



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**

**FERNANDO HENRIQUE FERREIRA MARTINS**

**EFEITO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO  
HIDROPÔNICO DO MANJERICÃO**

**FORTALEZA**

**2023**

FERNANDO HENRIQUE FERREIRA MARTINS

EFEITO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO  
HIDROPÔNICO DE MANJERICÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Agronomia do Centro de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau  
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Ismail Soares.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

M343e Martins, Fernando Henrique Ferreira.  
Efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva no cultivo hidropônico do manjeriço / Fernando Henrique Ferreira Martins. – 2023.  
40 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Ismail Soares.

1. Ocimum basilicum L.. 2. Concentração de macronutrientes. 3. Hidroponia com substrato. I. Título.  
CDD 630

---

FERNANDO HENRIQUE FERREIRA MARTINS

EFEITO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA NO CULTIVO  
HIDROPÔNICO DO MANJERICÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação Agronomia do Centro de  
Ciências Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau  
de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 14/07/2023

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Ismail Soares (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Antonio Marcos Esmeraldo Bezerra  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Dr. Luis Felipe Rodrigues de Aquino Sousa  
Eng. Agrônomo - Doutor em Ciência do Solo (UFC)

A Deus.

À minha mãe, Maria das Graças F. Martins, ao meu pai, Carlos Alberto Martins, amigos e professores que colaboraram durante minha trajetória acadêmica.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que tem realizado em minha vida;

Aos meus pais, Maria das Graças Ferreira Martins e Carlos Alberto Martins  
(*In memoriam*);

Ao meu irmão João Pedro Ferreira Martins;

Ao amigo e Professor Ismail Soares, pela amizade que nasceu na Universidade e que eu pretendo conservar e levar para o resto da vida, pela empatia e parceria desde o início do curso de Agronomia e pela ajuda inegável no meu desenvolvimento pessoal e profissional;

Aos vários amigos que fiz durante essa trajetória;

Apesar da tristeza de perder meu pai antes de completar essa etapa, sei que ele estaria orgulhoso de cada um de vocês por terem me apoiado nessa jornada.

## RESUMO

O manjericão é uma planta aromática amplamente utilizada na culinária e com propriedades medicinais conhecidas. Seu cultivo hidropônico tem ganhado destaque nos últimos anos, devido à facilidade de controle das condições de cultivo e ao aumento da produtividade em relação ao cultivo convencional. A solução nutritiva é um dos principais componentes do cultivo hidropônico, e a condutividade elétrica é um fator importante a ser monitorado, uma vez que afeta diretamente o crescimento e a produção das plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento e na produção do manjericão em cultivo hidropônico. Para tanto, foram utilizadas cinco soluções com diferentes níveis de condutividade elétrica (1, 1.2, 1.4, 1.6 e 1.8  $\text{dSm}^{-1}$ ), com 5 repetições. Foram avaliados o crescimento das plantas de manjericão, o número de folhas, a massa fresca e seca ramos, caule e folhas. A análise de variância dos dados foi realizada e o método de regressão foi aplicado para avaliar as variáveis botânicas: altura de plantas, número de folhas (NF) e massa seca e fresca de ramos mais caule (MFRC e MSRC), e folhas (MFF e MSF) do manjericão em função dos diferentes níveis de condutividade elétrica. Em média, a altura das plantas de manjericão foi maior na condutividade elétrica de 1.6  $\text{dSm}^{-1}$ , no entanto não houve efeito significativo pela análise de variância. Para a MFRC, os maiores valores foram obtidos na condutividade elétrica de 1.6 e  $\text{dSm}^{-1}$ . A MSRC, a MFF, bem o NF das plantas cultivadas na condutividade elétrica de 1.4  $\text{dSm}^{-1}$  foi maior em comparação com os outros tratamentos. A condutividade elétrica ideal para o cultivo do manjericão pode variar de acordo com as condições ambientais e as espécies cultivadas. No entanto, a condutividade elétrica de 1.6  $\text{dSm}^{-1}$  parece ser a mais adequada para o cultivo do manjericão. Com base nos resultados, verificou-se que a condutividade elétrica da solução nutritiva influenciou significativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas de manjericão. A condutividade elétrica de 1.6  $\text{dSm}^{-1}$  foi a mais adequada para o cultivo do manjericão, uma vez que proporcionou os melhores resultados em relação ao número de folhas, massa fresca e seca de raiz, caule e folhas.

**Palavras-chaves:** *Ocimum basilicum* L; Concentração de macronutrientes; hidroponia com substrato.

## ABSTRACT

Basil is an aromatic plant widely used in cooking and known for its medicinal properties. Its hydroponic cultivation has gained prominence in recent years due to the ease of controlling growing conditions and the increased productivity compared to conventional cultivation. The nutrient solution is one of the main components of hydroponic cultivation, and electrical conductivity is an important factor to monitor as it directly affects the growth and production of plants. The objective of this study was to evaluate the effect of electrical conductivity of the nutrient solution on the growth and production of basil in hydroponic cultivation. For this purpose, five solutions with different levels of electrical conductivity (1, 1.2, 1.4, 1.6, and 1.8 dSm<sup>-1</sup>) were used, with 5 replications. The growth of basil plants, the number of leaves, and the fresh and dry weight of branches, stems, and leaves were evaluated. Analysis of variance was performed on the data, and regression analysis was applied to assess the botanical parameters such as plant height, number of leaves (NF), and dry and fresh weight of branches plus stems (MFRC and MSRC) and leaves (MFF and MSF) of basil in relation to different levels of electrical conductivity. On average, the height of basil plants was higher at an electrical conductivity of 1.6 dSm<sup>-1</sup>; however, there was no significant effect according to the analysis of variance. For MFRC, the highest values were obtained at an electrical conductivity of 1.6 dSm<sup>-1</sup>. MSRC, MFF, and NF of plants grown at an electrical conductivity of 1.4 dSm<sup>-1</sup> were higher compared to the other treatments. The ideal electrical conductivity for basil cultivation may vary according to environmental conditions and cultivated species. However, an electrical conductivity of 1.6 dSm<sup>-1</sup> seems to be the most suitable for basil cultivation. Based on the results, it was found that the electrical conductivity of the nutrient solution significantly influenced the growth and development of basil plants. An electrical conductivity of 1.6 dSm<sup>-1</sup> was the most suitable for basil cultivation as it provided the best results in terms of the number of leaves, fresh and dry weight of roots, stems, and leaves.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L; Macronutrient concentration; substrate hydroponics.

**LISTA DE TABELAS**

<b>TABELA 1</b> - CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE). .....	23
<b>TABELA 2</b> - ANÁLISE DE VARIÂNCIA E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DAS VARIÁVEIS RESPOSTAS: ALTURA DA PLANTA (H), MASSA FRESCA E SECA DE RAMOS E CAULES (MFRC E MSRC), MASSA FRESCA E SECA DE FOLHAS (MFF E MSF) E NÚMERO DE FOLHAS (NF) DE MANJERICÃO ( <i>OCIMUM BASILICUM</i> ) CV FOLHA FINA SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDUTIVIDADES ELÉTRICAS DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DURANTE O CULTIVO EM CASA DE VEGETAÇÃO POR 48 DIAS. FORTALEZA-CE, 202FRC3. ....	25

**LISTA DE FIGURAS**

<b>FIGURA 1.</b> ALTURA DAS PLANTAS DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA. ....	26
<b>FIGURA 2.</b> MASSA FRESCA DE RAMOS E CAULE (MFCR) DAS PLANTAS DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA. ....	27
<b>FIGURA 3.</b> MASSA SECA DE RAMOS E CAULE (MSRC) DAS PLANTAS DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA. ....	28
<b>FIGURA 4.</b> MASSA FRESCA DAS FOLHAS (MFF) DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA. ....	29
<b>FIGURA 5.</b> MASSA SECA DAS FOLHAS (MSF) DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA.....	29
<b>FIGURA 6.</b> NÚMERO DE FOLHAS DE MANJERICÃO EM FUNÇÃO DOS DIFERENTES NÍVEIS DE CÉ NA SOLUÇÃO NUTRITIVA. ....	31

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DO MANJERICÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 CULTIVO HIDROPÔNICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3 SALINIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 EFEITOS DA SALINIDADE NO MANJERICÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta herbácea anual da família Lamiaceae, amplamente cultivada em todo o mundo, especialmente em países tropicais e subtropicais. É conhecido por seu aroma e sabor distintos, além de ser valorizado por suas propriedades medicinais e culinárias.

É uma planta aromática e sua fragrância é resultado da presença de óleos essenciais em suas folhas. É amplamente utilizado na culinária para dar sabor a pratos, como massas, saladas, molhos, pizzas, entre outros. Além disso, o manjeriço também é utilizado na medicina tradicional como um remédio natural para tratar diversos problemas de saúde, como tosse, dor de cabeça e problemas digestivos (SHAHRAJABIAN et al., 2020).

Devido à sua grande importância econômica e ao crescente interesse pela utilização de plantas medicinais, o cultivo do manjeriço tem ganhado destaque em diversas regiões do globo. Para obter uma produção de qualidade e satisfatória de manjeriço, é importante adotar uma série de técnicas de manejo adequadas. Um dos principais aspectos a serem considerados é a seleção do local de cultivo, que deve ser bem iluminado e possuir solo fértil, com boa drenagem (LIMA et al., 2021).

O cultivo de plantas em hidroponia é uma técnica de produção agrícola que se baseia no cultivo de plantas sem solo, utilizando-se de soluções nutritivas para suprir as necessidades de nutrientes das plantas. A adoção dessa técnica de cultivo tem sido amplamente utilizada em diversas culturas, incluindo o manjeriço, devido a sua alta eficiência na utilização de água e nutrientes, além de permitir o controle mais preciso de variáveis ambientais, como pH e concentração de nutrientes na solução (SAVVAS e GRUDA, 2018; KHAN et al., 2020).

