

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

DENER FASOLO

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2019

DENER FASOLO

**CULTIVO HIDROPÔNICO DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum* L.) EM
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso superior de Bacharelado em Agronomia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Dalva Paulus

DOIS VIZINHOS
2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação
Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

CULTIVO HIDROPÔNICO DE CEBOLINHA (*Allium fistulosum*) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE SULFATO DE MAGNÉSIO

por

DENER FASOLO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado(a) em 28 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Dalva Paulus UTFPR- Dois Vizinhos
(Orientadora)

Prof. Dr. Adalberto Luiz de Paula
UTFPR – Dois Vizinhos
(Membro titular 1)

Dislaine Becker
UTFPR – Dois Vizinhos
(Membro titular 2)

Profa. Dra. Angélica Signor Mendes
(Responsável pelos Trabalhos
de Conclusão de Curso II)

Prof. Dr. Alessandro Jaquiel Waclawovsky
(Coordenador do Curso de Agronomia)
UTFPR – Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades, por todas as graças recebidas, por me conceder força de buscar a realização de meus sonhos e pela proteção diária.

Agradeço a toda minha família, em especial meus pais Valdecir Fasolo e Roseli Fasolo, por todo o apoio ao meu sonho, aos meus irmãos Kelli e Deivid pelo incentivo e inspiração.

Um agradecimento especial a minha companheira Andreza Bitencourt que se fez presente nos últimos anos, obrigado pelo seu incentivo, apoio, amizade, ajuda e seus conselhos que por hora foram de muito valia nas minhas tomadas de decisões.

A todo o corpo docente da UTFPR-DV, pelos conhecimentos e orientações repassadas ao longo do curso que foram fundamentais para minha formação humana e profissional.

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Dalva Paulus, pela dedicação e paciência em repassar seus conhecimentos desde o início da graduação, pelas oportunidades, por ajudar a crescer profissionalmente sou grato por tudo.

Aos meus amigos, em especial aos membros do Esporte Clube Agropinga, pelo companheirismo, amizade e ajuda nos momentos difíceis e por fazerem parte desde o início desta caminhada.

Aos membros da banca examinadora por aceitarem o convite e estar contribuindo com a realização do trabalho.

De forma geral quero agradecer a todos que, de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

Muito obrigado!

“3 regras da vida: paradoxo, humor e mudança.

PARADOXO: A vida é um mistério. Não perca tempo tentando entendê-la.

HUMOR: Tenha senso de humor. Especialmente sobre si mesmo. É a força por trás de toda
atitude.

MUDANÇA: Nada permanece o mesmo.”

(Poder Além da Vida)

RESUMO

FASOLO, Dener. Cultivo hidropônico de cebolinha (*Allium fistulosum*) em diferentes concentrações de sulfato de magnésio. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

A cebolinha é um condimento da família Aliaceae muito apreciada e importante na agroindústria alimentícia, é geralmente cultivada em sistemas convencionais, e vem sendo adaptada para cultivos hidropônicos. Um dos maiores problemas em um cultivo hidropônico é adequar a solução nutritiva que atenda as necessidades nutricionais das plantas. O objetivo do trabalho foi avaliar o desenvolvimento e acúmulo de biomassa de cebolinha (*Allium fistulosum*), submetida a diferentes concentrações de sulfato de magnésio em cultivo hidropônico. A cultivar utilizada foi “Todo Ano”. O experimento foi realizado no sistema hidropônico NFT (Técnica de nutrientes em filme), localizado no setor de olericultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos. No período de março a abril de 2018, em ambiente protegido tipo arco, coberto com filme plástico de 150 micras e tela vermelha 50% de sombreamento. O delineamento experimental utilizado foi delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos e cinco repetições, onde cada bancada recebeu um tratamento, sendo desconsiderados os perfis das bordas, e cada perfil representou uma repetição, com 15 plantas. Os tratamentos testados foram: (T1 – padrão (composição original da solução), T2 – 5%, T3 – 10% e T4 – 15% a mais de sulfato de magnésio) da solução original proposta por Furlani. As variáveis analisadas foram percentagem de tombamento foliar, comprimento da maior folha, índice relativo de clorofila, massas fresca e seca da parte aérea e raízes, teor de nutrientes da folha e raiz. Os resultados obtidos mostram que, o aumento na concentração de sulfato de magnésio contribuiu para reduzir o tombamento foliar, e portanto, influenciou positivamente no desenvolvimento da cebolinha, sendo esse efeito observado principalmente na maior concentração avaliada (15%). O teor de macro e micronutrientes da folha e raiz em sua maioria não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

Palavras-chaves: Solução nutritiva. Hidroponia. Condimento. Tombamento.

