

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**LEONARDO BARBIERI**

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE AGRIÃO (*Nasturtium officinale*) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO**

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

**LEONARDO BARBIERI**

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE AGRIÃO (*Nasturtium officinale*) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO**

**HYDROPONIC CULTIVATION OF WATERCRESS (*Nasturtium officinale*) WITH  
DIFFERENT CONCENTRATIONS OF MAGNESIUM SULFATE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientadora: Profa. Dra. Dalva Paulus.

**DOIS VIZINHOS**

**2022**



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

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**LEONARDO BARBIERI**

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE AGRIÃO (*Nasturtium officinale*) COM  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO**

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

Data de aprovação: 24 de Junho de 2022

---

Adalberto Luiz de Paula  
Doutor em Agronomia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Fabiana Luiza Matielo de Paula  
Doutora em Irrigação e Drenagem  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Dalva Paulus (Orientadora)  
Doutora em Agronomia  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pelas oportunidades e por ajudar a vencer os obstáculos da vida, pela proteção e força a mim concedida para ir em busca dos meus sonhos.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Dalva Paulus, pela sua dedicação e conhecimentos repassados durante o curso e por sua orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

A UTFPR – DV e a todo corpo docente que fizeram parte da minha formação pelos conhecimentos e orientações repassadas no decorrer do curso, que foram fundamentais para minha formação profissional.

Gostaria de agradecer também a minha família e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O agrião (*Nasturtium officinale*) é uma planta herbácea que pertence à família das Brassicaceae, planta bem adaptada a solos úmidos devido as suas raízes aquáticas, característica que proporcionou um bom desenvolvimento da planta em sistema hidropônico. O magnésio é um nutriente importante para produção de clorofila, absorção de fósforo, dentre outros componentes importantes para o desenvolvimento da qualidade nutricional e visual da planta. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de agrião sob diferentes concentrações de sulfato de magnésio em sistema hidropônico, visando melhorar a qualidade visual das plantas. O experimento foi realizado na área experimental de Olericultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no sistema de fluxo laminar de nutrientes (NFT), utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5 com cinco repetições, onde o fator 1: duas espécies de agrião, o agrião da terra (*Barbarea verna*) e agrião d'água (*Rorippa nasturtium-aquaticum L.*) cv. Folha Larga Gigante, fator 2: concentrações de sulfato de magnésio, onde os níveis foram: Dose padrão (0,4g L<sup>-1</sup>), (0,42g L<sup>-1</sup>), (0,44 g L<sup>-1</sup>), (0,46 g L<sup>-1</sup>) e (0,48 g L<sup>-1</sup>) de sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>), da solução proposta por Furlani. As variáveis analisadas foram: índice relativo de clorofila, matéria fresca e seca da parte aérea e das raízes, pH solúvel, sólidos solúveis (°BRIX), umidade e nutrientes do tecido vegetal (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn). Os resultados obtidos mostram que o aumento nas doses de MgSO<sub>4</sub> contribuem para o aumento do teor de clorofila e massa fresca e seca, sendo o melhor resultado observado na dose de (0,48 g L<sup>-1</sup>). O teor de macronutrientes em sua maioria não apresentou diferenças significativas com o aumento das doses. O aumento nas doses de magnésio na solução nutritiva contribui para um melhor desenvolvimento da cultura, melhorando assim a produtividade e a qualidade visual da planta.

Palavras-chave: agrião; magnésio; hidroponia; qualidade visual e nutricional.

## ABSTRACT

The watercress (*Nasturtium officinale*) is a herbaceous plant that belongs to the family of Brassicaceae, a plant well adapted to moist soils due to its aquatic roots, a characteristic that provided a good development of the plant in hydroponic system. Magnesium is an important nutrient for chlorophyll production, phosphorus absorption, among other important components for the development of nutritional and visual quality of the plant. The objective of this work was to evaluate the production of watercress under different concentrations of magnesium sulfate in hydroponic system, aiming to improve the visual quality of plants. The experiment was carried out in the experimental area of Olericulture of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. The experiment was conducted in a protected environment in the nutrient laminar flow system (NFT), using a completely randomized design (IHD), in a 2 x 5 factorial scheme with five replications, where factor 1: two species of watercress, land watercress (*Barbarea verna*) and watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum* L.) cv. Giant Broad Leaf, factor 2: magnesium sulfate concentrations, where the levels were: Standard dose ( $0.4\text{g L}^{-1}$ ), ( $0.42\text{g L}^{-1}$ ), ( $0.44\text{g L}^{-1}$ ), ( $0.46\text{g L}^{-1}$ ) and ( $0.48\text{g L}^{-1}$ ) magnesium sulfate ( $\text{MgSO}_4$ ), of the solution proposed by Furlani. The variables analyzed were: relative chlorophyll index, fresh and dry matter of shoots and roots, soluble pH, soluble solids ( $^{\circ}\text{BRIX}$ ), moisture and nutrients of plant tissue (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn and Zn). The results obtained show that the increase in  $\text{mgso}_4$  doses contribute to the increase of chlorophyll content and fresh and dry mass, being the best result observed at the dose of ( $0.48\text{g L}^{-1}$ ). The macronutrient content mostly did not show significant differences with the increase in doses. The increase in magnesium doses in the nutrient solution contributes to a better development of the crop, thus improving the productivity and visual quality of the plant.

Keywords: watercress; magnesium; hydroponics; visual and nutritional quality.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Descrição da espécie e importância econômica .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Sistema de cultivo .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Solução nutritiva .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Função do magnésio nas plantas .....</b>	<b>14</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Local e característica da área experimental .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Condução do experimento .....</b>	<b>16</b>
3.2.1 Bancadas de produção.....	17
3.2.2 Monitoramento do pH e condutividade elétrica (C.E) da solução nutritiva .....	17
<b>4 VARIÁVEIS ANALISADAS.....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Índice relativo de clorofila .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Produção de matéria verde e seca do agrião .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Determinação do pH solúvel .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4 Sólidos Solúveis Totais (°BRIX).....</b>	<b>19</b>
<b>4.5 Teor de umidade.....</b>	<b>19</b>
<b>4.6 Teor de nutrientes dos tecidos .....</b>	<b>20</b>
<b>4.7 Análise estatística .....</b>	<b>20</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>21</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Originário da Europa, o agrião *Nasturtium officinale* é uma planta herbácea pertencente à da família Brassicaceae, amplamente utilizado na alimentação humana. Apresenta um sabor levemente picante e característico, sendo assim uma planta de ótimas características nutricionais (BOLIGON *et al.*, 2008).

Assim o agrião se destaca como fitoterápico e nutracêutico, apresentando flavonóides, analitos glucosinolatos, esteroides, fenilpropanóides, tornando-a assim uma espécie com propriedades medicinais (BOLIGON *et al.*, 2008).

O agrião também é uma planta rica em vitaminas A, C, minerais como enxofre, ferro e potássio. Possuindo propriedades medicinais como expectorante, ajudando na remoção de impurezas do ar inalado. Ajuda no combate da doença que ataca os tecidos conjuntivos do corpo como, nervos, gengivas e tendões, doença essa chamada de escorbuto, isso devido à falta de vitamina C no organismo humano (CAREZIA, 2017).

Além de ser uma planta rica em vitaminas A e C, o agrião também possui substâncias que inibem e são preventivas ao câncer. Tornando assim o agrião uma planta com ótimas propriedades medicinais, por conter substâncias que previnem e inibem doenças (CAREZIA, 2017).

É uma planta de baixo teor calórico, sendo rica em ferro, cálcio e zinco, auxiliando no fortalecimento do sistema imunológico e na produção de glóbulos vermelhos. É uma olerícula bastante utilizada na culinária em saladas, ensopados, refogados e em sucos misturados com outras frutas (SOUZA, 2019).

O cultivo de hortaliças no sistema hidropônico, está cada vez mais sendo utilizado por agricultores devido ao fato do sistema ser cultivado em ambientes protegidos, que conferem às plantas uma maior proteção contra as intempéries do tempo, como temperaturas altas e geadas recorrentes em algumas regiões do país. Nesse sistema as plantas também recebem quantidades de nutrientes de forma adequada, conforme as exigências das plantas, fatores que conferem uma produção de hortaliças com um ciclo menor, melhor qualidade e sendo possível assim produzir o ano todo.