Alguns estudos recentes demonstram que o cultivo hidropônico de manjeriço apresenta vantagens em relação ao cultivo convencional no solo. Por exemplo, Saha et al. (2016) encontraram um aumento significativo na biomassa de folhas e raízes de manjeriço cultivado em sistema hidropônico, em comparação com o cultivo convencional. Além disso, Khater et al. (2021) relataram que o cultivo hidropônico de manjeriço resultou em um aumento na concentração de óleos essenciais, os quais são responsáveis pela qualidade aromática da planta.

Outra vantagem do cultivo hidropônico é a possibilidade de se cultivar o manjeriço em áreas urbanas, uma vez que não é necessário ter um grande espaço físico

para o plantio em solo (BOLAND et al., 2022).

No entanto, é importante ressaltar que o cultivo hidropônico também apresenta alguns desafios, como o controle da qualidade da água e o fornecimento adequado de nutrientes, visto que, o fornecimento inadequado de nutrientes na solução pode levar a deficiências nutricionais na planta (MAIA et al., 2017; ATHERTON e LI, 2023).

Dessa forma, embora o cultivo hidropônico de manjeriço apresente vantagens em relação ao cultivo convencional, é necessário avaliar cuidadosamente as condições e técnicas utilizadas no cultivo, como a condutividade elétrica da solução nutritiva que está intimamente relacionada com a quantidade adequada de nutrientes (LEE et al., 2017).

A condutividade elétrica da solução nutritiva é um aspecto importante a ser monitorado no cultivo hidropônico do manjeriço, pois ajuda a garantir que as plantas estejam recebendo a quantidade adequada de nutrientes. Estudos têm demonstrado que diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva podem afetar o crescimento e a produção do manjeriço em cultivo hidropônico (MAIA et al., 2017).

Portanto, o monitoramento e o controle da condutividade elétrica da solução nutritiva são essenciais para garantir um bom desempenho do cultivo hidropônico do manjeriço. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento e na produção do manjeriço em cultivo hidropônico.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 ASPECTOS BOTÂNICOS DO MANJERICÃO**

O manjeriço, *Ocimum basilicum* L, é uma planta herbácea pertencente à família das Lamiaceae. Estudos sugerem que sua origem é provavelmente da Ásia tropical, especificamente das regiões da Índia e da Indonésia (SILVA et al., 2022). No entanto, o manjeriço é atualmente cultivado em todo o mundo, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, como América Latina, África e Ásia, sendo valorizada tanto por suas propriedades culinárias quanto medicinais.

O manjeriço é uma planta que apresenta grande diversidade genética, com variações em características como aroma, sabor, tamanho e cor das folhas, entre outras. Estudos têm demonstrado que o manjeriço possui um alto número de genótipos

diferentes, sendo a espécie *Ocimumbasilicum* a mais amplamente cultivada em todo o mundo. No entanto, outras espécies, como *Ocimumtenuiflorum*, *Ocimumgratissimum* e *Ocimumkilimandscharicum* também são cultivadas em menor escala em diversas regiões (MILENKOVIĆ et al., 2019; PIMENTEL e SALA., 2019).

É uma planta aromática e sua fragrância é resultado da presença de óleos essenciais em suas folhas. É amplamente utilizado na culinária para dar sabor a pratos, como massas, saladas, molhos, pizzas, entre outros. Além disso, o manjeriço é uma planta que apresenta grande potencial para uso na indústria farmacêutica, devido à presença de compostos bioativos em suas folhas e óleos essenciais (SILVA et al., 2022). Estudos têm demonstrado que diferentes genótipos de manjeriço podem apresentar variações na composição de compostos bioativos, o que pode ter impactos na eficácia do uso medicinal da planta (WALTERS e CURREY, 2015).

O manjeriço é uma planta anual, que pode crescer até cerca de 60 cm de altura e apresenta um caule ereto e ramificado, com raízes pivotantes e profundas, com um sistema radicular que pode atingir até 30 cm de profundidade em solos bem drenados. Suas folhas são ovais e possuem uma cor verde intenso, ligeiramente dentadas nas bordas, com uma textura macia e pilosa, que varia de acordo com a cultivar (SHAHRAJABIAN et al., 2020). A coloração das folhas também varia de acordo com a cultivar, podendo ser verde claro, verde escuro ou até mesmo roxo (HOMA et al., 2016). Elas são opostas, ou seja, crescem em pares em lados opostos do caule. As flores do manjeriço são pequenas e brancas, com um formato que lembra uma espiga. Elas crescem em inflorescências axilares, as sementes do manjeriço são pequenas e pretas e é o principal meio propagação desta planta (SHAHRAJABIAN et al., 2020).

Vale ressaltar que a morfologia do manjeriço pode ser influenciada por fatores ambientais, como luz, temperatura, umidade do solo e disponibilidade de nutrientes. Por exemplo, a exposição à luz intensa pode levar a um aumento na produção de clorofila e, conseqüentemente, a uma coloração mais escura das folhas (MILENKOVIĆ et al., 2019). Já a falta de água e nutrientes pode afetar o tamanho das folhas e o crescimento geral da planta.

Ainda, o manjeriço é uma planta bastante sensível ao fotoperíodo, podendo apresentar diferentes respostas morfológicas de acordo com a duração da luz do dia (LARSEN et al., 2020). Em condições ideais de luz, temperatura e umidade, a planta pode apresentar um rápido crescimento e desenvolvimento (PENNISI et al., 2020).

Outro aspecto importante é a presença de compostos bioativos em suas folhas, como flavonoides, terpenoides e ácidos fenólicos. Estes compostos têm sido associados a uma série de benefícios para a saúde, como propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas. Um estudo realizado por Giurgiu (2016) demonstrou que extratos de manjeriço apresentaram atividade antioxidante e anti-inflamatória em células humanas.

Pesquisas recentes têm investigado os compostos químicos presentes no manjeriço e seus efeitos no organismo humano. Sestili et al. (2018) analisaram os óleos essenciais de diferentes cultivares de manjeriço e descobriram que a composição química varia amplamente entre as cultivares, com o eugenol sendo o composto mais abundante em algumas cultivares.

A produção de manjeriço também pode ser influenciada por outros fatores ambientais, como umidade do solo, luz, vento e pH do solo. A umidade do solo ideal para o cultivo de manjeriço varia de acordo com a espécie e a cultivar utilizada, mas geralmente é recomendado que o solo seja mantido úmido, mas não encharcado (MILENKOVIĆ et al., 2019). Além disso, é importante que a planta receba luz solar direta por pelo menos 6 horas por dia e que o solo tenha pH entre 6,0 e 7,5 (MATLOK et al., 2019).

Outro fator importante a ser considerado no cultivo de manjeriço é a escolha do tipo de solo e adubação adequadas. Estudos mostram que o cultivo em solos com alta fertilidade pode resultar em maior produção de biomassa e óleo essencial em algumas espécies de manjeriço (MORDALSKI et al., 2018). Além disso, a aplicação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos pode influenciar a qualidade e a quantidade dos óleos essenciais produzidos pela planta (MATLOK et al., 2019).

O controle de pragas e doenças também é fundamental para garantir uma produção saudável de manjeriço. Dentre as principais pragas que atacam a cultura do manjeriço estão a mosca-branca, a lagarta-do-cartucho e o ácaro-rajado, já as doenças mais comuns que afetam o cultivo são a podridão radicular, o míldio e a fusariose (KHATER et al. (2021; SHAHRAJABIAN et al., 2020). Para o controle dessas pragas e doenças, são recomendadas práticas como a rotação de culturas, a utilização de produtos químicos ou biológicos e a manutenção da higiene no cultivo (GILARDI et al., 2020;). Outro aspecto importante do manejo do manjeriço é a irrigação adequada. A falta ou excesso de água pode causar sérios danos à planta, comprometendo sua produção e qualidade (MONTESANO et al., 2018; FARAHBAKHS et al., 2019).

Quanto à colheita do manjeriço, é importante considerar o momento adequado para a obtenção da maior quantidade e qualidade de biomassa e óleo essencial. A colheita deve ser realizada quando as plantas atingirem o máximo de desenvolvimento vegetativo, mas antes da floração, para garantir um maior teor de óleos essenciais e compostos bioativos nas folhas. A frequência da colheita também pode influenciar a produção de biomassa e óleo essencial, e deve ser ajustada de acordo com a espécie e o cultivar utilizados (CIRIELLO et al., 2021).

## **2.2 CULTIVO HIDROPÔNICO**

O cultivo hidropônico é um método de cultivo de plantas sem solo, no qual as raízes das plantas são imersas em uma solução nutritiva composta de água e nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio. Essa solução nutritiva é fornecida diretamente às raízes das plantas por meio de um sistema de irrigação (DASGAN et al., 2022).

O cultivo hidropônico pode ser feito em vários tipos de sistemas, como sistemas de fluxo contínuo, sistemas de filme nutriente, sistemas de gotejamento, entre outros, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens. Esses sistemas são projetados para manter as raízes das plantas em contato constante com a solução nutritiva e garantir que elas recebam água e nutrientes suficientes para crescerem saudáveis e fortes (HENDRICKSON et al., 2022).

O sistema de fluxo contínuo, que é amplamente utilizado em todo o mundo devido à sua simplicidade e eficiência. Este sistema consiste em um tanque de solução nutritiva, que é bombeada para os canais onde as plantas estão crescendo. A solução nutritiva flui continuamente pelos canais, garantindo que as raízes das plantas fiquem em contato constante com a solução (MACWAN et al., 2020).

Outro tipo de sistema hidropônico é o sistema de filme nutriente, que também é bastante popular. Neste sistema, uma fina camada de solução nutritiva flui por um canal inclinado, mantendo as raízes das plantas úmidas. Este tipo de sistema é particularmente adequado para o cultivo de plantas de folhas, como alface e couve, pois permite um controle preciso da umidade e dos nutrientes (DHOLWANI et al., 2018; MOHAMMED e SOOKOO, 2016; KHAN et al., 2020).