ABSTRACT

FASOLO, Dener. Hydroponic cultivation of chives (*Allium fistulosum*) at different concentrations of magnesium sulphate. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Chives are a widely appreciated and important aliments in the food agroindustry, which is generally grown in conventional systems and has been adapted for hydroponic crops. One of the biggest problems in a hydroponic crop is adjusting the nutrient solution that meets the nutritional needs of plants. The objective of this work was to evaluate the development and accumulation of chives biomass (*Allium fistulosum* L.), submitted to different concentrations of magnesium sulphate in hydroponic cultivation. The cultivar used was "All Year". The experiment was carried out in the hydroponic system NFT (Nutrient film technique), located in the sector of olericultura of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos. In the period from March to April 2018, in an arc protected environment, covered with 150 micron plastic film and 50% shading red screen. The experimental design was a completely randomized design (DIC), with four treatments and five replications, where each workbench received a treatment, with the edge profiles being disregarded, and each profile represented a repetition with 15 plants. The treatments tested were: T1 - control (original composition of the solution), T2 - 5%, T3 - 10% and T4 - 15% more of magnesium sulphate) of the original solution proposed by Furlani. The variables analyzed were percentage of leaf tipping, leaf length, SPAD index, fresh mass and shoot dry mass and leaf and root nutrient content. The results showed that the increase in magnesium sulphate concentration contributed to reduce foliar tipping and, therefore, had a positive influence on chives development. This effect was observed mainly in the highest concentration evaluated (15%). The macro and micronutrients contents of the leaf and root did not present any significant difference between the treatments.

Keywords: Nutritional solution. Hydroponics. Condiment. Tumbamento.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C.E: Condutividade elétrica.

DAT: Dias após o transplante.

MF: Massa fresca.

MS: Massa seca.

NFT: Técnica de nutrientes em filme.

NF: Número de folhas.

FT: Folhas tombadas.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
2.1 CEBOLINHA: DESCRIÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	9
2.2 SISTEMA DE CULTIVO NFT (FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTES)	10
2.3 SOLUÇÕES NUTRITIVAS	11
2.4 ATUAÇÃO DO SULFATO DE MAGNÉSIO NAS PLANTAS	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	13
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	13
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	14
3.3.1 Mesa de produção.....	15
3.3.2 pH e condutividade elétrica da solução (C.E.)	15
3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS.....	16
3.5.1 Percentagem de tombamento foliar.....	16
3.5.2 Comprimento da maior folha	16
3.5.3 Índice Relativo de Clorofila	17
3.5.5 Massa fresca e massa seca.....	17
3.5.6 Teor de nutrientes dos tecidos.....	18
3.5.7 Análise estatística.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
6 CONCLUSÕES.....	32
7 REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A cebolinha é um condimento da família Aliaceae muito apreciada e importante na agroindústria alimentícia. Existem duas espécies que vem sendo mais cultivadas no Brasil, sendo elas, a *Allium fistulosum* L., originária da Sibéria e a *A. schoenoprasum* oriunda da Europa continental. A cultivar tradicional, “Todo Ano”, tem origem europeia e apresenta folhas verde-claras. Ainda são cultivadas cultivares de origem japonesa, como a Nebuka ou Evergreen (FILGUEIRA, 2008; CARDOSO & BERNI, 2012). A cultura da cebolinha pode ser cultivada em sistemas convencionais e também tem sido adaptada para cultivos hidropônicos.