No atual cenário de produção de hortaliças, os produtores vêm buscando outras alternativas de culturas no sistema de produção, uma delas é o cultivo de agrião, que tem sido bem aceito pelo mercado consumidor devido as qualidades



nutricionais. Porém, no cultivo do agrião nesse sistema, tem-se observado e relatado por agricultores o amarelecimento das folhas, ou seja, cloroses entre as nervuras das folhas mais velhas do agrião, sintoma esse que está relacionado a deficiência de magnésio.

O magnésio possui um papel fundamental no metabolismo das plantas, compondo as moléculas de clorofila, atuando na respiração celular e promovendo o carreamento de nutrientes importantes para as plantas, como o fósforo (BARROSO, 2013). Dessa forma, a deficiência desse nutriente implica diretamente na qualidade nutricional e visual da planta, assim expressando em sintomas foliares como o amarelecimento.

Sendo o magnésio um elemento de grande importância para todos os tipos de cultivo, a sua deficiência nas plantas impacta diretamente na produtividade. Assim, o magnésio é um dos macronutrientes mais importantes no metabolismo das plantas, podendo chegar até 3% da matéria seca (NETO *et al.*, 2015).

Diferentemente do cultivo no solo, na hidroponia os nutrientes são disponibilizados as plantas em soluções nutritivas, onde os nutrientes são dissolvidos em água, assim pode-se ter um controle sobre a quantidade ideal de nutrientes exigidas para cada cultura (NETO; BARRETO, 2011). Porém em algumas culturas como a do agrião, ainda não se tem concentrações definidas do nutriente magnésio, por isso no seu cultivo em sistema hidropônico tem-se observado os sintomas da deficiência desse macronutriente importante para as plantas.

Por tanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção do agrião sobre diferentes concentrações de sulfato de magnésio, para se estabelecer a concentração ideal do nutriente para a produção do agrião, visando melhorar a qualidade visual e nutricional dessa hortaliça.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Descrição da espécie e importância econômica

O agrião (*Nasturtium officinale*) é uma planta herbácea originária da Europa, pertencente à família Brassicaceae. É uma planta perene, podendo atingir até 80 cm de altura, com folhas de coloração verde-escura, apresentando caule tenro e oco (VAZ; JORGE, 2006).

Uma das cultivares mais produzidas pelos olericultores é o agrião d' água (*Rorippa nasturtium aquaticum* L.) cv. Folha Larga Gigante (Fotografia 1) adaptabilidade ao cultivo hidropônico devido as suas raízes serem adaptadas a ambientes aquáticos (BRASS *et al.*, 2008). A cultivar “ Folha Larga Gigante ” apresenta uma boa capacidade de perfilhamento, possui folhas elípticas, vigorosas e macias apresentando assim um bom aspecto visual de suas folhas (BRASS *et al.*, 2008).



Fonte: Aatoria própria (2022)

Já o agrião da terra (*Barbarea verna*) (Fotografia 2) possui suas folhas mais arredondadas, verde-escuras, macias e picantes. Sua estatura varia de 8-15 cm, apresenta um ciclo de 60 dias no verão e 80 dias no inverno, podendo ser cultivada o ano todo, tendo uma melhor adaptação em temperaturas mais amenas (IMPORTADORA DE SEMENTES PARA LAVOURA - ISLA, 2020).

**Fotografia 2 – Agrião d' terra**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

A cultura do agrião por ser encontrada com muita frequência em lodos e banhados, tem uma certa desconfiança quanto a sua origem por parte do mercado consumidor, devido ao receio da contaminação das plantas por certos patógenos, por isso o seu cultivo em sistema hidropônico garante uma melhor qualidade de produção na questão sanitária não oferecendo riscos à saúde do consumidor (MORAIS *et al.*, 2006).

Dados do senso Agropecuário de 2006, indicavam um total de 4.850 estabelecimentos rurais produtores de agrião, com um total de 99.963 toneladas produzidas. Os maiores produtores de agrião no Brasil são os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. O estado do Paraná apresentava uma produtividade de 1.828 toneladas de agrião (IBGE, 2006).

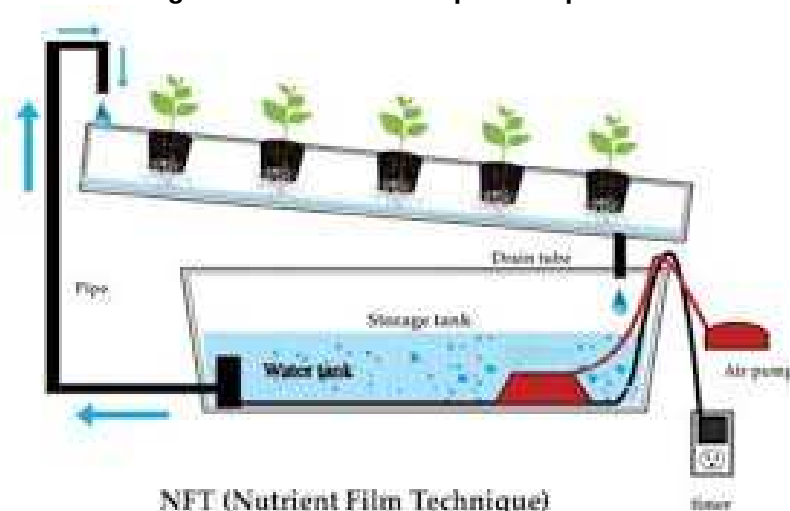
## 2.2 Sistema de cultivo

A hidroponia é uma técnica de cultivo que vem crescendo no Brasil, pois o sistema hidropônico traz vários benefícios para o produtor quando comparado ao cultivo convencional, onde proporciona uma melhor qualidade sanitária das plantas, crescimento mais rápido, maior produtividade e podendo cultivar culturas fora de época, além de se ter uma economia de até 70% no consumo de água em relação ao cultivo convencional (OLIVEIRA; SILVA; SILVA, 2014).

No sistema de cultivo hidropônico existem diversas técnicas de sistemas de produção. Segundo Gomes (2015), os sistemas de produção são classificados em NFT (técnica de fluxo laminar de nutrientes), leito flutuante, gotejamento, sistema pávio, aeropônico e sub-irrigação.

Dentro da hidroponia o sistema de produção mais utilizado para o cultivo de folhosas é o NFT, sendo que nesse sistema de cultivo a solução nutritiva circula com intermitência, que é definida por um temporizador, em perfis hidropônicos onde as raízes das plantas entram em contato parcial com a solução, permitindo assim a respiração normal das raízes, o qual é classificado como um sistema fechado pois se reutiliza continuamente a solução nutritiva (NETO; BARRETO, 2011), (Figura 1).

**Figura 1 – Sistema hidropônico tipo NFT**



Fonte: (SOUZA, 2019)

Sistema desenvolvido por Allen Cooper no ano de 1965, tendo como denominação original “Nutrient Film Technique” (NFT), sendo muito utilizada na produção comercial em que não se utiliza substratos, com bancada que geralmente

fica suspensa a 1,0 m de altura com aproximadamente 2% de inclinação, para que a solução nutritiva retorne por gravidade ao reservatório (COMETTI, 2003).

### **2.3 Solução nutritiva**

Um dos requisitos para se obter sucesso no cultivo sistema hidropônico é a utilização de solução nutritiva adequada para cada espécie, pois a formulação da mesma deve ser adequada de acordo com as exigências nutricionais de cada espécie (SCHIMIDT *et al.*, 2001).

A condutividade elétrica da solução nutritiva é um fator a ser levado em consideração, pois ela é responsável por determinar a qualidade da solução (COSTA *et al.*, 2001). Assim, a condutividade elétrica influencia na absorção de nutrientes e água, os quais causam alterações fisiológicas nas plantas, como na redução da área foliar, abertura dos estômatos, reduzindo assim a taxa fotossintética da planta e a perda de produtividade (COSTA *et al.*, 2001).

Para determinar a quantidade de nutrientes da solução nutritiva, utiliza-se uma forma indireta, que é realizada medindo a condutividade elétrica da solução. Como a grande parte dos elementos que compõem a solução são elementos metálicos, permite avaliar a capacidade da solução em conduzir corrente elétrica, assim, quanto maior a concentração de nutrientes na solução maior será a capacidade de condução de corrente elétrica (JUNIOR *et al.*, 2008).

Para o cultivo de hortaliças, existem diversas formulações de solução nutritiva, onde a maioria dessas soluções foram criadas por Hoagland e Arno (1950), podendo-se encontrar soluções nutritivas para espécies como o a alface, rúcula, agrião dentre várias outras desenvolvidas por Furlani (1999), por Castellane e Araújo (1995).