Já o sistema de gotejamento é um dos mais simples e econômicos, sendo utilizado principalmente para o cultivo de hortaliças em pequena escala. Neste sistema, a solução nutritiva é distribuída para as plantas por meio de gotejadores, que liberam gotas de solução diretamente nas raízes das plantas. Este sistema é adequado para cultivos em vasos individuais ou em pequenas áreas (MACWAN et al., 2020). No entanto, é importante salientar que o sistema de gotejamento requer um controle cuidadoso da quantidade de solução nutritiva fornecida às plantas, a fim de evitar a sobrecarga de nutrientes e problemas de drenagem (SHARMA et al. (2021)).

Independentemente do sistema escolhido, o cultivo hidropônico pode resultar em uma produtividade significativamente maior do que os métodos tradicionais de cultivo de plantas. Além disso, a hidroponia oferece várias vantagens, como um menor consumo de água e nutrientes, um maior controle sobre o ambiente, como o controle preciso das condições de cultivo, como pH, temperatura, umidade e nutrientes, o que pode levar a uma maior produtividade e qualidade das plantas, e conseqüentemente, uma redução nos custos de produção (WALTERS e CURREY, 2015; KHAN et al., 2020)

O cultivo hidropônico pode ser utilizado para cultivar uma ampla variedade de plantas, incluindo ervas, hortaliças, frutas e flores. O manjericão é uma das plantas que pode ser cultivada com sucesso em sistemas hidropônicos, com benefícios como o aumento da produção, maior uniformidade das plantas e uma colheita mais rápida (RUSU et al., 2020).

A solução nutritiva é um dos elementos mais importantes no cultivo hidropônico, uma vez que é responsável por fornecer todos os nutrientes essenciais que as plantas precisam para crescerem saudáveis e fortes. A solução é composta por uma mistura de água e nutrientes, incluindo nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e outros micronutrientes. Segundo Khan et al., 2020, a composição da solução nutritiva é essencial para o sucesso do cultivo hidropônico, pois deve fornecer todos os nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Além disso, a solução deve ser mantida em equilíbrio químico para evitar problemas como a precipitação de sais. Portanto, é importante realizar análises regulares da solução nutritiva para garantir que as plantas estejam recebendo os nutrientes necessários e ajustar a composição da solução, se necessário (SAMBO et al., 2019).

Vários estudos recentes têm se concentrado em aprimorar a composição da solução nutritiva para maximizar a produtividade e a qualidade das plantas cultivadas em hidroponia. Além da composição dos nutrientes, outros fatores como o pH, a

condutividade elétrica e a temperatura da solução também são importantes para garantir um crescimento saudável das plantas. Um estudo de Lee et al. (2017) investigou os efeitos do pH e da condutividade elétrica da solução nutritiva no crescimento e no rendimento do tomateiro em hidroponia. Os resultados mostraram que os níveis ideais de pH e condutividade elétrica variam de acordo com a fase de crescimento da planta.

A condutividade elétrica da solução nutritiva é um parâmetro importante a ser monitorado em sistemas hidropônicos, pois ela reflete a concentração de nutrientes na solução e pode afetar diretamente o crescimento e a produção das plantas (HOSSEINI et al., 2021).

Além disso, a condutividade elétrica pode ser utilizada como uma ferramenta para ajustar a concentração de nutrientes na solução nutritiva de acordo com as necessidades específicas das plantas. Segundo o estudo de Sakamoto e Suzuki. (2020), a adição de nutrientes à solução aumentou a condutividade elétrica, mas o excesso de nutrientes também pode levar a problemas de toxicidade para as plantas de batata-doce. Assim, a manutenção da condutividade elétrica correta da solução nutritiva pode prevenir problemas como a acumulação excessiva de sais na solução, que pode causar danos às raízes das plantas e afetar seu crescimento, como apontado por Khan et al., 2020.

Segundo Hosseini et al. (2021) a condutividade elétrica ideal para o cultivo hidropônico varia de acordo com a fase de crescimento das plantas e com o tipo de cultivo. Em geral, condutividade elétrica entre 1,2 e 2,0  $\text{dSm}^{-1}$  é recomendada para plantas em fase vegetativa, enquanto para plantas em fase de frutificação, a condutividade elétrica ideal pode chegar a 3,0  $\text{dSm}^{-1}$  (OWEN et al., 2018; SHARMA et al., 2021).

### **2.3 SALINIDADE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Com o avanço das técnicas de cultivo hidropônico, a condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva tem sido cada vez mais considerada um parâmetro importante para garantir um bom crescimento das plantas. De fato, a condutividade elétrica da solução influencia diretamente a absorção de nutrientes pelas plantas, além de ser um indicador da qualidade e da concentração de nutrientes na solução (FARSARAEI et al., 2020).

O estresse salino é uma das principais limitações que afetam o crescimento e a produtividade das plantas cultivadas em sistema convencional ou hidropônico com alta

concentração de sais. Essa condição pode causar três tipos de restrições: déficit hídrico, desequilíbrio iônico e toxicidade iônica. Essas limitações afetam as funções fisiológicas e metabólicas das plantas, levando a distúrbios coletivos na troca gasosa, morfologia e bioquímica das plantas. Em conjunto, esses efeitos comprometem o desenvolvimento saudável das plantas e podem reduzir significativamente a produtividade (AVDOULI et al., 2021). Além disso, a CE da solução nutritiva também pode afetar a absorção de água pelas plantas. Quando a CE é muito alta, pode ocorrer um efeito osmótico negativo nas raízes, dificultando a absorção de água (HOSSEINI et al., 2021).

A qualidade da água utilizada para preparar a solução nutritiva também pode afetar a CE da solução (SOARES et al., 2020). Por exemplo, água com alta concentração de sais pode aumentar a CE da solução nutritiva, o que pode afetar negativamente o crescimento das plantas. Portanto, é importante utilizar água de boa qualidade e fazer testes regulares na água para garantir que a CE esteja dentro da faixa ideal para o cultivo hidropônico (JONES JR, 2016; RICHA et al., 2020).

A CE da solução nutritiva tem um efeito significativo na produtividade e qualidade das culturas hidropônicas. Um estudo realizado por Samarakoon et al., (2017) avaliou o efeito da CE da solução nutritiva no crescimento e produção de alface cultivada em sistema hidropônico. Os resultados mostraram que a alface cultivada em solução nutritiva com CE de  $1,8\text{dSm}^{-1}$  apresentou maior peso fresco e seco em comparação com aquelas cultivadas em soluções com CE mais baixa ou mais alta.

A redução da CE da solução nutritiva para um nível inadequado resultou em menor crescimento, menor produção e menor qualidade da alface cultivada em um sistema hidropônico (Samarakoon et al. 2020).

Estudando o efeito da CE sobre o rendimento, as propriedades nutricionais e fitoquímicas da rúcula, Yang et al. (2021) concluíram que a CE ótima para o cultivo é de  $1,5$  a  $1,8\text{dScm}^{-1}$ , e que uma CE muito baixa ou muito elevada reduziu os rendimentos, a qualidade visual, os compostos fitoquímicos conduziria a uma cor e sabor menos atraentes para o consumidor e aumentaria os efeitos negativos para a saúde devido à acumulação de nitratos.

Um estudo conduzido por Currey et al. (2019) para quantificar o crescimento e as concentrações de nutrientes minerais no tecido de coentro (*Coriandrum sativum*), endro (*Anethum graveolens*) e salsa (*Petroselinum crispum*) em resposta à CE da solução nutritiva sob altas e baixas intensidade diária de luz, observaram que CE não afetou a massa fresca ou seca de coentro, endro ou salsa. Isso se deve ao fluxo adequado de

solução nutritiva e o crescimento das plantas não ser limitado por baixas concentrações de nutriente, além disso, o fornecimento de nutrientes em concentrações mais elevadas pode não ter um efeito promotor de crescimento nessas ervas, que podem se beneficiar mais com reposição frequente da solução nutritiva.

## 2.4 EFEITOS DA SALINIDADE NO MANJERICÃO

Segundo estudos recentes, a CE ideal para o cultivo do manjericão varia entre 1,5 e 2,5  $\text{dSm}^{-1}$ , dependendo das condições ambientais e do estágio de desenvolvimento das plantas (OWEN et al., 2018). Valores acima ou abaixo desse intervalo podem levar a uma diminuição no crescimento e produção de biomassa das plantas.

Avaliando o efeito da concentração de nutrientes minerais da solução nutritiva sobre o crescimento de espécies de manjericão e cultivares, cultivadas sob altas e baixas intensidade diária de luz, Walters e Currey (2018) concluíram que o manjericão não foi afetado e as concentrações de nutrientes foram geralmente iguais ou superiores às faixas de suficiência recomendadas em resposta à CE. Esse efeito pode ser explicado pela constante disponibilidade de nutrientes no sistema hidropônico, na qual a CE da solução nutritiva é mantida constantemente.

O excesso de sais pode levar a um estresse osmótico e iônico nas plantas, causando uma diminuição na absorção de água e nutrientes, além de interferir na transpiração e na fotossíntese (MAIA et al., 2017; SOLIS-TOAPANTA et al., 2020).

Isso ocorre devido ao estresse que a alta concentração de sais na solução nutritiva causa nas células vegetais, prejudicando a produção de clorofila e outros pigmentos fotossintéticos (SANTOS et al., 2020). Além disso, a salinidade excessiva pode causar danos às membranas celulares das plantas, resultando em perda de água e prejudicando a capacidade de absorção de nutrientes. Uma CE elevada ainda pode influenciar na absorção de nutrientes, como o potássio e o cálcio, resultando em estresse oxidativo (HUSSAIN et al., 2021).

