais e Importância da Olericultura

As hortaliças são denominadas por culturas olerícolas, termo derivado do latim, do substantivo *olus*, *oleris* (herbáceo), juntamente com o verbo *colere* (cultivo). Portanto, olericultura seria o “cultivo de plantas herbáceas”. Esse termo é utilizado para designar o cultivo de plantas com ciclos de vidas curtos e intensos tratamentos culturais (PUIATTI, 2019).

A olericultura apresenta uma das grandes diferenças em relação às outras culturas, que é o fato de possuir um grupo diverso de plantas com muitas espécies cultivadas de diferentes formas, sendo elas em sua maioria culturas de períodos curtos. A maior parte da produção de hortaliças é concentrada na agricultura familiar. Esta cadeia produtiva contribui para a geração de empregos e renda (ROCHA *et al.*, 2020). O Brasil por ser um país de clima tropical favorece a plantação de hortaliças durante todo o ano. Existem três principais fatores climáticos essenciais para a produção, sendo eles a temperatura, luminosidade e a umidade. Cada espécie exige um clima de acordo com sua característica, por exemplo as cultivares de verão, que exigem um clima mais quente como a alface e a cenoura (AMARO *et al.*, 2007)

Algumas hortaliças tem seu melhor desenvolvimento em temperaturas amenas, com médias entre 19 e 23 celsius (°C), e outras em temperaturas mais elevadas como por exemplo a abóbora e o coentro. A temperatura influencia diretamente no desenvolvimento da planta afetando a germinação, produção de sementes e mudas. O tempo que a planta fica exposta ao sol também influencia no seu desenvolvimento, esse tempo é denominado fotoperíodo. Quanto maior a incidência de luz maior a possibilidade de fotossíntese (CLEMENTE, 2015).

Na falta de luz ocorre o estiolamento das plantas tornando-as mais susceptíveis ao surgimento de pragas e doenças. A quantidade necessária de luz varia de acordo com a cultura. Plantas de dias longos, como é o exemplo da cebola e alho, precisam de 10 a 12 horas de luz. Já plantas de dias curtos, como as hortaliças folhosas, precisam de 5 horas de luz para a sua produção (CLEMENTE, 2015).

No Brasil, a área de hortaliças folhosas de 2017 é estimada em 174 mil hectares (ha) cultivados com alface (49,9%), repolho (15,3%), couve (6,1%) e outras. A produção de mais de 1.3 toneladas (t) distribui-se entre alface (43,7%), repolho (31,7%), couve (9,1%) e outras (15,%). O principal polo produtor para folhosas e culturas de flores é o estado de São Paulo, embora, todos os estados tenham cinturões verdes no entorno das grandes capitais (KIST *et al.*, 2019).

A produção brasileira de hortaliças industrial tem como principal cultivar, o tomate. No ano de 2017 a produção de tomate chegou a 1.291.379 toneladas no Brasil. O Sudeste é a região com maior quantidade produzida, com equivalente a 947.965 toneladas. A alface é outra cultura com grande destaque na produção brasileira, em 2017 produziu 671.509 toneladas.

Sendo a principal folhosa do setor, produziu em média 86,8 mil hectares plantados com mais de 670 mil produtores no Brasil (IBGE, 2017).

De acordo com o IBGE (2017) a região Sudeste produziu 60% em relação a produção brasileira de hortaliças, o Sul produziu 22%, Nordeste 10%, Centro-Oeste 6% e o Norte 2% no ano de 2017.

2.2 Cultivo em Ambiente Protegido

A produção em ambientes protegidos no Brasil, prioritariamente, ocorre por meio do cultivo em estufas, sendo constituídas por cobertura plásticas e via de regra sem um controle rigoroso da temperatura, umidade e luminosidade do ambiente interno (PUIATTI, 2019).

Este cultivo pode ser diretamente no solo ou até mesmo sem solo, sob sistemas conhecidos por hidroponia, semi-hidropônico, sem solo, em bancada/suspensão, em substrato, com ou sem fertirrigação, dentre outros modelos produtivos. Tais modelos vêm sendo recentemente empregados na olericultura, principalmente para culturas que apresentam dificuldades em serem cultivadas a céu aberto, por serem sensíveis às mudanças do clima e a fitopatógenos, permitindo uma produção constante (PUIATTI, 2019).