Para um bom desenvolvimento das plantas, a solução nutritiva deve conter todos os nutrientes e em concentrações ideais para cada espécie, para ter um bom desenvolvimento de cada cultura, tendo assim cada cultura uma exigência nutricional específica que deve ser levada em consideração na formulação da solução nutritiva (MELLO; CAMPAGNOL, 2016).

## 2.4 Função do magnésio nas plantas

O magnésio é um macronutriente secundário, sendo um cátion bivalente que é absorvido pelas raízes das plantas na forma  $Mg^{2+}$ . Assim como na absorção do  $H^+$  pelas plantas, que é afetada pelo pH baixo do solo, a quantidade de magnésio absorvida pelas plantas da solução nutritiva pode sofrer influência de outros nutrientes como o  $Mn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$  e  $K^+$  (BARROSO, 2013). Por isso é de extrema importância utilizar as soluções nutritivas com as formulações adequadas de nutrientes.

Segundo Barroso (2013), o magnésio é um nutriente responsável por realizar a ativação de várias enzimas nas plantas, principalmente as enzimas fosforiladas, formando pontes entre trifosfato de adenosina (ATP) ou difosfato de adenosina (ADP) e as moléculas enzimáticas, processo esse de transferência de energia entre estes dois complexos, fundamental para a planta realizar a síntese de compostos orgânicos, fotossíntese, respiração e absorção iônica.

O magnésio é um macronutriente de grande importância para as plantas, pois é responsável pela ativação de enzimas que faz parte da síntese de RNA, DNA e também na respiração e fotossíntese. Deste modo, faz do magnésio um macronutriente essencial para produção de clorofila. O sintoma da deficiência desse nutriente se dá primeiramente no limbo foliar das folhas mais velhas da planta devido à alta mobilidade do nutriente na planta (COELHO *et al.*, 2012).

A deficiência de magnésio nas plantas causa sintomas como cloroses entre as nervuras das folhas, afetando primeiramente as folhas mais velhas devido a mobilidade alta desse cátion. Se a planta ficar muito tempo com a falta desse nutriente as folhas podem ficar brancas ou amarelas, outro sintoma que pode ocorrer é a senescência e abscisão prematura das folhas (TAIZ; MOLLER; MURPHY, 2017).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e característica da área experimental

O experimento foi conduzido no setor de Olericultura em ambiente protegido tipo arco, coberto com tela vermelha de sombreamento 50% localizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, na região Sudoeste do Paraná, localizada a 25° 42' 52" latitude Sul e longitude de 53° 03' 94" W-GR a uma altitude de 530 m. De acordo com a classificação de Koppen o clima da região é Cfa (subtropical úmido), não apresentando estação seca definida e com verão úmido (ALVARES *et al.*, 2013).

**Fotografia 3 - Cultivo hidropônico de agrião em ambiente protegido.**



Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.2 Condução do experimento

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5. O fator 1 refere-se a duas espécies de agrião, o agrião da terra (*Barbarea verna*) e agrião d'água (*Rorippa nasturtium-aquaticum* L.) cv. Folha Larga Gigante e, o fator 2, diferentes doses de sulfato de magnésio: Dose padrão (0,40 g L<sup>-1</sup>), (0,42 g L<sup>-1</sup>), (0,44 g L<sup>-1</sup>), (0,46 g L<sup>-1</sup>) e (0,48 g L<sup>-1</sup>) de sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>), que caracterizam aumento de 5 a 20% da solução original proposta por Furlani (1999) para hortaliças folhosas. Durante a condução do experimento utilizou-se uma solução nutritiva adaptada de Furlani *et al* (1999), onde a partir da solução original realizou-se o aumento em porcentagens nas doses de sulfato de magnésio da solução nutritiva (Tabela 1).

**Tabela 1 – Solução nutritiva padrão**

SAIS	g/450 L
Nitrato de cálcio	337,5
Nitrato de potássio	225
MAP	67,5
Sulfato de magnésio	180
Micronutrientes (CONMICROS STANDARD®) (B 1,82%, Cu EDTA 1,82%, Fe EDTA 7,26%, Mn EDTA 1,82%, Mo 0,36%, Na 0,335% e Zn EDTA 0,73%)	11,25

**Fonte: Adaptado de Furlani 1999.**

As mudas utilizadas no experimento foram produzidas no berçário de produção de mudas do setor. As sementes foram semeadas no dia 26 de abril de 2021 em bandejas de espuma fenólica com 250 alvéolos cada, onde utilizou-se 10 sementes por alvéolo. Após a semeadura das sementes, as bandejas foram alocadas no berçário, com o acionamento da solução nutritiva padrão durante 15 minutos, com intervalo de 30 minutos a cada acionamento.

O transplante das mudas para o sistema de produção foi realizado aos 28 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas apresentavam em média 6 folhas, com uma média de 8 plantas por alvéolo. A colheita das plantas para realizar as análises, foi realizada aos 32 dias após o transplante (DAT).



### 3.2.1 Bancadas de produção

As bancadas de produção eram compostas por oito perfis hidropônicos cada, de 6 metros de comprimentos, com declividade de 2%, onde a solução nutritiva foi armazenada em reservatórios de polietileno de 500 litros, sendo no total 5 reservatórios um para cada bancada de produção. A solução nutritiva foi succionada até os perfis através de uma motobomba de 45 watts (marca Atman®), onde a solução nutritiva foi distribuída para os perfis, em seguida retornando para os reservatórios, onde as motobombas foram acionadas por temporizadores a cada 15 minutos. O espaçamento entre as plantas foi de 20 cm e 30 cm entre fileiras, com diâmetros de furo dos perfis de 4cm e profundidade do perfil de 6cm.

### 3.2.2 Monitoramento do pH e condutividade elétrica (C.E) da solução nutritiva

O volume da água dos reservatórios foi completado periodicamente, quando o nível baixava, sempre mantendo em 450 L. O pH foi monitorado com o pHmetro marca (GEHAKA®), modelo PG 1400), (Fotografia 4) a cada dois dias mantendo o pH na faixa de 5,5 a 6,5. A condutividade elétrica assim como o pH também foi monitorada a cada dois dias, com o auxílio de um condutivímetro portátil marca (GEHAKA®), modelo CG 1400), (Fotografia 4) onde foi mantida entre 2,0 a 2,5 mS.cm<sup>-1</sup>

**Fotografia 4 – Condutivímetro a (esquerda) e pHmetro à (direita) utilizados para o monitoramento da condutividade elétrica e pH da solução nutritiva.**



Fonte: Autoria própria (2022)

## 4 VARIÁVEIS ANALISADAS

### 4.1 Índice relativo de clorofila

Para a análise de clorofila, foi determinado o índice relativo de clorofila com o auxílio do clorofilômetro portátil clorofilog (Falker®) (Fotografia 5), equipamento este que utiliza princípios ópticos para a leitura da clorofila, onde se baseia pela reflexão e absorção de luz emitida pelas folhas. A análise foi realizada em 6 plantas por tratamento, 3 repetições por cultivar, realizando 2 leituras por planta, uma nas folhas basais mais desenvolvidas e outra próxima do ápice em folhas mais novas.

**Fotografia 5 – Leitura de clorofila das plantas de agrião**



**Fonte: Autoria própria (2022)**

### 4.2 Produção de matéria verde e seca do agrião

Foram analisadas a massa verde e seca da parte aérea e das raízes aos 32 dias após o transplante, no momento da colheita, colhendo seis plantas aleatoriamente de cada tratamento, separando-se logo após a colheita a parte aérea das raízes. Os materiais foram devidamente identificados, pesando-se a massa verde em balança de precisão. Para massa seca as plantas foram desidratadas em estufa de circulação de ar forçado, a uma temperatura de 65° C, até atingir a massa constante.

### 4.3 Determinação do pH solúvel

O pH do agrião foi determinado utilizando o equipamento pHmetro da marca (GEHAKA®), modelo PG 1400) previamente calibrado. Onde realizou-se a trituração de 10g das folhas e caules do agrião, juntamente com 100 ml de água destilada, conforme os métodos químicos e físicos do Instituto Adolfo Lutz (1985), realizando assim a leitura e obtendo-se os valores do pH. Realizando 3 repetições para cada tratamento.

### 4.4 Sólidos Solúveis Totais (°BRIX)

O teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °BRIX, foi determinado através da leitura direta do extrato das folhas do agrião, onde foi obtido através da maceração das folhas com o auxílio de almofariz e pistilo. Em seguida realizando a leitura em 3 repetições para cada tratamento com o auxílio do Refratômetro Digital de Escala Brix 0-85% da Marca HANNA.