O consumo de água do manjericão é afetado pela concentração de NaCl, onde o aumento da concentração leva a uma diminuição gradual do consumo (SANTOS et al., 2019). Esse efeito pode ser explicado pela influência osmótica dos sais na região radicular das plantas, que reduz o potencial osmótico e hídrico da solução nutritiva, impactando na disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Assim, a salinidade

pode ter um efeito negativo no desenvolvimento das plantas devido à diminuição da disponibilidade de água e nutrientes.

Ainda o excesso de sais na zona radicular pode causar efeitos prejudiciais às plantas, afetando suas respostas fisiológicas e comprometendo seu desenvolvimento. Isso ocorre porque as altas concentrações de sais alteram o equilíbrio osmótico, afetam as membranas celulares, inibem a divisão e expansão celular, dentre outros fatores. Essas condições desfavoráveis resultam em uma diminuição no crescimento das plantas, o que pode se refletir na redução da altura e diâmetro dos caules (LIMA et al., 2015).

A tolerância ao estresse salino varia entre as espécies e até mesmo dentro de uma mesma espécie, dependendo de fatores como a cultivar avaliada (Maia et al., 2017). Ainda segundo Maia et al., (2017) a presença de altas concentrações de sais afeta o tamanho e número de folhas das plantas de manjeriço, levando à redução da área foliar. Além disso, o estresse salino acelera a senescência foliar, o que pode levar à morte das folhas. A resposta adaptativa das plantas ao estresse salino inclui alterações morfológicas e anatômicas, resultando na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água. A menor área foliar sob estresse salino pode estar relacionada ao efeito do potencial osmótico da solução do solo, que inibe a absorção de água pela planta. Assim, a redução da área foliar pode ser considerada um mecanismo adaptativo da planta para lidar com o estresse salino e diminuir a superfície transpirante.

No sistema hidropônico, a tolerância das plantas à salinidade tende a ser maior do que no cultivo no solo, uma vez que a ausência de potencial matricial sobre o potencial hídrico reduz a dificuldade de absorção de água pelas plantas (MAIA et al., 2017).

Outro estudo realizado por Scagel et al. (2019) avaliou os efeitos da CE da solução nutritiva no acúmulo de compostos fenólicos e flavonoides em manjeriço. Os resultados indicaram que o aumento da CE da solução nutritiva aumentou a concentração de compostos fenólicos e flavonoides nas folhas do manjeriço, indicando que a CE da solução nutritiva pode afetar positivamente a qualidade nutricional do manjeriço.

Avaliando os efeitos do estresse salino sobre as respostas fisiológicas e as características de qualidade pós-colheita do manjeriço doce, Bekhradi et al., (2015) observaram que o comprimento do caule foi significativamente reduzido sob estresse salino. Além disso, à salinidade resultou em uma diminuição significativa na espessura foliar e na área de células do parênquima. Conforme a concentração de NaCl<sub>2</sub> aumentou, tanto a taxa de transpiração quanto o teor de clorofila foram reduzidos significativamente.

Ainda o estresse salino teve um efeito positivo na qualidade visual do manjericão, reduzindo o escurecimento e mantendo a qualidade acima do limite de comercialização além de aumentar os teores de ácidos fenólicos individuais e totais durante o armazenamento do manjericão iraniano verde em comparação com o controle.

Quanto a absorção de nutrientes, Scagel et al. (2017) avaliaram os efeitos da salinidade no crescimento e absorção de nutrientes em manjericão e observaram que, com exceção de Na, Ca e Cl, a salinidade aumentou a absorção de alguns nutrientes, como N, Zn e Cl, e reduziu a absorção de outros, como S e Fe. Ainda as altas concentrações de Ca e Na, podem inibir a absorção de outros nutrientes. Porém, a presença de Ca na solução pode neutralizar os efeitos do NaCl na absorção de K e Mg.

Avaliando os efeitos da salinidade na produção de solutos, pigmentos e óleos essenciais de duas variedades de manjericão cultivadas em hidroponia, Azevedo Neto et al. (2012) observaram que a salinidade afetou significativamente a produção de solutos e pigmentos, com aumento da produção de prolina, açúcares solúveis e carotenoides, e redução do teor de clorofila. A produção de óleos essenciais foi afetada pelas variedades e pelos níveis de salinidade.

Portanto, é importante controlar a salinidade da solução nutritiva no cultivo de manjericão em sistemas hidropônicos, mantendo-a em níveis adequados para a planta. A utilização de técnicas de manejo, como a reposição constante da solução nutritiva, pode ajudar a minimizar os efeitos negativos da salinidade na produção de manjericão.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de 15 de novembro a 28 de dezembro de 2020, na casa de vegetação no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará, localizada em Fortaleza, Ceará, com altitude de 47m, latitude Sul 3°44'35'' e longitude Oeste 38°34'33''.

Foi utilizado como substrato para o cultivo das plantas, uma mistura de pó de coco e casca de arroz, na proporção de 3:1, com base em volume. O substrato foi colocado em vaso de polietileno com capacidade de 5 dm<sup>3</sup>, a seguir foi lavado com água corrente até que a condutividade elétrica (CE) do drenado atingisse aproximadamente 0,50 dS m<sup>-1</sup>.

Foram semeadas cinco sementes de manjericão, cultivar folha fina, e no quinto dia após a germinação, foi realizada o desbaste, deixando uma planta por vaso. Durante esse período as plantas foram irrigadas com água fornecida pela Companhia de Água e

Esgoto do Ceará (CAGECE) e, a seguir, com solução nutritiva com CE de acordo com os tratamentos.

Os tratamentos constituídos por cinco níveis equidistantes de solução nutritiva com as seguintes condutividades elétricas: 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 e 1,8 dS m<sup>-1</sup> foram distribuídos aleatoriamente nas 25 parcelas do experimento. A unidade experimental foi representada por um vaso com uma planta sendo cada tratamento repetido 5 vezes.

Foram preparadas cinco soluções estoques de fertilizantes contendo os macronutrientes, pesando-se 126,32g de nitrato de cálcio (NO<sub>3</sub> 15,5%, Ca 19%), 191,69g de nitrato de potássio (NO<sub>3</sub> 13%, K<sub>2</sub>O 45%), 53,65g de fosfato monoamônio (NH<sub>4</sub> 11%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 60%), 61,54g de sulfato de magnésio (S 13%, Mg 9,5%) e 51,46g de cloreto de magnésio (Mg 11,8 %), dissolvendo-os separadamente com água destilada e completando o volume de cada solução de macronutrientes para 1,0 litro com água destilada. A solução coquetel de micronutrientes foi preparada pesando-se 2,852g de ácido bórico (B 17%), 2,126g de sulfato de manganês (Mn 32%), 0,374g de sulfato de zinco (Zn 20%), 0,080g de sulfato de cobre (Cu 25%) e 0,035g de molibdato de amônio (Mo 54%), dissolvidos separadamente com água destilada, a seguir as soluções foram transferidas para balão volumétrico de 1,0 litro e completando o volume com água destilada. A solução estoque de ferro quelatizado (Fe-DTPA) foi preparada utilizando 17,18g de rexolin (Fe 6%) dissolvido com água destilada e completando o volume para 1,0 litro com água destilada.

As soluções nutritivas utilizadas nas irrigações dos vasos foram preparadas utilizando cinco recipientes com capacidade de 12 litros, contendo aproximadamente 9 litros de água com CE de 0,50 dS m<sup>-1</sup>, com adição de volumes iguais de cada solução estoque dos fertilizantes contendo os macronutrientes em cada recipiente, correspondente a: 14,3; 18,5; 22,9; 28,2 e 34,2mL, a seguir em cada recipiente foi adicionado 10mL de solução estoque de micronutrientes, 40mL de solução estoque de rexolin e 9mL de solução de ácido clorídrico. Após completar o volume de cada balde para 10 litros com água, as CEs das soluções nutritivas foram de 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 e 1,8 dS m<sup>-1</sup> e pH de 6,0 ± 0,2, medidos com condutivímetro e peagâmetro, respectivamente. As concentrações dos macronutrientes nas soluções nutritivas são apresentadas na Tabela 1.

**TABELA 1** - CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES NA SOLUÇÃO NUTRITIVA EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE).

	----- CE, dS m <sup>-1</sup> -----				
Macronutrientes	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8
	----- mmol L <sup>-1</sup> -----				

NO <sub>3</sub>	4,55	5,88	7,28	8,96	10,87
NH <sub>4</sub>	0,60	0,78	0,97	1,19	1,44
P	0,65	0,84	1,04	1,28	1,55
K	3,50	4,53	5,60	6,90	8,37
Ca	0,86	1,11	1,37	1,69	2,05
Mg	0,71	0,92	1,14	1,40	1,70
S	0,36	0,46	0,57	0,71	0,86

**Concentrações de micronutrientes na solução nutritiva ( $\mu$  mol L<sup>-1</sup>): Fe (73,83), B (46,25) Mn (12,38), Zn (1,14), Cu (0,31) e Mo (0,20)**

Fonte: Autor (2023).

Os vasos foram identificados com os respectivos tratamentos de CE da solução nutritiva, e as plantas foram irrigadas diariamente com solução nutritiva duas vezes ao dia, quando necessário, uma pela manhã e outra no final da tarde, e o volume de solução nutritiva adicionada em cada vaso foi baseado na evapotranspiração com base em peso.

Aos quarenta e oito dias após a semeadura, fez as medidas de altura das plantas, a seguir foram coletadas, separando-se a parte aérea do sistema radicular rente ao substrato. Determinou-se, imediatamente, o peso fresco da parte aérea e, a seguir, as folhas e ramos + caule foram separados, determinando também o peso fresco das folhas e ramos + caule, e o número de folhas por planta.

A seguir, as folhas e ramos + caule foram acondicionados em sacolas de papel e, após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, procedeu-se a pesagem dos mesmos para determinação da matéria seca das frações.