Em ambientes protegidos, o uso intensivo de fertilizantes causa problemas de salinização maiores do que a céu aberto, pois não ocorre uma lavagem dos sais pelas águas das chuvas (SILVA *et al.*, 2013).

2.3 Extresse Salino

Em estudos de salinidade avaliando a produção de tomate, Silva *et al.* (2013) observaram o efeito da aplicação em excesso de fertilizantes via irrigação em solos com diferentes níveis de salinidade. Os resultados do estudo apontaram que a produção e o número de frutos foram afetadas, tanto pelo manejo quanto pela salinidade do solo, com reduções de 38,82% e 27,31%, respectivamente.

Os efeitos da salinidade sobre o crescimento, produção e nutrição mineral em pimentão foram observados por Lima *et al.* (2018), e os resultados indicaram que com o aumento dos níveis de salinidade a produção de frutos por planta, em média reduziram em 12,4%, e ainda diminuíram os teores de potássio, fósforo, enxofre, e aumentaram os teores de sódio e cloro no tecido foliar. A massa média dos frutos diminuiu em 57,7% e 68% no teor mais alto de condutividade elétrica, para as cultivares 'Rúbia' e 'Bruno' respectivamente.

No estudo de Vieira *et al.* (2020) foi observado as características morfofisiológicas, nas raízes e nas folhas de plantas jovens de dendezeiro causadas pela salinidade. As avaliações mostraram que 24 horas após a adição de cloreto de sódio (NaCl) no substrato, a taxa de evapotranspiração diminuiu proporcionalmente ao aumento da taxa de NaCl e duas semanas

após a adição as plantas submetidas às maiores taxas apresentaram necrose foliar severa. O resultado do estudo mostrou que o crescimento de plantas jovens de dendezeiro foi restringidas sob estresse salino, em consequência à restrição na absorção de água pelas raízes, a redução nas taxas fotossintéticas e o aumento na degradação do pigmento.

Na pesquisa sobre a tolerância de mudas de mofumbo ao estresse salino durante a emergência e desenvolvimento inicial de mudas, Leal *et al.* (2019) relataram que com o aumento gradual dos níveis de condutividade elétrica causou a redução de 43% na emergência e 70% de redução no crescimento inicial entre o menor nível ($0,0 \text{ dS m}^{-1}$) e o tratamento mais alto ($6,5 \text{ dS m}^{-1}$) nas plantas de *Combretum leprosum* Mart.

Em avaliações sobre a produtividade do melão em meio salino, Dias *et al.* (2011b) observaram que a cada acréscimo unitário na condutividade elétrica, as plantas de melão deixam de acumular na fase de frutificação $95,6 \text{ g fruto}^{-1}$ na massa total nos frutos, já na fase de desenvolvimento vegetativo $70,1 \text{ g fruto}^{-1}$ e na fase de florescimento $56,6 \text{ g fruto}^{-1}$. O estudo conclui que o meloeiro deixa de acumular massa de fruto quando submetidos a condutividade elétrica acima de $1,1 \text{ dS m}^{-1}$.

Ao avaliar o desempenho da rúcula na presença de diferentes níveis de salinidade, Santos *et al.* (2020) constataram que ao comparar o menor nível de condutividade elétrica ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$) e o maior nível ($6,5 \text{ dS m}^{-1}$), a altura das plantas obtiveram uma redução de 17%, o número de folhas reduziu 16,18% e a área foliar reduziu 32,1%.

No estudo avaliando a produção de berinjela em diferentes níveis de salinidade, as análises de Santos *et al.* (2018) indicaram que ocorreram perdas de 59,39% de frutos por planta, 15,72% no comprimento do fruto, 12,04% no peso do fruto e 55,48% no rendimento.

Durante a avaliação de desempenho de cinco cultivares de alface Oliveira *et al.* (2011) observaram que as maiores perdas foram nas cultivares CV3 (42,6%) seguida da cultivar CV4 (39,5%), o menor número de folhas na cultivar CV2 (13 folhas planta⁻¹). Já Lira *et al.* (2018) analisaram a cultivar Verônica em dois cultivos e observaram uma redução por incremento unitário de condutividade elétrica da área foliar com o aumento da salinidade de 5,9% e 6,2%, reduções de massa de matéria fresca da parte aérea foram de 6,0% e 6,5%, para a massa de matéria seca as reduções foram de 7,5% e 4,6% no primeiro e segundo cultivo, respectivamente.