### 4.5 Teor de umidade

Para determinação da umidade do agrião utilizou-se o método por perda de água descrita por SOUZA (2019), onde a análise foi realizada utilizando a parte aérea das plantas coletadas no momento da colheita aos 32 DAT, realizando 6 repetições por tratamento. Primeiramente separou-se a parte aérea das raízes, em seguida pesado em balança analítica com precisão de 0,001g obtendo-se assim a massa fresca da parte aérea (MFPA). Posteriormente as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e devidamente identificados, colocando-os logo após em estufa de circulação de ar forçado a uma temperatura de 65°C até atingir a massa constante, para a obtenção da massa seca da parte aérea (MSPA).

Com os valores da (MFPA) e da (MSPA) determinou-se a umidade do agrião com a fórmula 1:

$$U(\%) = \left( \left[ \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \right] \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

U – Teor de umidade (%)

MFPA – Massa fresca da parte aérea (g Planta<sup>-1</sup>)

MSPA - Massa seca da parte aérea (g Planta<sup>-1</sup>)

#### **4.6 Teor de nutrientes dos tecidos**

As amostras para análise de nutrientes foram coletadas no final do cultivo, no momento da colheita das plantas, onde utilizou-se três repetições da parte aérea de cada cultivar. Os materiais foram desidratados, moídos, identificados e enviados ao Laboratório de Tecido Vegetal ESALQ/USP para determinar a quantidade em  $\text{g kg}^{-1}$  de macronutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, e  $\text{mg kg}^{-1}$  de micronutrientes como B, Cu, Fe, Mn e Zn.

#### **4.7 Análise estatística**

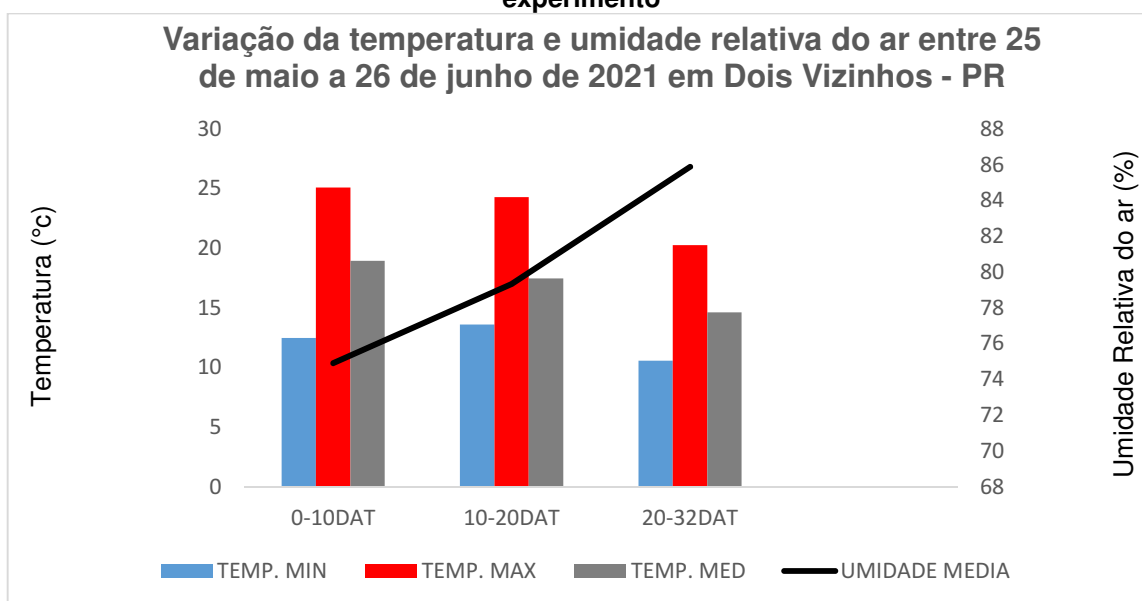
Primeiramente os dados foram submetidos a análise de variância com teste F ( $p < 0,05$ ) para verificar a interação entre as cultivares e doses. Após a análise de variância, as médias quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Quando significativo o efeito das doses foi aplicado análise de regressão polinomial, utilizando-se o programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUÇÕES

A temperatura média durante a condução do experimento foi de 16,9°C, ficando dentro do ideal exigido pela cultura (Gráfico 1). A temperatura máxima foi de 30,1°C e mínima de 3,83°C. A média da umidade relativa do ar (UR) durante o cultivo ficou em 80%.

O agrião é uma cultura que se desenvolve bem em temperaturas mais amenas, sendo ideal temperaturas entre 16 a 20°C. Sendo possível cultivar o ano todo em regiões de clima mais ameno. Em regiões com temperaturas mais altas a época ideal para seu desenvolvimento é entre os meses de abril e junho, pois em temperaturas acima de 25°C a planta reduz o seu ciclo (MAKISHIMA, 2009).

**Gráfico 1 – Representação da temperatura e umidade média durante a condução do experimento**



**Fonte: INMET e Grupo de estudos em Bacias Hidrográficas (UTFPR – DV) 2022.**

Os resultados das médias do pH e CE ficaram dentro do percentual exigido pela maioria das plantas, onde o pH fica entre 5,5 a 6,5 e a condutividade elétrica (C.E) entre 2,0 e 2,5 mS.cm<sup>-1</sup> (Tabela 2) (FAQUIN; FURLAN, 1996).

**Tabela 2 – Médias do pH, condutividade elétrica (C.E) e temperatura das soluções nutritivas avaliadas durante do cultivo do agrião em hidroponia.**

Doses de sulfato de magnésio	pH	CE	Temperatura
T1 - (0,40g L <sup>-1</sup> )	6.3	2.01	19.8
T2 - (0,42g L <sup>-1</sup> )	6.2	2.07	19.34
T3 - (0.44 g L <sup>-1</sup> )	6.38	2.26	19.24
T4 - (0.46 g L <sup>-1</sup> )	6.37	2.06	19.25
T5 - (0,48 g L <sup>-1</sup> )	6.34	2.09	19.24

Fonte: Autoria própria (2022)

O pH das soluções nutritivas é um importante fator e deve ser controlado para o bom desenvolvimento das plantas. Pois o pH pode causar efeitos diretos e indiretos sobre as plantas, onde o efeito direto é resultante da ação de íons de H<sup>+</sup> ou OH<sup>-</sup> sobre as células das raízes das plantas, pois em valores inferiores a 4,0 ocorre uma elevação na concentração hidrogeniônica, reduzindo o crescimento das raízes e afetando a permeabilidade das raízes, ocasionado perda de nutrientes (NOGUEIRA *et al.*, 2011).

A interação entre cultivar e doses não foi significativa para a análise de clorofila realizada no momento da colheita aos 32 DAT. Avaliando as cultivares em diferentes doses de sulfato de magnésio, nota-se que o melhor índice de clorofila (45,24) obtido foi na cultivar d' água (Tabela 3). Valor inferior encontrado para a cultivar d' terra, o que indica que com o aumento nas doses de sulfato de magnésio, a cultivar de agrião d' água resultou em 19,72% a mais no índice relativo de clorofila em relação a cultivar d' terra.

**Tabela 3 – Índice relativo de clorofila de agrião cultivado em sistema hidropônico**

Cultivar	Índice Relativo de Clorofila
Cv. da Água	45,24 a
Cv. da Terra	36,32 b
Média Geral	40,78
CV (%)	12,40

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. Fonte: Autoria própria (2022).