A análise estatística das variáveis respostas do experimento foi realizada com o auxílio do pacote AgroR (SHIMIZU et al., 2023) do software R (R Core Team, 2023) efetuando-se o desdobramento dos quatro graus de liberdade de tratamentos em regressão linear, regressão quadrática, regressão cúbica e desvios de regressão conforme sugerido por Ferreira (2018).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das características mensuradas no experimento revelou que apenas a altura da planta (H) não foi significativa enquanto nas demais variáveis (MFRC, MSRC, MFF e MSF) foram responsivas a aplicação dos tratamentos constituídos por diferentes níveis de condutividade elétrica na solução nutritiva no cultivo de manjeriço cv folha fina durante em ambiente de casa de vegetação. Os coeficientes de variação (CV)

das variáveis respostas classificaram-se com baixo ( $CV < 10\%$ ) para altura da planta (H) e médios (10 a 20%) para as demais características analisadas no experimento (MFRC, MSRC, MFF e MSF) conforme propõe Gomes; Garcia (2002). Quanto menor o CV maior será a precisão experimental.

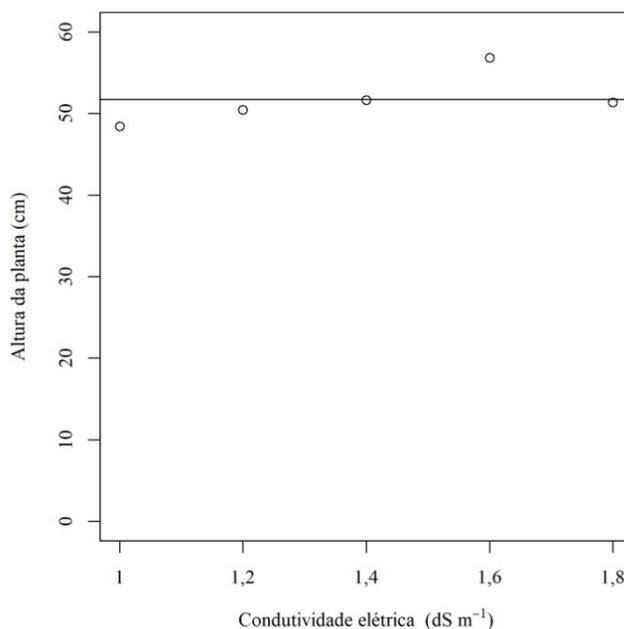
**TABELA 2** - ANÁLISE DE VARIÂNCIA E COEFICIENTES DE VARIAÇÃO (CV) DAS VARIÁVEIS RESPOSTAS: ALTURA DA PLANTA (H), MASSA FRESCA E SECA DE RAMOS E CAULES (MFRC E MSRC), MASSA FRESCA E SECA DE FOLHAS (MFF E MSF) E NÚMERO DE FOLHAS (NF) DE MANJERICÃO (*OCIMUM BASILICUM*) CV FOLHA FINA SUBMETIDOS A DIFERENTES CONDUTIVIDADES ELÉTRICAS DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DURANTE O CULTIVO EM CASA DE VEGETAÇÃO POR 48 DIAS. FORTALEZA-CE, 2023.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios				
		H	MFRC	MSRC	MFF	MSF
Linear	1	74,908 NS	2525,330 **	50,421 **	4090,420 **	44,538 **
Quadrática	1	43,214 NS	1034,036 **	6,783 **	1319,881 **	7,419 **
Cúbica	1	47,824 NS	0,081 NS	0,657 NS	424,162 NS	1,149 NS
Desvio	1	27,160 NS	320,107 *	0,189 NS	574,490 *	4,139 *
Trat	4	48,277 NS	969,888 **	14,512 *	1602,238 **	14,311 **
Erro	20	24,895	55,609	0,610	100,579	0,572
CV (%)		9,65	14,95	14,69	12,83	12,20

Fonte: Autor (2023).

A altura das plantas não foi influenciada pela CE da solução nutritiva, ao nível de 5% de probabilidade (Figura 1). Estudos realizados por Scagel et al. (2019), indicam que certas variedades de manjericão são tolerantes a níveis de CE superiores as usadas nesse estudo. Em estudo sobre potencial de uso do manjericão como cultura secundária em sistema hidropônico NFT e a tolerância a salinidade, Avdouli et al., (2021) observaram que a altura de plantas foi influenciada pela CE da solução nutritiva partir de  $5 \text{ dS m}^{-1}$ .

**Figura 1.** Altura das plantas de manjeriço em função dos diferentes níveis de CE na solução nutritiva.



Fonte: Autor (2023).

Segundo Faliagka et al. (2021) a altura das plantas de manjeriço diminuiu à medida que aumentava o nível de salinidade na solução, ao estudar o potencial de utilização da cultura do manjeriço como cultura secundária em sistema hidropônico, testados 4 níveis de condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva de irrigação (2, 4, 6 e 8 dS m<sup>-1</sup>), imposta pelo NaCl ou pelos macronutrientes. Os autores atribuem esse efeito ao estresse salino, que pode afetar a formação de substâncias responsáveis pelo crescimento vegetal, como a citocinina, resultando em um menor crescimento das plantas.

Resultado semelhante foram encontrados por Bekhradi et al., (2015), que observou que os efeitos da CE variam em função da cultivar do manjeriço, onde a alturas das hastes da cultivar Genovese não foram influenciados pela adição de 40 e 80 mM de NaCl na solução nutritiva.

Em trabalho realizado por Santos et al (2019), cultivo hidropônico, não foi observado efeito significativo na altura das plantas de manjeriço com o aumento da concentração de NaCl de 0 a 40 mmol L<sup>-1</sup>. No entanto, a salinidade de 80 mmol L<sup>-1</sup> afetou negativamente a altura das plantas, com 19,48% de redução. Os autores enfatizam que a presença de altas concentrações de sais na zona radicular pode causar mudanças significativas nas respostas fisiológicas das plantas, incluindo desequilíbrio osmótico,

desorganização das membranas celulares, inibição na divisão e expansão celular, e que essas perturbações podem levar à diminuição do crescimento das plantas.

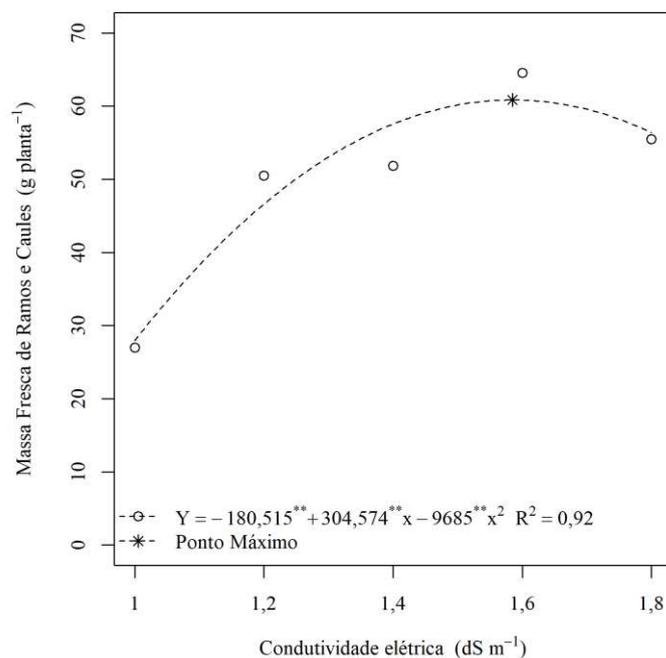
Avaliando a interação entre peróxido de hidrogênio e nitroprussiato contra estresse salino no cultivo do manjericão, Gohari et al. (2019) observaram que a altura das plantas reduziu significativamente pelo estresse salino, exceto nos tratamentos que receberam substâncias de controle de salinidade (peróxido de hidrogênio e nitroprussiato). Esses mesmos autores concluíram que a diminuição do crescimento do manjericão pode ser atribuída ao acúmulo excessivo de sal nas folhas, que leva a redução no suprimento de carboidratos e hormônios de crescimento da planta e, conseqüentemente, inibindo o crescimento da planta e, eventualmente, causando a morte da planta.

A produção de MFRC (Figura 2) e MSRC (Figura 3) foram significativamente afetadas pelos níveis de CE da solução nutritiva. A produção máxima estimada de MFRC pela equação de regressão foi com CE da solução nutritiva de 1,58 dS m<sup>-1</sup>, e a partir desse nível houve redução na produção de biomassa fresca. Com CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup> a redução estimada de produção de biomassa fresca do manjericão foi de 7,33% em relação a CE de 1,58 dS m<sup>-1</sup>. Enquanto, a produção máxima estimada de MSRC foi com CE de 1,72 dS m<sup>-1</sup>, e a partir desse nível a produção de biomassa seca decresceu. Com CE de 1,8 dS m<sup>-1</sup> a redução estimada de produção de biomassa seca do manjericão foi de 0,67% em relação a CE de 1,72 dS m<sup>-1</sup>. A maior redução no acúmulo de biomassa fresca em relação a biomassa seca, pode ser atribuída a redução na absorção de água pela planta, com o aumento da concentração de sais na solução nutritiva, em função da redução do potencial osmótico da solução nutritiva (RICHA et al., 2020).

Resultados semelhantes para massa seca de ramos foram encontrados por Silva et al. (2021), ao avaliar os efeitos da aplicação de regulador de crescimento vegetal para manjericão cultivado em diferentes CE. Os autores observaram que nas plantas que não receberam o regulador e estavam sob efeito da CE houve redução, de forma linear, na massa seca de ramos do manjericão. Os mesmos autores atribuíram esse efeito como um mecanismo de adaptação que visa diminuir a superfície de transpiração e, conseqüentemente, as taxas de transpiração, para manter maior potencial hídrico. A redução do crescimento das plantas em resposta à salinidade pode ser atribuída ao comprometimento das funcionalidades bioquímicas e fisiológicas, causado pelos efeitos tóxicos, osmóticos e nutricionais do acúmulo de sais na zona radicular das plantas.