Na análise de produção das cultivares de alface Verônica e Quatro Estações na presença de salinidade, Dias *et al.* (2011a) observaram perdas de matéria fresca de 35,54% e 28,27%, para os cultivares Verônica e Quatro Estações, respectivamente, e o rendimento relativo das massas de matéria seca e fresca para as duas cultivares decresceram 5,25% e 8,04%, com o aumento unitário da condutividade elétrica.

Segundo Paulus *et al.* (2010) ao analisar a produção das cultivares Veronica e Pira Roxa sob efeito de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação ($0,42, 1,53, 3,52, 5,55$ e $7,43 \text{ dS m}^{-1}$), utilizando-se NaCl. O aumento da salinidade reduziu linearmente a massa fresca e seca das folhas, caule, raízes e da parte aérea. A massa fresca e seca foram 36% e 57% superiores na cultivar Verônica, respectivamente. Na produtividade comercial, obteve-se

uma perda de 69% e 64% para as cultivares Pira Roxa e Verônica, na maior condutividade elétrica ($7,43 \text{ dS m}^{-1}$).

O aumento da salinidade e a alteração da condutividade elétrica no substrato altera o comportamento das culturas hortícolas, tendo o seu desenvolvimento prejudicado pelo excesso de sais no meio produtivo e afetando sua produtividade.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Instalação e Condução do Experimento

O experimento desenvolveu-se em ambiente protegido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus Pato Branco* (26°11'53.7"S 52°41'26.5"W), no período de julho de 2022 a dezembro de 2022. O clima é classificado do tipo Clima Subtropical Úmido (Cfa), conforme a classificação de Köppen (NITSCHKE *et al.*, 2019).

O experimento foi instalado sob cinco níveis de salinidade na solução nutritiva de cultivo, em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, sendo quatro vasos para cada nível de salinidade, totalizando 60 plantas. Os níveis de salinidade constituíram de 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹ de condutividade elétrica condutividade elétrica (CE) aferidas em solução nutritiva adaptada de Furlani e Cruz (1998), variando a concentração de NaCl na solução, para atingir a CE desejada. Os vasos utilizados tinham 5 litros.

A irrigação com água pura, bem como da aplicação da solução nutritiva, foi administrada de forma manual e intermitente, para atender a demanda pelos níveis desejados de salinidade no experimento. Foram realizados dois experimento, a implantação do primeiro plantio foi realizada no dia 28 de julho de 2022, intitulado cultivo de inverno, e o segundo plantio no dia 21 de novembro de 2022, cultivo de verão.

3.2 Material Vegetal

A cultivar de alface crespa utilizada denominada 'Thais' que apresenta plantas grandes de coloração verde com um ciclo médio de 60 dias, com alta tolerância ao Tip Burn (deficiência de cálcio) e ao pendoamento precoce. Utilizou-se mudas que já apresentaram de quatro a cinco folhas completamente expandidas, em vasos preenchidos com substrato Turfa Fértil®.

3.3 Análises

Na ocasião da colheita, realizou-se as análises de produção avaliando massa de matéria fresca (MMF), , folha com sintomas por planta (FSP), diâmetro de caule (DC) utilizando um paquímetro digital e, posteriormente, massa de matéria seca (MMS) em estufa com circulação forçada de ar, a 70 °C, até atingir massa constante. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em seguida a análise de regressão polinomial com 5% de probabilidade de erro. Realizou-se essas análises no software estatístico Genes (CRUZ, 1998).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultivo de inverno

Na ANOVA do cultivo de inverno (Tabela 1) foram observadas diferenças significativas em todos os componentes analisados, sendo estes massa de matéria fresca (MMF), número de folhas por planta (NFP), folhas com sintomas por planta (FSP), diâmetro de caule (DC) e matéria de massa seca (MMS).