O magnésio (Mg) é um macronutriente secundário, sendo classificado como um elemento catiônico, e sua absorção nas plantas se dá na forma de Mg<sup>+2</sup>. A maior concentração de Mg está situada nas folhas, atuando na composição da molécula de clorofila. As clorofilas são formadas por porfirinas magnesianas, onde o magnésio

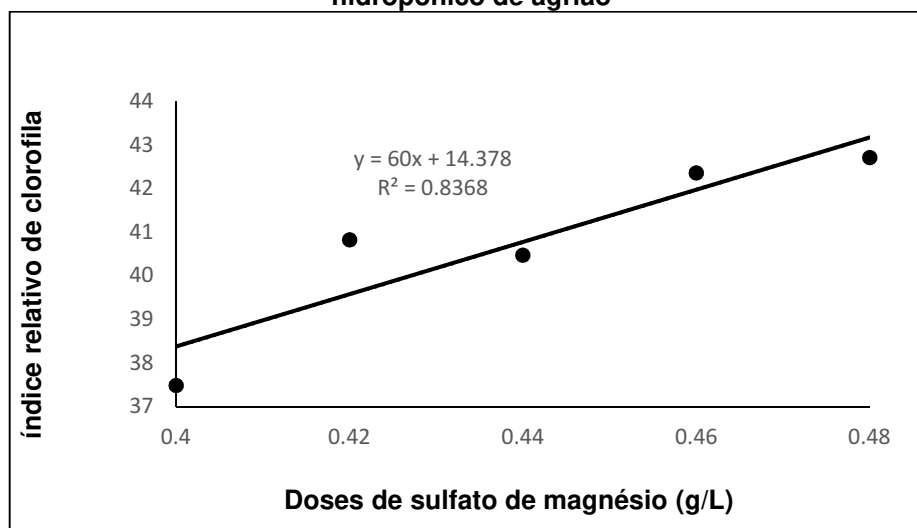
corresponde por 2,7% do peso molecular das clorofilas e 10% do Mg total presente nas folhas. De forma geral, a sua deficiência resulta em desequilíbrio fotossintético e respiratório (MALAVOLTA, 2006).

O índice relativo de clorofila é o principal fator utilizado na avaliação do teor de clorofila presente nas folhas das plantas, sendo um dos principais fatores levados em consideração para a avaliação nutricional das plantas, principalmente a correlação ao nitrogênio. A produção de clorofila nas plantas é dependente de três fatores, nutricional, luminosidade e genético (FLOSS, 2011).

Para o índice relativo de clorofila verificou-se diferença significativa entre as doses, apresentando uma equação linear (Gráfico 2). O maior índice relativo de clorofila 42,72 foi observado na dose de 0,48 (g/L) de sulfato de magnésio, indicando que possivelmente o aumento na concentração das doses de sulfato de magnésio influenciou para o aumento na síntese de clorofila nas plantas.

Valores semelhantes foram encontrados por Hirata e Hirata (2015) avaliando o desempenho produtivo do agrião d' água sob telas de sombreamento, onde encontrou valores médios para o índice de clorofila de 44,9 e 42,2 no primeiro e segundo cultivo, respectivamente.

**Gráfico 2 – Índice relativo de clorofila em função de doses de sulfato de magnésio em cultivo hidropônico de agrião**



Fonte: A autoria própria (2022)

Para a análise de massa fresca e seca do agrião, houve interação entre cultivar e doses, indicando assim que as cultivares apresentaram médias diferentes comparadas entre si, em relação ao aumento das doses de sulfato de magnésio (Fotografia 6).

**Fotografia 6 – Cultivo de agrião Cv. d' água e Cv. d' terra em hidroponia**



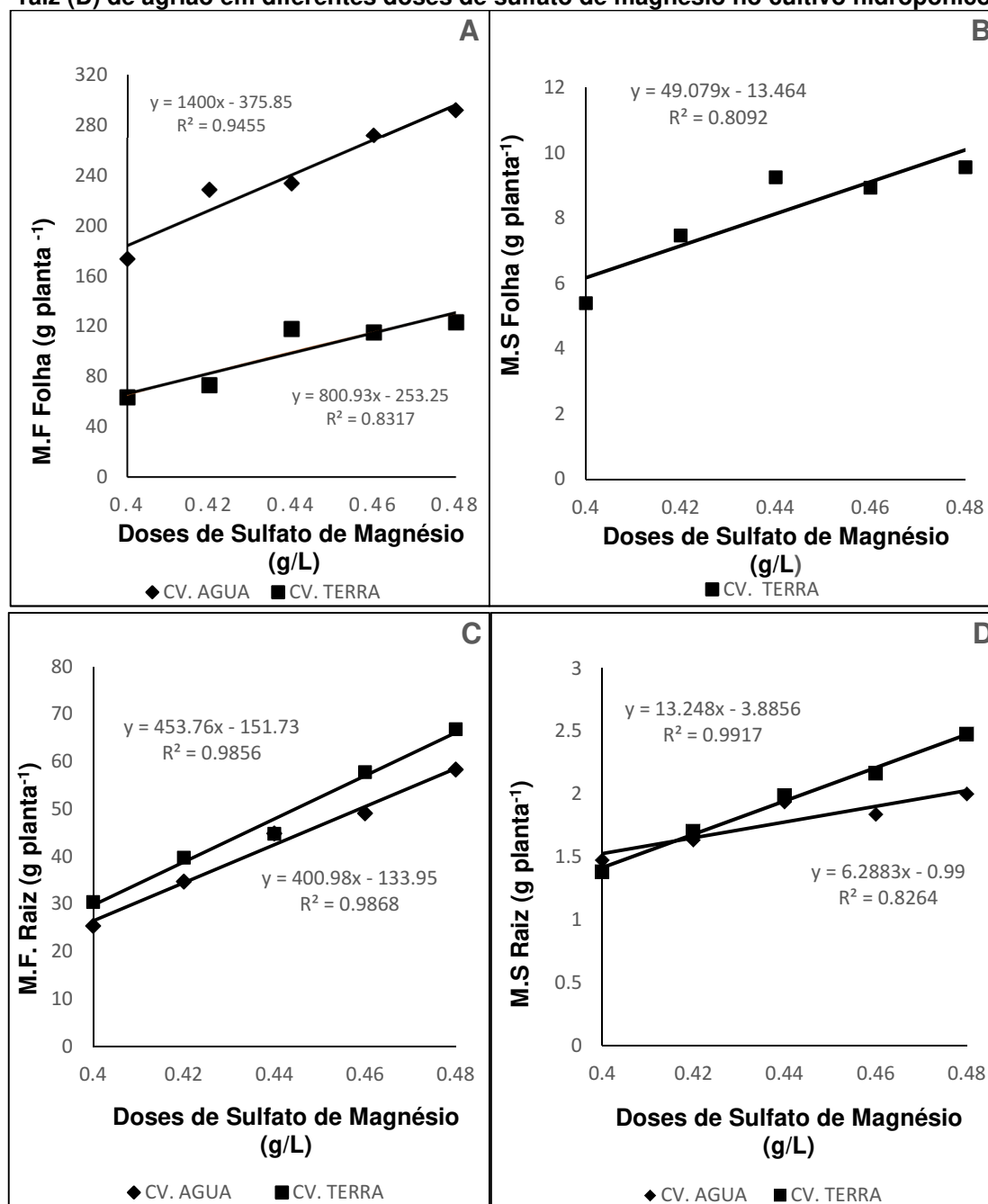
**Fonte: Autorial própria (2021)**

O aumento nas doses de sulfato de magnésio influenciou de forma significativa o aumento na produção de massa fresca e seca das folhas e raízes do agrião. Para a cultivar agrião d' água obteve-se equação linear para massas fresca das folhas e raiz e massa seca das raízes, onde os maiores valores obtidos 292,17 (g planta<sup>-1</sup>), 58,29 (g planta<sup>-1</sup>), 2,0 (g planta<sup>-1</sup>) respectivamente, foram obtidos na dose de 0,48 (g/L) de sulfato de magnésio. A massa seca das folhas do agrião cultivar d' água não apresentou diferenças significativas entre as doses avaliadas.

Para a cultivar d' terra obteve-se equação linear para as variáveis massa fresca e seca das folhas e raízes, apresentando assim diferenças significativas entre os tratamentos, onde observa-se que houve incremento na produção de massa fresca e seca de acordo com o aumento nas doses de sulfato de magnésio, obtendo-se assim maiores valores na dose de 0,48 (g/L). Sendo os maiores valores obtidos para massa fresca e seca das folhas e massa fresca e seca das raízes, 123,56 (g planta<sup>-1</sup>), 9,57 (g planta<sup>-1</sup>), 66,81 (g planta<sup>-1</sup>), 2,47 (g planta<sup>-1</sup>) respectivamente (Gráfico 3).



**Gráfico 3 – Massa fresca folha (A); massa seca folha (B); massa fresca raiz (C) e massa seca raiz (D) de agrião em diferentes doses de sulfato de magnésio no cultivo hidropônico**



Fonte: Autoria própria (2022)

Silva *et al* (2017) avaliando o cultivo de agrião em diferentes usos de água salobra em sistema hidropônico NFT, encontrou valores inferiores para a variável massa fresca da parte aérea, onde na cultivar agrião AF - 238 a média encontrada foi de 75 g planta<sup>-1</sup> colhida aos 51 dias de cultivo.