No Brasil a hidroponia está bem disseminada, essa técnica já está presente em quase todos os estados brasileiros. É uma técnica que apresenta muitas vantagens em relação aos sistemas tradicionais de cultivo, como colheitas rápidas, folhas bem formadas,

não necessita aplicação de herbicidas, menor consumo de água e adubação (TEIXEIRA, 1996).

Dentro do sistema hidropônico existe várias formas de condução, podendo ser classificadas pela forma de condução de água e nutrientes. O mais usual pelos produtores tem sido o sistema NFT (fluxo laminar de nutrientes), sendo o preferido dentre os vários sistemas disponíveis por apresentar vantagens, como praticidade e eficácia na produção (COMETTI, 2003).

Uma das maiores dificuldades dos produtores de cebolinha no sistema hidropônico é adaptar uma solução nutritiva que atenda as necessidades nutricionais da cultura, o qual é um problema para várias espécies conduzidas neste sistema de produção (SANTOS et al, 2006). Segundo Furlani (1999) “a composição ideal de uma solução nutritiva não depende somente das concentrações dos nutrientes, mas também de fatores ligados ao cultivo, tipo ou o sistema hidropônico, os fatores do ambiente, a época do ano, o estágio fenológico, a espécie vegetal”.

O cultivo hidropônico de *Allium fistulosum* L., tem apontado dificuldades de manejo por apresentar poucos estudos relacionados com a sua condução neste sistema, desta forma os produtores tem feito adaptações para a espécie, usando soluções nutritivas propostas para outras culturas como por exemplo a alface e rúcula, alterando as doses de alguns sais como o sulfato de magnésio e potássio.

Segundo Arrighi (2015), “para a adubação da cebolinha pode utilizar a mesma solução proposta por Furlani (1999) para rúcula aumentando de 5 a 10% o Magnésio, pode

também trabalhar com formulados (8-10-30), e a condutividade elétrica da solução deve ficar entre 1,4 a 1,5 ms/cm”. O magnésio atua diretamente na síntese de clorofila e fotossíntese, atuando desta forma nos tecidos das plantas, podendo melhorar seu aspecto visual (tornando mais verde) e aumentando a deposição de massa (MALAVOLTA, 2006).

Além da dificuldade de se estabelecer uma solução apropriada para a espécie, uma das reclamações dos produtores tem sido a aparência da cebolinha, pois o mercado consumidor esta cada vez mais exigente, desta forma além da boa qualidade do produto o mesmo precisa apresentar boa aparência visual, que esta relacionado principalmente a coloração, tamanho e arranjos.

A respeito do tombamento das folhas da cebolinha tem-se elaborado várias hipóteses, por apresentar déficit nutricional, maior teor de água e menor resistência dos tecidos (SANTOS, 2005).

Portanto, levando-se em consideração a importância da cebolinha na atividade alimentícia e a dificuldade de produção em sistemas hidropônicos. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento da cebolinha (*Allium fistulosum L.*), submetida a diferentes concentrações de sulfato de magnésio.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CEBOLINHA: DESCRIÇÃO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A cebolinha pertence à família Aliaceae, é um condimento muito apreciado e importante na agroindústria alimentícia. A espécie é classificada como perene, suas folhas são cilíndricas e fistulosas, com altura de 0,30 a 0,50 m, sua coloração é verde-escura, a planta gera um bulbo cônico, envolvido por uma película rósea, forma perfilhamento e touceira.

A cebolinha pode ser cultivada em vários tipos de solos, porém, produz melhor em pH 6,0 a 6,5 (KANEKO, 2006). Existem duas espécies que vem sendo mais cultivadas no Brasil, sendo elas, a *Allium fistulosum* L., originária da Sibéria e a *A. schoenoprasum* oriunda da Europa continental (FILGUEIRA, 2008; MAKISHIMA, 1993).

A colheita da cebolinha inicia-se entre 55 e 60 dias após o plantio ou entre 85 e 100 dias após a sementeira, quando as folhas tenham atingido de 0,20 a 0,40 m de altura, uma vantagem desta cultura é o seu rebrote que permite vários cortes ao longo do ano, aumentando a rentabilidade do produtor (EMBRATER, 1980).