Tabela 1 – Quadrados médios (QM) da análise de variância, incluindo fonte da variação (FV), graus de liberdade (GL), e coeficiente de variação (CV) do cultivo de inverno para os caracteres massa da matéria fresca (MMF), número de folhas por planta (NFP), folhas com sintomas por planta (FSP), diâmetro do caule (DC) e massa de matéria seca (MMS) de plantas de alface

Causa da Variação	Cultivo de Inverno					
	GL	MMF	NFP	FSP	DC	MMS
Tratamento	4	2580,525*	12,358*	9,625*	6,656*	6,308*
Resíduo	55	209,391	1,904	1,9	1,956	1,414
Média	-	115,7	19,283	7,5	20,282	9,817
Coeficiente de Variação (%)	-	12,507	7,157	18,379	6,896	12,111

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Fonte: Autoria própria (2023).

O material vegetativo utilizado (Thais) desenvolveu-se durante o cultivo de inverno em 76 dias, com um aumento de 16 dias no ciclo médio produtivo, também estendendo o tempo de exposição das plantas aos diferentes níveis de condutividade.

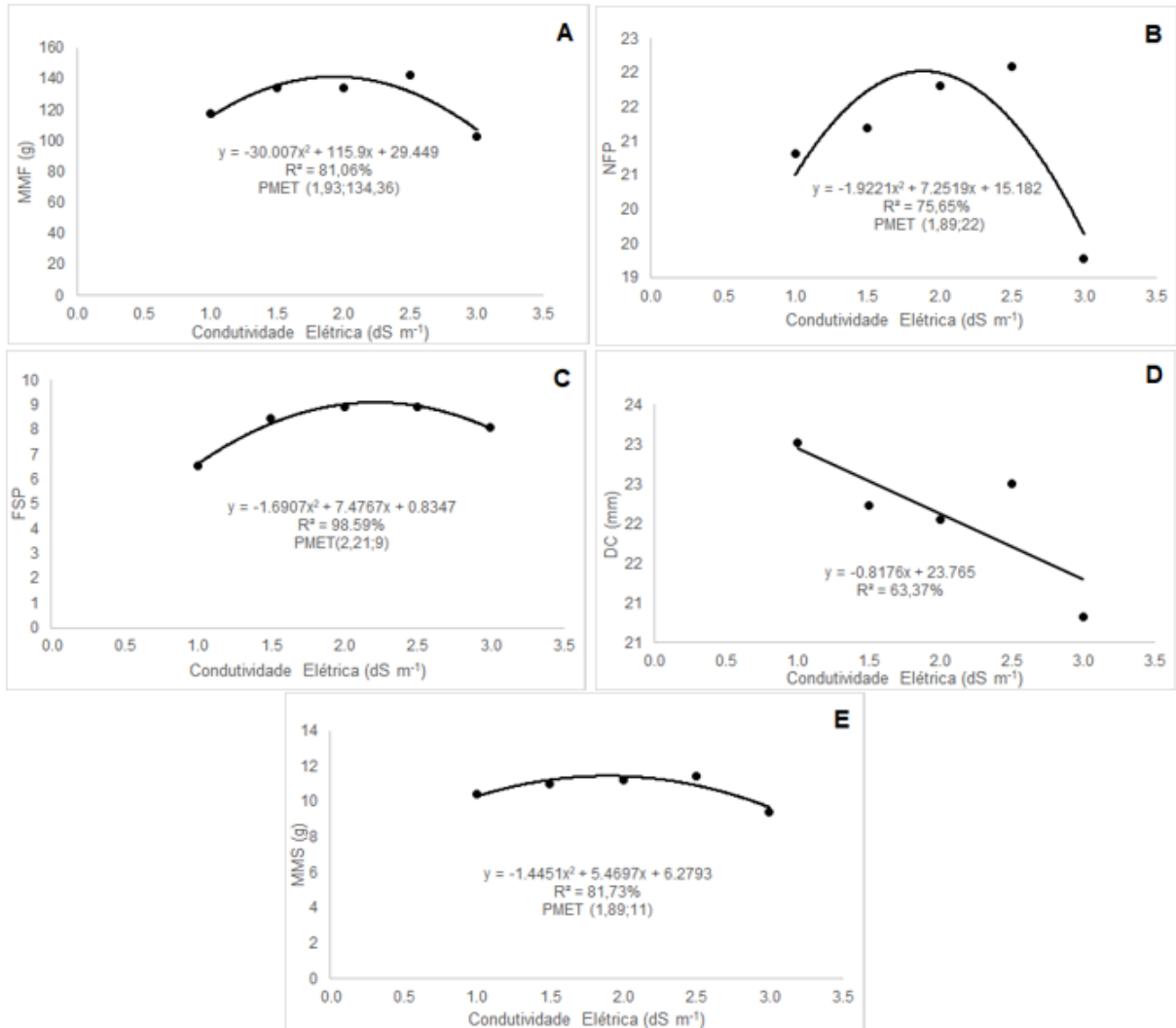
As variáveis massa de matéria fresca, número de folhas por vaso, folhas com sintomas por vaso e massa de matéria seca apresentaram um comportamento quadrático e o diâmetro de caule apresentou um comportamento linear negativo.