Brass *et al* (2008) avaliando o cultivo hidropônico de agrião d' água em Garça – SP, encontrou valores semelhantes para o massa fresca da raiz, onde a média encontrada foi de 36,9 g planta<sup>-1</sup> com a colheita realizada aos 15 DAT. Esses

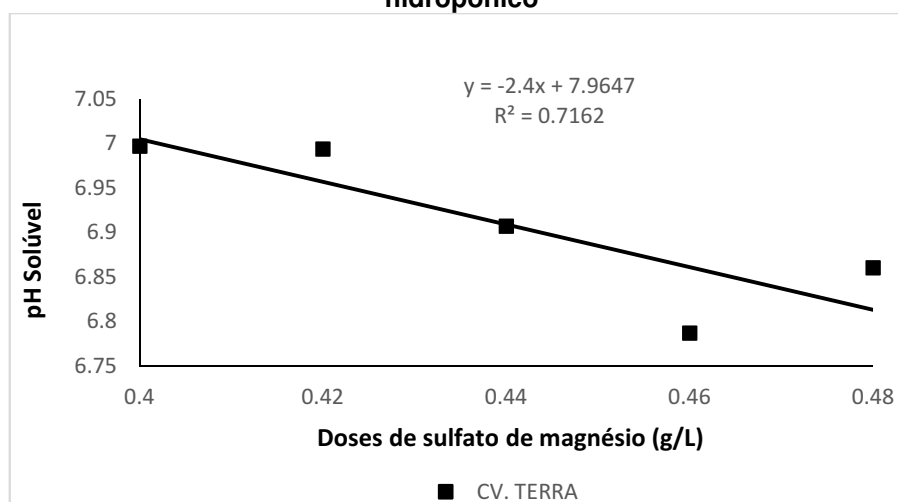
resultados mostram que a cultivar de agrião d' água utilizada neste experimento teve maior produção de massa fresca, possivelmente devido as características da cultivar e local de cultivo.

O Mg é um nutriente de grande importância para as plantas, pois é responsável pela ativação de várias enzimas, e por ser cofator de praticamente todas as enzimas fosforiladas, atua formando pontes entre difosfato de adenosina (ADP) ou pirofosfato do trifosfato de adenosina (ATP) entre as moléculas de enzimas. Pois a transferência de energia que ocorre entre esses processos é fundamental para a respiração e fotossíntese nas plantas (BARROSO, 2013).

Por esses fatores, o aumento do magnésio contribui para o aumento da respiração e fotossíntese nas plantas, conseqüentemente contribuindo para o aumento da produção de biomassa nas plantas.

Para variável analisada pH solúvel, a cultivar d' água não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. Diferentemente da cultivar d' terra, onde houve interação entre a cultivar e as doses, porém com o aumento nas doses de sulfato de magnésio, não houve incremento no pH solúvel e sim um decréscimo nos valores conforme o aumento das doses, obtendo-se assim o maior valor de pH (6,99) na dose padrão (Gráfico 4).

**Gráfico 4 – pH dos extratos de agrião em diferentes doses de sulfato de magnésio em cultivo hidropônico**



Fonte: Autoria própria (2022)

Araujo (2019) avaliando as características físico químicas e capacidade antioxidante de agrião da terra entre os estádios microgreen, baby leaf e adulto, cultivado em sistema hidropônico, encontrou resultado semelhantes de pH, onde nos

estádios baby leaf e adulto os resultados encontrados foram 6,17 e 6,16 respectivamente.

O pH dos alimentos é um dos fatores que conferem a qualidade e a conservação em pós colheita. Os valores de pH dos alimentos são divididos em três grupos distintos, onde são classificados em baixa acidez com pH acima de 4,5, ácidos com pH entre 4,0 e 4,5 e muito ácidos com pH abaixo de 4,0 (BROCK; MADIGAN, 2012).

Alimentos de baixa acidez, com valores de pH > 4,5 ficam mais sujeitos a proliferação microbiana, tanto organismos patogênicos quanto deteriorantes. A maioria dos vegetais possuem pH 4,2 a 7,3 (BROCK; MADIGAN, 2012).

Sendo assim os valores de pH encontrados no presente experimento, ficaram dentro da faixa de pH encontrados na maioria dos vegetais, deste modo observa-se que o aumento nas doses de MgSO<sub>4</sub>, contribui para uma melhor conservação em pós-colheita, sendo assim uma diferença não tão grande a ponto de interferir na acidez da planta, pois no menor valor observado 6,78 na dose 0,46 (g/L), ainda fica classificado como uma planta de baixa acidez.

Para a avaliação de sólidos solúveis (°Brix), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para as cultivares avaliadas, desta forma o aumento nas doses de MgSO<sub>4</sub> não influenciaram para o aumento nos teores de sólidos solúveis na cultura do agrião.

O teor de matéria seca e de umidade é o primeiro passo na determinação da qualidade bromatológica de qualquer alimento, pois são análises de grande importância, e a qualidade e conservação do material pode estar ligado diretamente com o teor de umidade (FORTES, 2011).

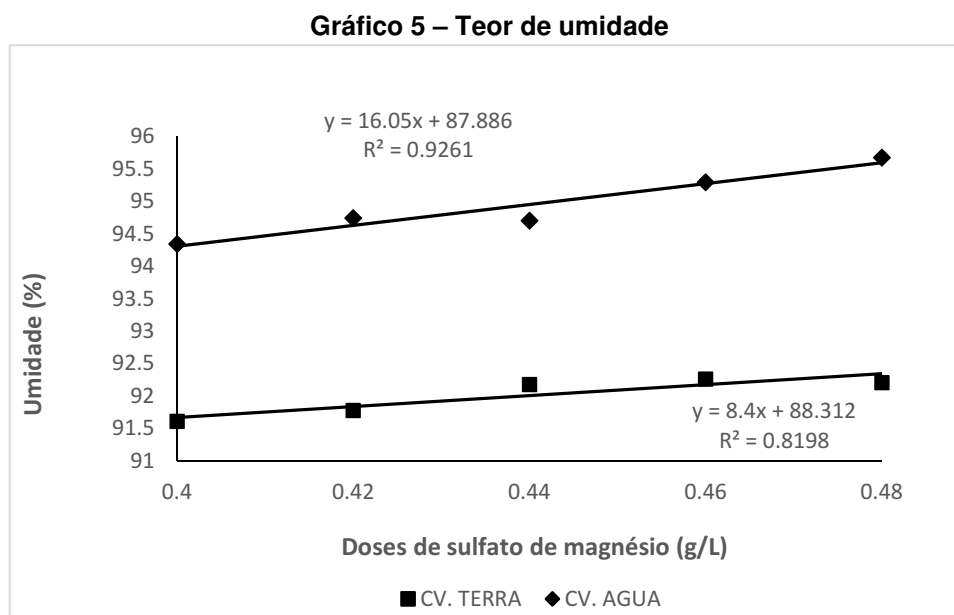
O teor umidade nos tecidos vegetais é uma análise importante pois determina a quantidade de água e substâncias voláteis na amostra, sendo assim o excesso de água reduz a qualidade, pois a água favorece a atividade enzimática nos tecidos e a proliferação de micro-organismos (SILVA *et al.*, 2015).

Para a análise de umidade houve interação entre cultivar e dose, indicando assim que diferenças significativas entre as médias avaliadas das cultivares em relação as doses crescentes de sulfato de magnésio.

O aumento nas dose de sulfato de magnésio foi significativa para o aumento da umidade, onde na cultivar d'água houve um aumento crescente em relação ao

aumento das doses, sendo o maior valor obtido 95,67 % foi na dose 0,48 (g/L) e o menor valor obtido 94,34% na dose padrão ,040 (g/L).

Para a cultivar d' terra a variável umidade também foi significativa em relação ao aumento das doses de sulfato de magnésio, onde o maior valor de umidade encontrado 92,26% foi na dose de 0,46 (g/L) e o menor 91,61% na dose padrão 0,40 (g/L) (Gráfico 5).



**Fonte: Autoria própria (2022)**

Souza (2019) avaliando o cultivo de agrião d' água cultivar folha larga com águas salobras e em diferentes tempos de circulação da solução nutritiva, encontrou valores semelhantes para o agrião, 85,2 e 86,34% em tempos de circulação 10 e 15min respectivamente.

Já SOUZA (2003), avaliando a composição mineral do agrião convencional e hidropônico na cidade de salvador, encontrou valores maiores, de 94,93 durante o inverno e 91,60% no verão.