A cultivar de cebolinha mais produzida no Brasil é conhecida como “Todo Ano”, possui origem europeia, suas principais características são folhas de coloração verde-clara. A cebolinha é comercializada como condimento, pode ser encontrada em maços solteira ou formando um conjunto com outros condimentos, chamado de cheiro-verde. Nos últimos anos, tem sido uma alternativa para o abastecimento de agroindústrias de conserva (FERREIRA et al., 1993; LANA, 2010; FILGUEIRA, 2008).

Dados obtidos no último Censo Agropecuário indicavam um total de 42.391 estabelecimentos de produtores de cebolinha no país com uma produção total de 99.952 toneladas. Os maiores produtores de cebolinha são os estados de Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Paraná (IBGE, 2016).

2.2 SISTEMA DE CULTIVO NFT (FLUXO LAMINAR DE NUTRIENTES)

O cultivo hidropônico é uma técnica difundida em todo o mundo e com uso em muitos países. Tem sido uma forma adotada pelos produtores para agregar valor em seus produtos e antecipação de colheita (COSTA; JUNQUEIRA, 2000). O Brasil tem apresentado grande desenvolvimento nos últimos anos, no entanto, muitos produtores tradicionais ainda têm certo receio em adotar as técnicas propostas pelo sistema, devido a falta de conhecimento técnico em relação ao sistema e os manejos adotados para desenvolver as espécies. Ao buscar atender um mercado cada vez mais exigente em produtos de qualidade esse sistema se apresenta como uma grande tendência para os próximos anos (SANTOS et al., 2005).

A hidroponia tem sido definida como a técnica que desenvolve plantas sem uso do solo. No sistema hidropônico, os minerais que suprem as necessidades das plantas são dissolvidos na água e dispostos diretamente para as raízes já que não possui o solo para dispor dos mesmos, as quais realizam a absorção dos nutrientes e desta forma ocorrendo seu crescimento e desenvolvimento. O veículo usado para o transporte dos fertilizantes necessários para as plantas é a solução nutritiva, deste modo o sucesso é atrelado ao conhecimento da mesma e a forma de seu preparo (MORAES, 1997).

Nos últimos anos por meio dos estudos tem se desenvolvido diversas técnicas de cultivo de espécies sem solo, e no Brasil a técnica que mais se adaptou foi a do fluxo laminar de nutrientes (NFT) (Figura 1) (FAQUIM; FURLANI, 1999). O sistema hidropônico que mais tem ganhado destaque na produção de hortaliças por apresentar vantagens como praticidade e eficácia de produção é o NFT (COMETTI, 2003).

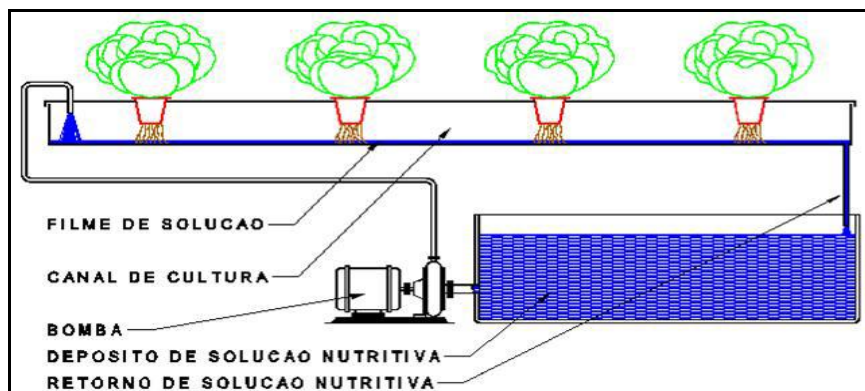


Figura 1 - Técnica do fluxo laminar de nutrientes (Técnica de nutrientes em filme - NFT). Fonte: SANTOS et al., (2006).