No caso da MMF (Figura 3a) obteve-se ponto de máxima eficiência técnica (PMET) quando foram expostas á condutividade $1,93 \text{ dsm}^{-1}$ com uma média de 134,36 g. Para NFP (Figura 3b) observa-se o maior número de folhas quando expostas a condutividade de $1,89 \text{ dsm}^{-1}$ com uma média de 22 folhas por planta. Com relação as FSP (Figura 3c) foi obtido maior número de folhas com sintomas quando expostas a condutividade de $2,21 \text{ dsm}^{-1}$ com uma média de 9 folhas com sintomas por planta.

Foi observado que DC (Figura 3d) conforme o aumento de $0,5 \text{ dSm}^{-1}$ condutividade tem-se uma redução de 0,8176 milímetros (mm) de diâmetro de caule. Corroborando com Taiz *et al.* (2017) que esses resultados negativos podem ter ocorrido devido a toxicidade da absorção de sais, que reduz a absorção de água pelas raízes gerando alterações morfológicas e anatômicas nas plantas.

Para MMS (Figura 3e) obteve-se maior massa seca quando expostas a condutividade de $1,89 \text{ dsm}^{-1}$ com uma média de 11 gramas (g) por planta.

Figura 1 – Análise de regressão da massa de matéria fresca (MMF) (a); número de folhas por planta (NFP) (b); folhas com sintomas por planta (FSP) (c), diâmetro do Caule (DC) (d) e massa de matéria seca (MMS) (e), em função de diferentes níveis de salinidade no cultivo de inverno



Fonte: Autoria própria (2023).

Esses resultados divergem dos encontrados por Oliveira *et al.* (2011) que trabalhando com salinidade variando de 0,5 a 4,5 dS m⁻¹, apresentaram reduções lineares no número de folhas, massa fresca e massa seca.

No trabalho de Paulus *et al.* (2012) foi constatado que com uma condutividade elétrica até 1,80 dS m⁻¹ a alface produz dentro da normalidade, mas com relação ao presente trabalho, corroborando para não alcançar-se níveis de salinidade elevados para demonstrar amplamente os danos causados na alface.

4.2 Cultivo de verão

Na ANOVA (Tabela 2) do cultivo de verão, em todos os componentes analisados (MMF, NFP, FSP, DC e MMS), ao contrário do observado no inverno, somente foram observadas diferenças significativas na variável folhas com sintomas por planta (FSP).

Tabela 2 – Quadrados médios da análise de variância, incluindo FV, GL e CV do cultivo de verão para os caracteres massa da matéria fresca (MMF), número de folhas por planta (NFP), folhas com sintomas por planta (FSP), diâmetro do caule (DC) e massa de matéria seca (MMS) de plantas de alface

Causa da Variação	Cultivo de Verão					
	GL	MMF	NFP	QM FSP	DC	MMS
Tratamento	4	192,808ns	8,233ns	15,975*	5,517ns	2,108ns
Resíduo	55	198,613	6,158	3,401	2,864	4,518
Média	-	121,483	21,2	14,317	16,487	13,133
Coeficiente de Variação (%)	-	11,600	11,705	12,882	10,264	16,185