O aumento da umidade das plantas não é uma característica desejável, pensando em conservação em pós colheita, pois o mesmo pode contribuir para a redução do tempo de prateleira do produto, porém os valores encontrados no presente trabalho estão dentro dos valores de umidade encontrados na literatura.

Para a avaliação dos teores de nutrientes das folhas de agrião d' terra, realizada com a coleta das amostras no momento da colheita aos 32 DAT, não houve diferenças significativas entre as doses, para os macronutrientes nitrogênio (N),

fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e micronutrientes, boro (B) e ferro (Fe).

Apresentando assim diferenças significativas apenas para os micronutrientes, cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) (Tabela 5). Desta forma o aumento nas concentrações de (MgSO<sub>4</sub>), influenciaram de forma positiva no aumento nutricional das folhas de agrião d' terra.

A quantidade de nutrientes extraídos pela planta em maior quantidade apresentou a seguinte ordem decrescente N>K>Ca>S>Mg>P.

**Tabela 4 – Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de agrião d' terra em função de diferentes doses de sulfato de magnésio.**

Doses (g/L)	Macronutrientes (g Kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (Mg Kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>0.4</b>	51,06 <sup>ns</sup>	5,66 <sup>ns</sup>	42,30 <sup>ns</sup>	18,43 <sup>ns</sup>	5,87 <sup>ns</sup>	8,12 <sup>ns</sup>	28,37 <sup>ns</sup>	7,14 bc	345,55 <sup>ns</sup>	48,54 ab	62,84 ab
<b>0.42</b>	49,48	5,79	46,65	19,95	5,90	7,73	30,58	7,99 b	371,92	50,32 ab	58,49 b
<b>0.44</b>	48,62	5,57	42,27	15,21	5,94	8,38	28,34	9,97 a	382,92	45,88 b	62,18 ab
<b>0.46</b>	51,99	5,53	37,36	16,18	6,30	7,98	29,20	7,15 bc	456,66	52,09 ab	70,23 a
<b>0.48</b>	50,77	5,70	46,23	18,79	6,58	7,92	27,82	6,82 c	293,30	55,59 a	69,23 ab
<b>Média</b>	50,38	5,65	42,96	17,71	6,12	8,03	28,86	7,82	370,07	50,48	64,59
<b>CV (%)</b>	3,98	2,69	8,73	16,68	7,42	4,25	7,27	4,26	31,38	5,44	5,96

\*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo. Fonte: O autor (2022).

O teor de cobre foi maior na dose 0,44 (g/L) de MgSO<sub>4</sub>, onde obteve 9,97 Mg Kg<sup>-1</sup> seguido da dose de 0,42 (g/L) com teor de 7,99 Mg Kg<sup>-1</sup>, o menor valor (6,82 Mg Kg<sup>-1</sup>) foi obtido na maior dose 0,48 (g/L), as demais doses não diferiram estatisticamente entre si.

Para o teor de manganês o maior resultado foi obtido na dose de 0,48 (g/L) com teor de 55,59 Mg Kg<sup>-1</sup> seguido da dose de 0,44 (g/L) onde obteve 45,88 Mg Kg<sup>-1</sup>, não diferindo entre si para as demais doses avaliadas. O melhor teor de zinco foi obtido na dose 0,46 (g/L) 70,23 Mg Kg<sup>-1</sup>, seguido da dose 0,42 (g/L) com 58,49 Mg Kg<sup>-1</sup>, não diferindo entre si nas demais doses (Tabela 5).

A deficiência de fósforo nas plantas resulta em um menor crescimento das plantas, folhas velhas amarelas e com pouco brilho e folhas arroxeadas em algumas espécies de plantas. Os sintomas de deficiência de potássio ocorrem primeiramente nas folhas mais velhas da planta, isso devido a sua mobilidade e apresentando cloroses seguido de necroses nas pontas e margens das folhas das plantas (FAQUIN;

ANDRADE, 2004). Sintomas estes não observados durante a condução do experimento.

Para a cultivar d' água obteve-se resultados semelhantes a cultivar d' terra, pois para os macronutrientes os teores de nutrientes não apresentaram diferenças significativas em sua maioria, apresentando diferenças apenas para o S. Quanto a ordem em maior quantidade de nutrientes absorvidos, houve variação em relação as cultivares avaliadas, sendo para a cultivar agrião d' água  $K > N > Ca > S > P > Mg$ .

**Tabela 5 – Teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de agrião d' água em diferentes doses de sulfato de magnésio.**

Doses (g/L)	Macronutrientes (g Kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (Mg Kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
<b>0.40</b>	45,62 <sup>ns</sup>	6,26 <sup>ns</sup>	58,14 <sup>ns</sup>	15,84 <sup>ns</sup>	2,88 <sup>ns</sup>	8,27 b	29,15 <sup>ns</sup>	9,13 b	174,03 <sup>ns</sup>	87,35 b	50,30 <sup>ns</sup>
<b>0.42</b>	44,59	6,67	68,54	17,27	2,81	8,71 ab	25,50	10,65 ab	205,13	90,91 b	45,46
<b>0.44</b>	44,20	6,29	62,38	17,49	3,24	9,95 a	26,96	14,80 a	177,00	87,15 b	50,90
<b>0.46</b>	44,90	6,33	66,61	15,40	4,96	8,38 b	25,88	10,62 ab	185,81	93,76 b	51,77
<b>0.48</b>	46,72	6,40	67,68	16,28	2,85	7,47 b	25,55	10,32 b	211,72	105,86 a	49,10
<b>Média</b>	45,21	6,39	64,67	16,45	3,35	8,56	26,61	11,10	190,74	93,01	49,00
<b>CV (%)</b>	4,00	4,59	5,62	17,34	22,2	4,99	8,36	13,39	20,81	4,26	12,55

\*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.<sup>ns</sup> não significativo a pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: O autor (2022).

O teor de enxofre foi significativo para a cultivar d' água, obtendo-se assim o maior teor na dose 0,44 (g/L) com 9,95 Mg Kg<sup>-1</sup> seguido da dose de 0,42 (g/L) com 8,71 Mg Kg<sup>-1</sup>, não diferindo entre si nas demais doses. Para os micronutrientes obteve-se diferenças significativas para Cu e Mn. Onde para o Cu o maior teor obtido foi na dose 0,44 (g/L) com 14,80 Mg kg<sup>-1</sup> e para o Mn na dose 0,48 (g/L) com maior teor obtido de 105,86 Mg Kg<sup>-1</sup>, não diferindo nas demais doses.

O magnésio em excesso pode causar efeito antagônico na absorção de outros nutrientes como Ca e K pelas plantas, isso devido a competição iônica que ocorre entre os nutrientes, sendo assim necessário os nutrientes estar em quantidades adequadas (ELYZIOS, 2019). Deste modo pode-se observar que o aumento nas doses de sulfato de magnésio, não causou nenhum efeito antagonista na absorção de Ca e K.

Segundo Trani *et al.* (2015) os teores adequados de macronutrientes nas folhas de agrião d' água em (g Kg<sup>-1</sup>) são: N (45-60), P (3-12), K (35-50), Ca (15-35),

Mg (3-10) e S (4-7). Para os micronutrientes os teores adequados em ( $\text{Mg Kg}^{-1}$ ) seriam: B (25-60), Cu (7-20), Fe (50-300), Mn (50-300) e Zn (25-100).

Pode-se observar que a maioria dos macro e micronutrientes ficou dentro do ideal exigido pela cultura, nota-se que a cultivar d' terra absorveu uma quantidade maior de magnésio comparado com a cultivar d' água, sendo assim uma característica da cultivar.

Com o aumento nas doses de sulfato de magnésio não influenciou nos teores da maioria dos macronutrientes analisados para ambas cultivares, apresentando assim aumentos significativos apenas para os micronutrientes Cu, Mn e Zn e para o macronutriente S na cultivar d' água.

## 6 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi desenvolvido, pode-se concluir que o aumento nas doses de sulfato de magnésio, contribui significativamente para o aumento nos teores de clorofila do agrião, com melhores resultados obtidos na dose de 0,48 (g/L) de sulfato de magnésio, ajustando-se uma equação linear em relação ao aumento das doses.

Influenciou positivamente no incremento de massa fresca e massa seca das folhas e raízes do agrião, obtendo os maiores valores na dose máxima 0,48 (g/L) de sulfato de magnésio.

Para o teor de sólidos solúveis (°BRIX) não apresentou diferenças significativas entre as doses avaliadas.

O pH solúvel houve diferenças significativas apenas para a cultivar d' terra, onde com o aumento das doses não ocorreu incremento nos valores do pH e sim um decréscimo nos valores do pH solúvel.