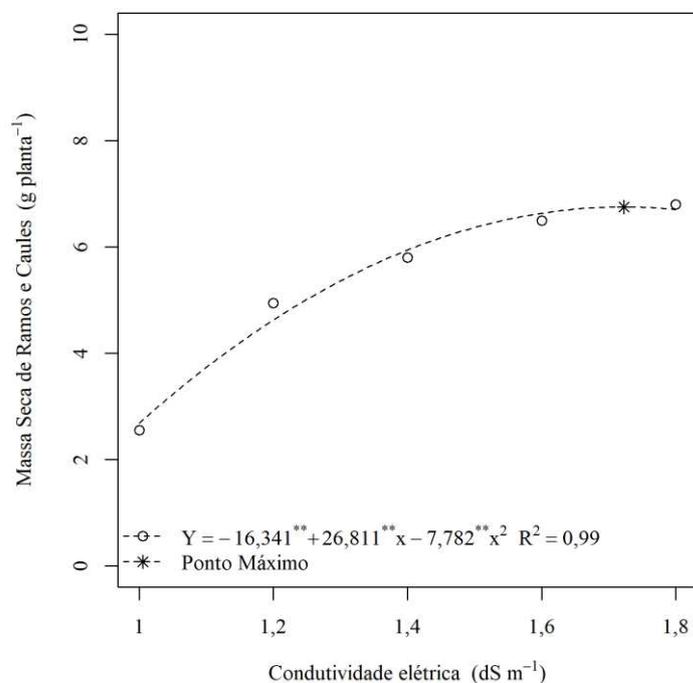
**Figura 2.** Massa fresca de ramos e caule (MFRC) das plantas de manjericão em função dos diferentes

níveis de CE na solução nutritiva.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 3.** Massa seca de ramos e caule (MSRC) das plantas de manjerição em função dos diferentes níveis de CE na solução nutritiva.

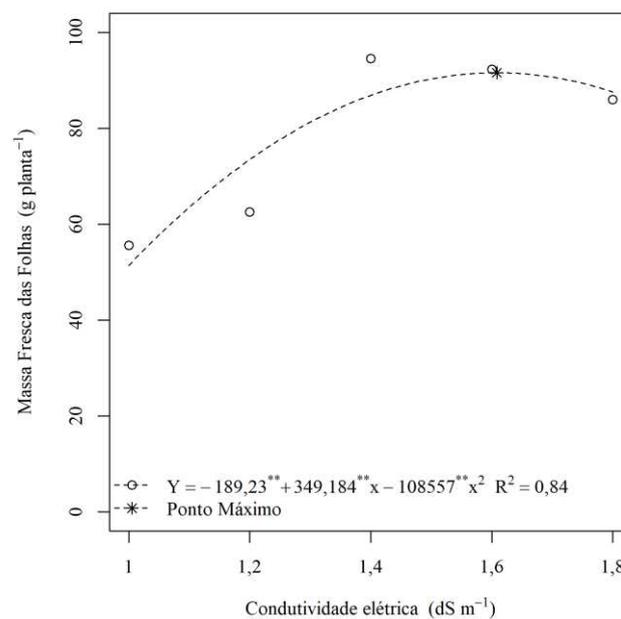


Fonte: Autor (2023).

A produção de MFF (Figura 4) e MSF (Figura 5) apresentaram comportamento semelhante a MFRC e MSRC com o aumento da CE da solução nutritiva, com produções

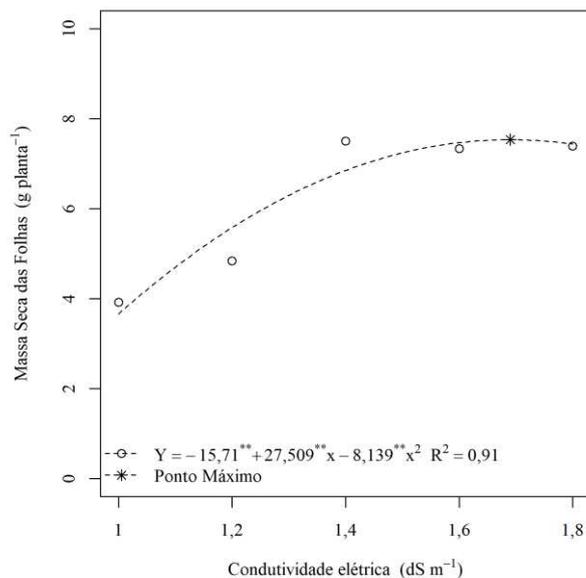
máximas estimadas de MFF e MSF com CE da solução nutritiva de 1,61 e 1,69 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, e com reduções na biomassa a partir desses níveis de CE. Com CE da solução nutritiva de 1,8 dS m<sup>-1</sup>, as produções de MFF e MSF foram 8,33% e 1,31%, respectivamente, inferiores as CEs que proporcionaram as máximas produções de biomassa.

**Figura 4.** Massa fresca das folhas (MFF) de manjerição em função dos diferentes níveis de CE na solução nutritiva.



Fonte: Autor (2023).

**Figura 5.** Massa seca das folhas (MSF) de manjerição em função dos diferentes níveis de CE na solução nutritiva.



Fonte: Autor (2023).

Segundo Faliagka et al. (2021) a salinidade afetou negativamente o peso fresco e seco das folhas e caules do manjericão tanto para 27 dias após o transplântio quanto para 47 dias. Os autores atribuíram essa diminuição a exposição das plantas a altos níveis de salinidade, provocada mudança de concentração de macronutrientes, que reduzir a condutividade estomática das plantas, reduzindo sua transpiração para conseguir uma melhor adaptação das plantas a tais condições.

Segundo Ren et al. (2022), que avaliaram plantas de manjericão foram cultivadas sob quatro diferentes CEs (0,5; 1,0; 3,0 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), alteradas pela adição de macro nutriente, em sistemas hidropônicos., observaram que para a massa fresca da parte aérea e de folhas houve um aumento significativamente quando o valor de CE foi aumentado de 0,5 para 3,0 dS m<sup>-1</sup> e depois diminuiu ligeiramente quando o valor da CE foi aumentado para 5,0 dS m<sup>-1</sup>.

Ciriello et al. (2020) avaliaram três diferentes genótipos de manjericão cultivados em três soluções nutritivas com condutividade elétrica crescente (CE: 1, 2 e 3 dS m<sup>-1</sup>), as concentrações de CE foram obtidas pela redução pela metade ou aumento (×1,5) das concentrações de macronutrientes. Os autores observaram que um ligeiro aumento da massa seca das plantas de manjericão sobre as diferentes CEs.

Os efeitos da CE da solução nutritiva na redução da MFRC, MSRC, MFF e MSF foram semelhantes aos encontrados por Elhindi et al., (2017), ao adicionar 60 e 120 mM de NaCl a solução nutritiva, equivalente a CE de 7.86, e 13.09 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente. Os autores atribuíram a redução ao efeito adverso do estresse salino nos vários processos fisiológicos, como fotossíntese, homeostase de nutrientes e acumulação de solutos compatíveis.

Resultados semelhantes também foram observados por Santos et al (2019), havendo uma redução gradual da massa da matéria seca total das plantas com o aumento

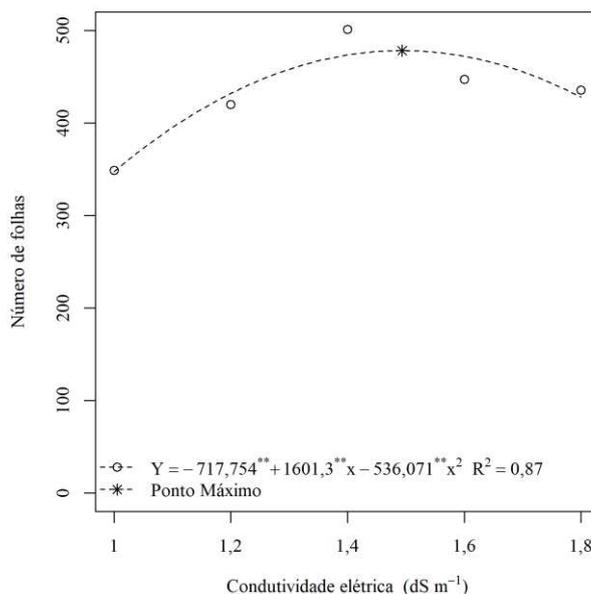
da salinidade, associando esse efeito ao desequilíbrio nutricional causado pelo excesso de íons Na e Cl na solução nutritiva, observando-se que entre a menor e a maior concentração de NaCl houve uma diminuição de 53,93 e 64,47%, respectivamente, aos 18 e 30 dias após o transplante das plântulas de manjeriço.

Esses resultados diferem dos encontrados por Scagel et al., (2019), que observaram que salinidade de até 10 dS m<sup>-1</sup> não tiveram impacto na biomassa foliar após 71 dias de cultivo do manjeriço, onde as soluções hidropônicas nos dois níveis mais baixos de NaCl variou de 2,5 a 9,0 dS m<sup>-1</sup> durante o experimento e não causou diminuição significativa na biomassa foliar ou sinais visuais de necrose foliar.

Cultivares de manjeriço podem apresentar diferentes níveis de tolerância à salinidade, o que pode afetar seu rendimento de biomassa na presença de NaCl (BEKHRADI et al., 2015). Além disso, a tolerância ao estresse salino do manjeriço pode ser influenciada por vários fatores, incluindo o sistema de produção, o tipo de sal utilizado, a duração da exposição, a intensidade da luz e a taxa gradual de aumento da salinidade (SCAGEL et al., 2019).

O número de folhas por planta também foi significativamente influenciado pela CE da solução nutritiva, com nível máximo da CE estimada em 1,49 dS m<sup>-1</sup>, com reduções a partir desse valor. Das características biométricas avaliadas, o número de folhas foi a mais afetada, com redução de 10,53% com CE da solução de 1,8 dS m<sup>-1</sup> em relação ao nível da CE de máxima produção de folhas. Elhindi et al. (2017), também observaram redução no número de folhas de manjeriço com aumento da CE da solução nutritiva, enquanto, Tarchoune et al. (2012), não observaram reduções no número de folhas de manjeriço com o aumento da salinidade da solução nutritiva.