2.3 SOLUÇÕES NUTRITIVAS

No cultivo de plantas em hidroponia um dos principais aspectos a ser considerado é a solução nutritiva. A qual deve ser formulada de acordo com as necessidades da espécie que será produzida, ou seja, deve conter proporções adequadas de todos os nutrientes, os quais são essenciais para o desenvolvimento das plantas. O manejo incorreto da solução nutritiva provoca um decréscimo da produtividade e da qualidade visual das plantas, que acarreta na comercialização dos produtos e podendo levar à perda completa da produção (SCHMIDT, 1999; SANTOS et al., 2006).

A concentração da solução nutritiva determina a disponibilidade e extração dos nutrientes, além da absorção de água pelas plantas (COSTA et al., 2001). Desta forma, a composição destas soluções afeta a abertura estomática, o que influencia na capacidade fotossintética, expansão e crescimento das folhas, além do crescimento das raízes influenciando no índice de colheita (COSTA et al., 2001).

Na atualidade temos um grande número de fórmulas e soluções que são recomendadas para o cultivo de hortaliças. Dentre as várias fórmulas propostas a maioria delas partiu dos estudos desenvolvidos por Hoagland e Arno (1950), assim, podemos encontrar soluções para várias espécies como rúcula, agrião, alface, tomate, morango e outras desenvolvidas por Furlani (1999), por Castellane & Araújo, (1995) e outros pesquisadores da área. No entanto, existem poucas informações com relação ao comportamento de cebolinha neste sistema de condução, tampouco uma solução específica para seu desenvolvimento.

A cebolinha pode ser considerada uma cultura pouco exigente no que tange ao aspecto de nutrição, quando comparada a outras Aliáceas como alho e cebola. Sendo que os nutrientes mais extraídos pela espécie N, K, P, Ca, Mg e B (BELFORT; HAAG, 1983).

Porém estudos desenvolvidos com diferentes doses de N, P, K (subdoses, doses adequadas, doses em excesso) e estudos com aumentos nas doses de Cloreto de potássio ($2,5 \text{ mnol L}^{-1}$, $5,0 \text{ mnol L}^{-1}$, 10 mnol L^{-1} e 15 mnol L^{-1}) não apresentaram resultados significativos, ao contrário, o excesso destes nutrientes podem provocar o alongamento e flacidez das folhas e também inibir a absorção de outros nutrientes como o Mg e o Ca (BELFORT; HAAG, 1983; ARAUJO et al, 2016; SANTOS et al, 2005).

Desta forma, os produtores têm buscado alternativas no intuito de atender as necessidades da espécie e melhorar o seu aspecto visual, como coloração, comprimento das folhas e diminuir o tombamento de folhas, para isso têm-se usado as formulações já citadas acima com adaptações de alguns nutrientes, no caso da cebolinha trabalha-se com a solução

proposta por Furlani, (1999), para rúcula ou alface aumentando de 5 a 10% o sulfato de magnésio (ARRIGHI, 2015).

2.4 ATUAÇÃO DO SULFATO DE MAGNÉSIO NAS PLANTAS

O magnésio (Mg) é um macronutriente secundário classificado como um elemento catiônico, a sua absorção nas plantas se dá na forma de Mg^{+2} . A maior concentração de Mg está situada nas folhas, atuando na clorofila das mesmas. As clorofilas são porfirinas magnesianas e o Mg corresponde a 2,7% do peso molecular das mesmas e 10% do teor total de Mg presente nas folhas. De forma geral a sua deficiência resulta em um desequilíbrio fotossintético, respiratório e algumas reações de síntese de compostos orgânicos (MALAVOLTA, 2006).

Na cebolinha a carência de Mg afeta diretamente na qualidade visual das folhas, sendo mais visível nas folhas mais velhas o seu amarelecimento e secamento dos ápices, interferindo em seu crescimento e perfilhamento (BELFORT; HAAG, 1983).