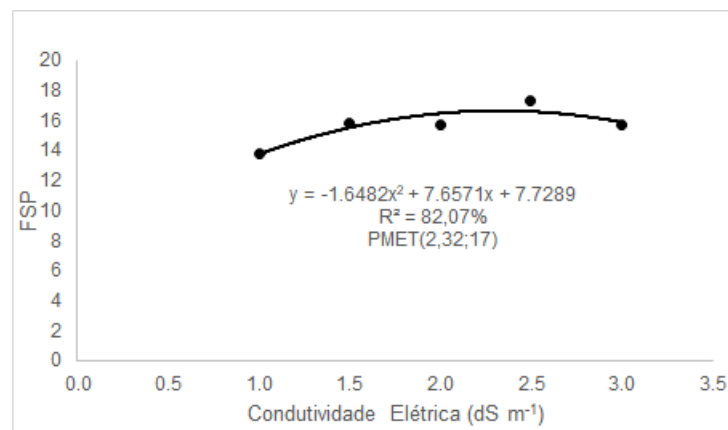
*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. não significativo (ns)

Fonte: Autoria própria (2023).

Essa única resposta observada pode ser causada pela redução do ciclo médio de produção do material vegetativo Thais de 60 dias para 37 dias, que decorreu devido ao aumento da temperatura e da exposição à luz solar, acelerando o crescimento dos materiais. Conseqüentemente as plantas ficaram sujeitas a salinidade por menor período em comparação com o cultivo de inverno e apresentaram apenas um componente significativo.

Obteve-se maior quantidade de folhas com sintomas quando expostas a condutividade de $2,32 \text{ dsm}^{-1}$ com uma média de 17 de folhas por planta (Figura 2). Os sintomas manifestados nas folhas devido ao aumento da salinidade foram a clorose na borda das folhas, necrose e manchas marrom-avermelhadas (Figura 3).

Figura 2 – Análise de regressão de folhas com sintomas por planta (FSP) de alface em função de diferentes níveis de condutividade elétrica no cultivo de verão



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 3 – Sintomas apresentados nas folhas do material vegetativo no cultivo de inverno e verão



Fonte: Autoria própria (2023).

5 CONCLUSÕES

O cultivo de inverno ao contrário do cultivo de verão apresentou significância em todas as variáveis, devido ao tempo de cultivo prolongado de 76 dias. Somente a partir do nível 2,5 dsm^{-1} de condutividade elétrica na solução nutritiva iniciou-se danos significativos na massa de matéria fresca (MMF) em ambiente protegido, sendo necessário condutividades maiores para o melhor entendimento sobre o comportamento dos parâmetros agronômicos da alface crespa Thais sob estresse salino.

REFERÊNCIAS

- AMARO, G. B. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/781607/recomendacoes-tecnicas-para-o-cultivo-de-hortalicas-em-agricultura-familiar>, 2007. Acesso em: 01 dez. 2021.
- ANDRIOLO, J. L. *et al.* Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, p. 684–690, jun. 2009. ISSN 0103-8478, 1678-4596. Publisher: Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/cr/a/N3LVfDNF5NXpQCmZ5kryzSq/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- BERLITZ, F. **Sistemas de produção de hortaliças folhosas em ambiente protegido**. 2017. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/169980>. Acesso em: 31 out. 2021.
- CLEMENTE, F. M. **Produção de hortaliças para agricultura familiar**. 1. ed. [S.l.]: Embrapa, 2015. v. 1. ISBN 978-85-7035-412-9.
- CONAB. **Comercialização total de frutas e hortaliças**. 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort/publicacoes-do-setor-hortigranjeiro/item/15437-centrais-de-abastecimento-comercializacao-total-2020>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- CRUZ, C. D. Programa GENES: Aplicativo computacional em estatística aplicada à genética (GENES - software for experimental statistics in genetics). **Genetics and Molecular Biology**, FapUNIFESP (SciELO), v. 21, n. 1, p. 135–138, mar 1998. Disponível em: <http://arquivo.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- DIAS, N. d. S. *et al.* Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, v. 58, p. 632–637, out. 2011. ISSN 0034-737X, 2177-3491. Publisher: Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rceres/a/DH8mHQrxLSBCV9QkHNWx7vD/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- DIAS, N. d. S. *et al.* Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 915–921, set. 2011. ISSN 0100-2945, 1806-9967. Publisher: Sociedade Brasileira de Fruticultura. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbf/a/hzV48f8wC7nzN45txrZHTDx/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- FURLANI, P. R.; CRUZ, C. D. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT**. Boletim técnico, 168, 1998.
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html. Acesso em: 01 dez. 2021.
- JARDINA, L. L. *et al.* Desempenho produtivo e qualidade de cultivares de rúcula em sistema semi-hidropônico. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 4, n. 1, p. 78–82, mar. 2017. ISSN 2358-6303. Number: 1. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrimeo/article/view/1399>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- KIM, J. **Solo**. 2018. Disponível em: <https://lyricstranslate.com/pt-br/solo-solo.html-19>.