**Figura 6.** Número de folhas de manjeriço em função dos diferentes níveis de CE na solução nutritiva.



Fonte: Autor (2023).

Diminuição no número de folhas do manjericão também foi observada por Maia et al. (2017), com o aumento da salinidade da água de irrigação. Os autores atribuem esse efeito ao estresse salino que afeta negativamente o desenvolvimento das folhas, reduzindo tanto o tamanho quanto o número delas. Além disso, a aceleração da senescência foliar pode levar à morte das folhas e à consequente redução da área foliar. Segundo esses mesmos autores, a resposta ao estresse salino, as plantas sofrem alterações morfológicas e anatômicas que resultam na diminuição da transpiração, como uma estratégia para manter a absorção de água.

Avaliando três diferentes genótipos de manjericão cultivados em três soluções nutritivas com condutividade elétrica crescente (CE: 1, 2 e 3 dS m<sup>-1</sup>), as concentrações de CE foram obtidas pela redução pela metade ou aumento ( $\times 1,5$ ) das concentrações de macronutrientes, Ciriello et al. (2020) observaram que não houve diferença significativa para o número de folhas quando avaliado as diferentes concentrações de CE.

No geral, altos níveis de salinidade têm um efeito negativo no rendimento do manjericão, afetando sua altura, número de folhas, biomassa e teor de clorofila. No entanto, os efeitos variam dependendo do sistema de cultivo e da fonte de salinidade utilizada (Faliagka et al., 2021).

Reduções de 23,69 e 42,59% no número de folhas de manjericão com aumento do estresse salino também foi observado por Santos et al. (2019), com

concentrações de 40 e 80 mmol L<sup>-1</sup>NaCl, respectivamente. Os autores citam que o aumento do estresse salino pode resultar em uma redução no número de folhas devido à diminuição do crescimento vertical do caule, o que leva a uma redução na emissão de gemas foliares. Além disso, a absorção de água pode ser prejudicada e os íons tóxicos em excesso podem causar a morte das gemas, contribuindo para a redução no número de folhas.

A redução do crescimento das plantas ao estresse salino tem sido atribuída aos efeitos nos processos fisiológicos, como fotossíntese, condutância estomática, desequilíbrios nutricionais, estresse oxidativo causado pela produção de espécies reativas de oxigênio, efeitos osmóticos, que afeta a disponibilidade de água para a planta (ELHINDI et al., 2017; SANTOS et al., 2020; AVDOULI et al., 2021).

A fonte de salinidade, ou seja, a composição e a concentração de sais na água de irrigação ou na solução nutritiva, podem moldar significativamente o tipo e a magnitude dos problemas relacionados a nutrientes. O uso de NaCl é predominante em pesquisas relacionadas à salinidade, mas existem muitas outras fontes de sais excessivos que podem afetar as culturas e ter resultados diferentes na resposta nutricional das plantas. Em hidroponia, o aumento da CE por meio de soluções nutritiva com concentração crescente de nutrientes é uma abordagem mais realista do que a adição de NaCl (ARIF et al., 2020). Desta forma, segundo Scagel et al. (2019), o mecanismo de absorção de fósforo é determinado pela fonte de salinidade, podendo ocorrer devido à limitação da disponibilidade de íons fosfato ou à competição com outros íons pelos sítios de ligação nas raízes.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados, verificou-se que a condutividade elétrica da solução nutritiva influenciou significativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas de manjeriço e a condutividade elétrica entre de 1,49 a 1.69dSm<sup>-1</sup> foi a mais adequada para o cultivo do manjeriço, uma vez que proporcionou os melhores resultados em relação ao número de folhas, massa fresca e seca dos ramos, caule e folhas.

Esse resultado indica a importância da otimização da condutividade elétrica da solução nutritiva no cultivo hidropônico do manjeriço.

## REFERÊNCIAS

ARIF, Y.; SINGH, P.; SIDDIQUI, H.; BAJGUZ, A. *et al.* Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance.

**Plant Physiology and Biochemistry**, 156, p. 64-77, 2020.

ATHERTON, H. R.; LI, P. Hydroponic Cultivation of Medicinal Plants—Plant Organs and Hydroponic Systems: Techniques and Trends. **Horticulturae**, 9, n. 3, p. 349, 2023.

AVDOULI, D.; MAX, J. F.; KATSOULAS, N.; LEVIZOU, E. Basil as secondary crop in cascade hydroponics: exploring salinity tolerance limits in terms of growth, amino acid profile, and nutrient composition. **Horticulturae**, 7, n. 8, p. 203, 2021.

AZEVEDO NETO, A. D.; MENEZES, R. V.; GHEYI, H. R.; COSTA CONCEICAO

SILVA, P. *et al.* Salt-induced changes in solutes, pigments and essential oil of two basil ('*Ocimum basilicum*'L.) genotypes under hydroponic cultivation. **Australian Journal of Crop Science**, 13, n. 11, p. 1856-1864, 2019.

BEKHRADI, F.; DELSHAD, M.; MARÍN, A.; LUNA, M. C. *et al.* Effects of salt stress on physiological and postharvest quality characteristics of different Iranian genotypes of basil. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, 56, p. 777-785, 2015.

BOLAND, A. T.; DEVINEY, C. K.; JUSTICE, J. R.; ARCE, E. D. P. *et al.*, 2022, **Hydroponic Crop Cultivation as a Strategy for Reducing Food Insecurity**. IEEE. 202-206.

CIRIELLO, Michele *et al.* Sweet basil functional quality as shaped by genotype and macronutrient concentration reciprocal action. *Plants*, v. 9, n. 12, p. 1786, 2020.

CIRIELLO, M.; FORMISANO, L.; EL-NAKHEL, C.; CORRADO, G. *et al.* Morpho-physiological responses and secondary metabolites modulation by preharvest factors of three hydroponically grown genovese basil cultivars. **Frontiers in Plant Science**, 12, p. 671026, 2021.

CURREY, C. J.; WALTERS, K. J.; FLAX, N. J. Nutrient solution strength does not interact with the daily light integral to affect hydroponic cilantro, dill, and parsley growth and tissue mineral nutrient concentrations. **Agronomy**, 9, n. 7, p. 389, 2019.

DASGAN, H. Y.; ALDIYAB, A.; ELGUDAYEM, F.; IKIZ, B. *et al.* Effect of biofertilizers on leaf yield, nitrate amount, mineral content and antioxidants of basil (*Ocimum basilicum* L.) in a floating culture. **Scientific Reports**, 12, n. 1, p. 20917, 2022.

DHOLWANI, S. J.; MARWADI, S. G.; PATEL, V. P.; DESAI, V. P. Introduction of hydroponic system and it's methods. **Intl. J. Res. Trends Innovation**, 3, n. 3, p. 69, 2018.

ELHINDI, K.; AL-AMRI, S.; ABDEL-SALAM, E.; AL-SUHAIBANI, N.

Effectiveness of salicylic acid in mitigating salt-induced adverse effects on different physio-biochemical attributes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Plant Nutrition**, 40, n. 6, p. 908-919, 2017.

FALIAGKA, Sofia et al. Effect of NaCl or Macronutrient-Imposed Salinity on Basil Crop Yield and Water Use Efficiency. *Horticulturae*, v. 7, n. 9, p. 296, 2021.

FARAHBAKHSI, M.; SARAI TABRIZI, M.; BABAZADEH, H. Determining basil production functions under simultaneous water, salinity, and nitrogen stresses. **Applied Water Science**, 13, n. 3, p. 68, 2023.

FARSARAEI, S.; MOGHADDAM, M.; PIRBALOUTI, A. G. Changes in growth and essential oil composition of sweet basil in response of salinity stress and superabsorbents application. **Scientia Horticulturae**, 271, p. 109465, 2020.

FERREIRA, P.V. Estatística experimental aplicada às ciências agrárias. Viçosa: Ed. UFV, 2018. 558 p.

GILARDI, G.; GARIBALDI, A.; GULLINO, M. L. Integrated management of downy mildew of basil. **Crop protection**, 137, p. 105202, 2020.

GIURGIU, G. **Research on hydroponic cultivation of some medicinal and aromatic plant species and the influence of the technology on the bioactive substance**. 2016. - , USAMV Cluj-Napoca Cluj-Napoca, Romania.

GOHARI, G.; ALAVI, Z.; ESFANDIARI, E.; PANAHIRAD, S. *et al.* Interaction between hydrogen peroxide and sodium nitroprusside following chemical priming of *Ocimum basilicum* L. against salt stress. **Physiologia plantarum**, 168, n. 2, p. 361-373, 2020.

HENDRICKSON, T.; DUNN, B. L.; GOAD, C.; HU, B. *et al.* Effects of Elevated Water Temperature on Growth of Basil Using Nutrient Film Technique. **HortScience**, 57, n. 8, p. 925-932, 2022.