A umidade foi significativa em relação o aumento das doses, na cultivar d' água o maior valor foi obtido na dose de 0,48 (g/L) e para a cultivar d' terra na dose 0,46 (g/L).

O teor de macro e micronutrientes das folhas do agrião, em sua grande maioria não apresentou diferenças significativas entre as doses avaliadas, houve diferenças significativas apenas para os micronutrientes Cu, Mn e Zn e para o macronutriente S.

Os resultados das análises de clorofila e massa fresca e seca, realizadas na cultura do agrião mostram que com o aumento na dose de magnésio em 0,48 (g/L), ocorre um aumento na produtividade e contribui para se obter uma hortaliça com coloração mais verde, melhorando o aspecto visual.



## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, A.B.S. **Qualidade pós-colheita do agrião da terra nos estádios “Microgreen” e “Baby leaf”**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências do Alimento) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Alimento, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.
- ALVARES, C. A.; SATAP, J.L; SENTELHAS, P.C; GONSALVES, J.L.M; SPAROVECK, G. KÖPPEN. **Climate classification map for brasil metereologische zeitschirfit**. V.22, N.6, P.711-728,2013.
- BARROSO, F.L. **Influência do magnésio sobre o desenvolvimento, produtividade e índices nitrogenados da batata semente básica, cultivada em substrato orgânico e em hidroponia**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- BROCK, T. & MADIGAN, M. **Microbiologia de alimentos**. p. 1–66, 2012.
- BOLIGON, A.A; BOLIGON, A.A; PIVETTA, C.R; ATHAYDE, M.L; LORENTZ, L.H. **Atividade antioxidante de (*Nasturtium Officinale*) cultivado em sistema hidropônico**. UFSM, RS. 2008.
- BRASS, F.E.B; FIGUEIREDO NETO, E; SARTORI, R.A; COLOVATO, G.F; MANCHINI, L.H; VIELLA JÚNIOR, L.V.E. **Cultivo hidropônico de agrião d’ água em Garça (SP)**. Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça, SP.2008.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- COELHO, V. A. T. et al. Caracterização de sintomas visuais de deficiências de macronutrientes e boro em plantas de gengibre ornamental. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 18, n. 1, p. 47, 2012.
- COMETTTI, N.N. **Nutrição Mineral da Alface (*Lactuca sativa L.*) em Cultura Hidropônica - sistema NFT**. Tese: (Pós-graduação em agronomia) — UFRRJ, Seropédica, RJ. 2003.
- COSTA, P. C.; DIDONE, E. B.; SESSO, T. M.; CAÑIZARES, K. A. L.; GOTO, R. **Condutividade elétrica da solução nutritiva e produção de alface em hidroponia**. Scientia Agrícola, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 595-597, 2001.
- ELYSIOS. **7 problemas do excesso de na fertilização de cultivos**. 18 out. 2019. Disponível em: <https://elysios.com.br/blog/7-problemas-do-excesso-na-fertilizacao-de-cultivos/>. Acesso em: 18/06/2022.
- FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças. p. 88, 2004.

FAQUIN, V.; FURLANI, P. R. Cultivo de hortaliças de folhas em hidroponia em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n.200/201, p. 99-104, set. /dez.1999.

FERREIRA, D. F. **Estatística multivariada**. Lavras: Editora Ufla, 2008. 662 p.

FORTES, B.D.A. **Métodos de avaliação de alimentos para aves**.2011. Dissertação (Doutorado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. Goiânia.2011.

FLOSS, Elmar Luiz. **Fisiologia das Plantas Cultivadas**. 5. ed. Passo Fundo: Ufpa, 2011. 734 p.

GOMES, P.D. **Diagnóstico de cultivo hidropônico no estado de Goiás**. 2015. Dissertação (Pós-graduação em agronomia) — Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Secretaria da Educação. Microbiologia de Alimentos**: Curso Técnico em Nutrição e Dietética. [Ceará]: 2012. Disponível em: [https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/nutricao\\_e\\_dietetica\\_microbiologia\\_de\\_alimentos.pdf](https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/nutricao_e_dietetica_microbiologia_de_alimentos.pdf). Acesso em: 07/05/2022.

HIRATA; A.C.S.; HIRATA, E. K. Desempenho produtivo do agrião d' água cultivado em solo sob telas de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.10, p. 859-901, 2015.

HOAGLAND, D.R.; ARNO, D.I. **The method of growing water from plants without soil**. Berkeley: University of California/College of Agriculture/ Agricultural Experiment Station, 32 p. (Circular, 347), 1950.

IMPORTADORA DE SEMENTES PARA LAVOURA – ISLA. Porto Alegre: **Isla Sementes**, 2020. Disponível em: <<https://isla.com.br/produto/agriao-da-terra-para-lavoura/21>>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 4. ed. São Paulo: NIT /IAL, 2008. p. 169 a 171.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **Censo Agropecuário 2006**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro\\_2006.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf). Acesso em 03 de junho de 2022.

JUNIOR, C.H.; REZENDE, R.; FREITAS, P.S.L.; GONSALVES, A.C.A.; FRIZONE, J.A. **Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica**. 2008, Ciênc. Agrotec. Lavras, v. 32, n. 4, p. 1142-1147.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 683 p.

MELLO, S.C.; CAMPAGNOL, R. **Olericultura: Cultivo hidropônico**. Curitiba: SENAR-PR. 2016. 84p.

MORAIS, K.P.; MEDEIROS, S.L.P.; BANDEIRA, A.H.; F, T.; MÜLLER, L.; BORCIONE, E.; AMARAL, A.D; LEAL, L.T. **Produção de agrião do seco em hidroponia em diferentes densidades**. UFSM, Santa Maria-RS, 2006.

NETO, E.B.; BARRETO, L.P. **As técnicas de hidroponia**. 2011, Recife, Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

NETO, P. P. T.; CAETANO, J. O.; GARCIA, L. E. P.; BENITES, V. M. **Efeitos de diferentes fontes de magnésio sobre a produção de biomassa e absorção de cátions pelo milho**. 2015, Rio Verde, GO: Instituto Federal Goiano.

NOGUEIRA, N.O.; XAVIER.T.M.T.; LOPES.F.S.; MARTINS.C.A.S.; GOMES.L.S.; CARDOSO.L.C.M. **Efeitos de diferentes valores de pH da solução nutritiva nos teores de nitrogênio, fósforo e potássio foliar em variedades de melão**. XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba – ES. 2011.

OLIVEIRA, R.S; SILVA, D.R; SILVA,G.V. **Hidroponia: um sistema para diversificar a forma de produção no sertão de Alagoas**. In: X CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 2014. Alagoas. 2014. p. 2 – 5.

SILVA, A. P. G.; BORGES, C. D.; MIGUEL, A. C. A.; JACOMINO, A. P., & MENDONÇA, C. R. B. **Características físico-químicas de cebolinhas comum e europeia/Physicochemical characteristics of common and european chives**. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 18, n. 4, p. 293, 2015

SILVA, J.S.; ALVES,M.S.; PAZ, V.P.S.; SOARES, T.M.; ALMEIDA, W.F. **Cultivo de agrião em diferentes usos de água salobra em sistema hidropônico NFT**. In: XXVI Congresso nacional de irrigação e drenagem. 2017. IV INOVAGRI International Meeting, 2017. p. 5-6.

SOUZA, C.A. **Desempenho do cultivo de agrião hidropônico com águas salobras e diferentes tempos de circulação da solução nutritiva**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SCHIMIDT, D.; SANTOS, O.S.; BONNECARRÈRE, R.A.G.; MARIANI, O.A.; MAFRON, P.A. **Desempenho de soluções nutritivas e cultivares de alface em hidroponia**. Dissertação: (Depto de Fitotecnia UFSM) — Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2001.

SOUZA, H.C. **Avaliação mineral do agrião convencional e hidropônico consumido na cidade de Salvador**. 2003. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) – Programa de Pós-Graduação da Universidade da Bahia, Salvador, 2003).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY. **Fisiologia e Desenvolvimento vegetal**. 6<sup>a</sup> ed, p.126-128, 2017.

TRANI, P. E. et al. Calagem e adubação da alface, almeirão, agrião d'água, chicória, coentro, espinafre e rúcula\*. **Instituto Agrônomo de Campinas - IAC**, p. 1–16, 2014.

VAZ, A.P.A; JORGE, M.H.A. **Série Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas**. Embrapa Transferência de Tecnologia, Corumbá, MS, 2006.