- KIST, B. B. *et al.* **Anuário brasileiro de hortifruti 2019**. [S.l.]: Editora Gazeta, 2019.
- LEAL, C. C. P. *et al.* Initial development of *Combretum leprosum* Mart. seedlings irrigated with saline water of different cationic natures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 50, p. 300–306, jun. 2019. ISSN 0045-6888, 1806-6690. Publisher: Universidade Federal do Ceará. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rca/a/gsjNPBt8NLDh79jt5q7BShP/?lang=en>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- LIMA, N. D. S. *et al.* Fruit yield and nutritional characteristics of sweet pepper grown under salt stress in hydroponic system. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 297–305, jun. 2018. ISSN 0100-316X, 1983-2125. Publisher: Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rcaat/a/9Wstmr6YwySdvHkr3rjC45m/?lang=en>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- NITSCHE, P. R. *et al.* **Atlas Climático Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná**. 2019. Disponível em: <http://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Atlas-Climatico>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- OLIVEIRA, F. d. A. d. *et al.* Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 771–777, ago. 2011. ISSN 1415-4366, 1807-1929. Publisher: Departamento de Engenharia Agrícola - UFCG. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Wqcss7GhNdfMH7gy9y455Qq/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.
- PAULUS, D. *et al.* Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, FapUNIFESP (SciELO), v. 28, n. 1, p. 29–35, mar 2010. Acesso em: 01 dez. 2021.
- PAULUS, D. *et al.* Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, v. 59, p. 110–117, fev. 2012. ISSN 0034-737X, 2177-3491. Publisher: Universidade Federal de Viçosa. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rceres/a/rWsSKH5qFnQYm9Gm8VKdXZp/?lang=pt>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- PUIATTI, M. **Olericultura: a arte de cultivar hortaliças**. 635. ed. Viçosa: [s.n.], 2019. v. 1. ISBN 2179-1732. Disponível em: <https://www2.cead.ufv.br/serieconhecimento/wp-content/uploads/2020/03/Olericultura-impressao.pdf>. Acesso em: 28 out. 2021.
- ROCHA, G. da S. R. *et al.* Olericultura como forma de viabilização de renda na agricultura familiar: um estudo de caso no município de boa vista das missões - rs. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 5, n. 2, p. 82–100, mar. 2020.
- SALOMÃO, L. C. **Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido**. 2012. Tese (Doutorado) — Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Botucatu, 2012. Acesso em: 01 dez. 2021.
- SANTOS, J. M. A. P. dos *et al.* Saline stress and potassium/calcium ratio in fertigated eggplant. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, FapUNIFESP (SciELO), v. 22, n. 11, p. 770–775, nov 2018. Acesso em: 01 dez. 2021.
- SANTOS, R. H. S. dos *et al.* Desempenho da rúcula sob condições de sombreamento e níveis de salinidade da água de irrigação. **COLLOQUIUM AGRARIAE**, Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC), v. 16, n. 4, p. 38–45, aug 2020. Acesso em: 01 dez. 2021.
- SILVA, P. F. d. *et al.* Sais fertilizantes e manejo da fertirrigação na produção de tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1173–1180, nov. 2013. ISSN 1415-4366, 1807-1929. Publisher:

Departamento de Engenharia Agrícola - UFCG. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbeaa/a/6scPVJdqpzWj3Ctry97fKFy/?lang=pt>. Acesso em: 01 dez. 2021.

TAIZ, L. *et al.* Fisiologia e desenvolvimento vegetal. *In:* _____. 6. ed. [S.l.]: Artmed, 2017. cap. 24, p. 31. ISBN 9781605352558.

VIEIRA, L. R. *et al.* Morphophysiological responses of young oil palm plants to salinity stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 55, nov. 2020. ISSN 0100-204X, 1678-3921. Publisher: Embrapa Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, Pesquisa Agropecuária Brasileira. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/pab/a/4DkJnryBBcYqrZvK9Drhxyw/?lang=en>. Acesso em: 01 dez. 2021.