- HOMA, K.; BARNEY, W. P.; WARD, D. L.; WYENANDT, C. A. *et al.* Morphological characteristics and susceptibility of basil species and cultivars to *Peronospora belbahrii*. **HortScience**, 51, n. 11, p. 1389-1396, 2016.
- HOSSEINI, H.; MOZAFARI, V.; ROOSTA, H. R.; SHIRANI, H. *et al.* Nutrient use in vertical farming: Optimal electrical conductivity of nutrient solution for growth of lettuce and basil in hydroponic cultivation. **Horticulturae**, 7, n. 9, p. 283, 2021.
- HUSSAIN, S.; HUSSAIN, S.; ALI, B.; REN, X. *et al.* Recent progress in understanding salinity tolerance in plants: Story of Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> balance and beyond. **Plant Physiology and Biochemistry**, 160, p. 239-256, 2021.
- JONES JR, J. B. **Hydroponics: a practical guide for the soilless grower**. CRC press, 2016. 1420037706.
- KHAN, S.; PUROHIT, A.; VADSARIA, N. Hydroponics: current and future state of the art in farming. **Journal of Plant Nutrition**, 44, n. 10, p. 1515-1538, 2020.
- KHATER, E.-S.; BAHNASAWY, A.; ABASS, W.; MORSY, O. *et al.* Production of basil (*Ocimum basilicum* L.) under different soilless cultures. **Scientific Reports**, 11, n. 1, p. 1-14, 2021.
- LARSEN, D. H.; WOLTERING, E. J.; NICOLE, C. C.; MARCELIS, L. F. Response of basil growth and morphology to light intensity and spectrum in a vertical farm. **Frontiers in Plant Science**, 11, p. 597906, 2020.
- LEE, J. Y.; RAHMAN, A.; AZAM, H.; KIM, H. S. *et al.* Characterizing nutrient uptake kinetics for efficient crop production during *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* Alef. growth in a closed indoor hydroponic system. **PloSone**, 12, n. 5, p. e0177041, 2017.
- LIMA, M. Produção de mudas de manjericão (*Ocimum basilicum*) sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. 2021.

- MACWAN, J.; PANDYA, D.; PANDYA, H.; MANKAD, D. Review on soilless method of cultivation: hydroponics. **Int J RecentSci Res**, 11, n. 01, p. 37122-37127, 2020.
- MAIA, S. S.; DA SILVA, R. C.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; SILVA, O. M. D. P. *et al.* Responses of basil cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21, p. 44-49, 2017.
- MATŁOK, N.; GORZELANY, J.; STEPIEŃ, A. E.; FIGIEL, A. *et al.* Effect of fertilization in selected phytometric features and contents of bioactive compounds in dry matter of two varieties of Basil (*Ocimum basilicum* L.). **Sustainability**, 11, n. 23, p. 6590, 2019.
- MILENKOVIĆ, L.; STANOJEVIĆ, J.; CVETKOVIĆ, D.; STANOJEVIĆ, L. *et al.* New technology in basil production with high essential oil yield and quality. **Industrial crops and products**, 140, p. 111718, 2019.
- MOHAMMED, S. B.; SOOKOO, R. Nutrient film technique for commercial production. **Agricultural Science Research Journal**, 6, n. 11, p. 269-274, 2016.
- MONTESANO, F. F.; VAN IERSEL, M. W.; BOARI, F.; CANTORE, V. *et al.* Sensor-based irrigation management of soilless basil using a new smart irrigation system: Effects of set-point on plant physiological responses and crop performance. **Agricultural water management**, 203, p. 20-29, 2018.
- MORDALSKI, R.; BUCHWALD, W.; KUCHARSKI, W. A.; ZALIŃSKA, H. *et al.* Impact of mineral fertilization on yield of common basil (*Ocimum basilicum* L.) herb. **Postępy Fitoterapii**, 2018.
- OWEN, W. G.; COCKSON, P.; HENRY, J.; WHIPKER, B. E. *et al.* **Nutritional Monitoring Series: Basil (*Ocimum basilicum*)**. 2018. Disponível em: [https://urbanagnews.com/wp-content/uploads/2018/05/Nutritional-Factsheet\\_Basil.pdf](https://urbanagnews.com/wp-content/uploads/2018/05/Nutritional-Factsheet_Basil.pdf). Acesso em: 03/15/2023.

PENNISI, G.; PISTILLO, A.; ORSINI, F.; CELLINI, A. *et al.* Optimal light intensity for sustainable water and energy use in indoor cultivation of lettuce and basil under red and blue LEDs. **Scientia Horticulturae**, 272, p. 109508, 2020.

PIMENTEL, F. A.; SALA, F. C., 2019, **Caracterização morfológica de acessos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

REN, Xiaowei *et al.* Optimization of the yield, total phenolic content, and antioxidant capacity of basil by controlling the electrical conductivity of the nutrient solution. **Horticulturae**, v. 8, n. 3, p. 216, 2022.

RICHA, A.; TOUIL, S.; FIZIR, M.; MARTINEZ, V. Recent advances and perspectives in the treatment of hydroponic wastewater: a review. **Reviews in Environmental Science and Bio/Technology**, 19, n. 4, p. 945-966, 2020.

RUSU, T.; COWDEN, R. J.; MORARU, P. I.; MAXIM, M. A. *et al.* Overview of multiple applications of basil species and cultivars and the effects of production environmental parameters on yields and secondary metabolites in hydroponic systems. **Sustainability**, 13, n. 20, p. 11332, 2021.

SAHA, S.; MONROE, A.; DAY, M. R. Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under soilless agricultural systems. **Annals of Agricultural Sciences**, 61, n. 2, p. 181-186, 2016.

SAKAMOTO, M.; SUZUKI, T. Effect of nutrient solution concentration on the growth of hydroponic sweetpotato. **Agronomy**, 10, n. 11, p. 1708, 2020.

SAMARAKOON, U.; FYFFE, C.; BALE, J.; LING, P. *et al.*, 2017, **Effect of electrical conductivity on the productivity and nutrient uptake of *Lactuca sativa* L. grown using nutrient film technique (NFT)**. 137-144.

SAMARAKOON, U.; PALMER, J.; LING, P.; ALTLAND, J. Effects of electrical conductivity, pH, and foliar application of calcium chloride on yield and tipburn of *Lactuca sativa* grown using the nutrient–film technique. **HortScience**, 55, n. 8, p. 1265-1271, 2020.

SAMBO, P.; NICOLETTO, C.; GIRO, A.; PII, Y. *et al.* Hydroponic solutions for soilless production systems: issues and opportunities in a smart agriculture perspective. **Frontiers in Plant Science**, 10, p. 923, 2019.

SANTOS, J. F. D.; COELHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOARES, T. M. *et al.* Growth, water consumption and basil production in the hydroponic system under salinity. **Revista Ceres**, 66, p. 45-53, 2019.

SANTOS, S. T. D.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; OLIVEIRA, G.; SÁ, F. V. D. S. *et al.* Photochemical efficiency of basil cultivars fertigated with salinized nutrient solutions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 24, p. 319-324, 2020.

SAVVAS, D.; GRUDA, N. Application of soilless culture technologies in the modern greenhouse industry—A review. **Eur. J. Hortic. Sci**, 83, n. 5, p. 280-293, 2018.

SCAGEL, C. F.; BRYLA, D. R.; LEE, J. Salt exclusion and mycorrhizal symbiosis increase tolerance to NaCl and CaCl<sub>2</sub> salinity in ‘Siam Queen’ basil. **HortScience**, 52, n. 2, p. 278-287, 2017.

SCAGEL, C. F.; LEE, J.; MITCHELL, J. N. Salinity from NaCl changes the nutrient and polyphenolic composition of basil leaves. **Industrial Crops and Products**, 127, p. 119-128, 2019.

SESTILI, P.; ISMAIL, T.; CALCABRINI, C.; GUESCINI, M. *et al.* The potential

effects of *Ocimum basilicum* on health: a review of pharmacological and toxicological studies. **Expert Opinion on Drug Metabolism & Toxicology**, 14, n. 7, p. 679-692, 2018.

SHAHRAJABIAN, M. H.; SUN, W.; CHENG, Q. Chemical components and pharmacological benefits of Basil (*Ocimum basilicum*): A review. **International Journal of Food Properties**, 23, n. 1, p. 1961-1970, 2020.

SHARMA, N.; ACHARYA, S.; KUMAR, K.; SINGH, N. *et al.* Hydroponics as an advanced technique for vegetable production: An overview. **Journal of Soil and Water Conservation**, 17, n. 4, p. 364-371, 2018.

SHIMIZU, G; MARUBAYASHI, R.; GONCALVES, L. (2023). *AgroR: Experimental Statistics and Graphics for Agricultural Sciences*. R package version 1.3.3, <<https://CRAN.R-project.org/package=AgroR>>.

SILVA, T. I.; DA SILVA LEAL, M. P.; LEAL, Y. H.; DIAS, T. J. *et al.* Salinity stress and plant growth regulator in basil: effects on plant and soil. **Dyna**, 88, n. 217, p. 75-83, 2021.

SILVA, W. M. F.; KRINGEL, D. H.; DE SOUZA, E. J. D.; DA ROSA ZAVAREZE, E. *et al.* Basil essential oil: Methods of extraction, chemical composition, biological activities, and food applications. **Food and Bioprocess Technology**, 15, n. 1, p. 1-27, 2022.

SOARES, H. R.; SILVA, Ê. F. D. F.; SILVA, G. F. D.; CRUZ, A. F. D. S. *et al.* Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 24, p. 258-265, 2020.

SOLIS-TOAPANTA, E.; FISHER, P. R.; GÓMEZ, C. Effects of Nutrient Solution Management and Environment on Tomato in Small-scale Hydroponics. **HortTechnologyhortte**, 30, n. 6, p. 697-705, 01 Dec. 2020 2020.

TARCHOUNE, I.; DEGL'INNOCENTI, E.; KADDOUR, R.; GUIDI, L. *et al.* Effects of NaCl or Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. **Acta Physiologiae Plantarum**, 34, p. 607-615, 2012.

WALTERS, K. J.; CURREY, C. J. Hydroponic greenhouse basil production: Comparing systems and cultivars. **HortTechnology**, 25, n. 5, p. 645-650, 2015.

WALTERS, K. J.; CURREY, C. J. Effects of nutrient solution concentration and daily light integral on growth and nutrient concentration of several basil species in hydroponic production. **HortScience**, 53, n. 9, p. 1319-1325, 2018.

YANG, T.; SAMARAKOON, U.; ALTLAND, J.; LING, P. Photosynthesis, Biomass Production, Nutritional Quality, and Flavor-Related Phytochemical Properties of Hydroponic-Grown Arugula (*Eruca sativa* Mill.) 'Standard' under Different Electrical Conductivities of Nutrient Solution. **Agronomy**, 11, n. 7, p. 1340, 2021.