O sintoma geral de deficiência de Mg nas plantas é caracterizado por clorose entre as nervuras foliares. Forma-se um “v” invertido em relação a pecíolo em casos mais graves da deficiência que ocorre primeiro nas folhas velhas devido a alta mobilidade do nutriente no floema (TAIZ; ZEIGER, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino e Pesquisa de Olericultura, localizada na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (25°42'S, 53°06'W e altitude 520 m). A condução do trabalho foi realizada em sistema hidropônico de fluxo laminar de nutrientes (NFT) no período de março a abril de 2018. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, tipo arco, com 3,5 m de pé direito, 9 m de largura e 48 m de comprimento. As fachadas laterais e frontais eram abertas e a cobertura com polietileno transparente com 150 μ de espessura e tela vermelha 50% de sombreamento (Figura 2). O clima da região pela classificação de Köppen é o Cfa (ALVARES et al., 2013).



Figura 1 – Cultivo hidropônico de cebolinha em ambiente protegido. Fonte: O autor (2019).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em sistema hidropônico de fluxo laminar de nutrientes (NFT), com delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos, sendo T1 – Padrão (0.4 g/L), T2 – 5% (0.42 g/L), T3 – 10% (0.44 g/L) e T4 – 15% (0.46 g/L) de sulfato de magnésio ($MgSO_4$) da solução original proposta por Furlani (1999) com cinco repetições para cada tratamento.

Cada mesa de produção foi composta por 7 perfis onde cada uma recebeu um tratamento, nas mesas foram desconsiderados os perfis das bordas, cada perfil representa uma repetição, com 15 plantas cada. A solução utilizada foi elaborada para um volume total de 450 litros e armazenada em reservatório de polietileno com capacidade de até 500 litros.

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A solução nutritiva usada para a condução do experimento é a solução proposta para a cultura da rúcula por Furlani et al (1999), (Tabela 1). A partir da solução original foram realizadas adaptações nas concentrações de sulfato de magnésio, trabalhando com diferentes doses em porcentagens.

Tabela 1 – Composição da solução nutritiva proposta por Furlani (1999), para cultivo de cebolinha hidropônica sob diferentes concentrações de sulfato de magnésio. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos - PR, 2019.

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 de cebolinha foram adquiridas de um viveiro comercial local, as mesmas foram produzidas em bandejas de poliestireno de 200 alvéolos usando substrato comercial Carolina®. A aquisição foi feita quando as mudas estavam com 25 dias, apresentando altura média de 14,5 cm, o número médio de mudas por alvéolos foi de 7, todas as mudas foram transplantadas para o sistema de produção.

Dentro do sistema protegido foi utilizado tela de coloração vermelha com nível de sombreamento de 50%. Para o acompanhamento dos dados climáticos (temperatura, umidade) foi utilizado datalogger (marca AKSO®) próximo às bancadas de produção, também foram coletados os dados de radiação da estação meteorológica da UTFPR – DV, que está localizada a 500 metros do local do experimento.

A colheita das plantas para obtenção de dados foi realizada 65 dias após a semeadura, ou 40 dias após o transplântio (DAT) para as bancadas, foi colhido à planta inteira (raiz e folhas) e posterior realizado o corte da raiz próximo ao colo da planta.

3.3.1 Mesa de produção

Cada mesa de cultivo foi sustentada por cavaletes de madeira, a uma declividade de 8%. A mesa de produção foi composta por oito perfis de polipropileno de seis metros de comprimento cada, onde a solução nutritiva foi armazenada em reservatório tipo caixa de água de polietileno de 500 litros, sendo um reservatório para cada mesa de produção.

A solução nutritiva succionada com auxílio de uma moto bomba de 45 watts (marca Atman®) com altura manométrica de 2,5 m, elevando a solução até o sistema injetor que disponibilizou a solução nutritiva para as plantas e depois recolhida por um sistema de calhas retornando ao reservatório. O volume de água nos reservatórios foi completado diariamente sempre mantendo o pH entre 5,5 à 6,0.

3.3.2 pH e condutividade elétrica da solução (C.E.)

A cada dois dias foram feitas medidas de pH, com auxílio de pHmetro (marca GEHAKA®, modelo PG 1400), (Figura 3) sendo a medida ideal para a cultura entre 5,5 e 6,0 e de condutividade elétrica da solução usando o condutímetro portátil (marca GEHAKA® modelo CG1400) (Figura 3), sendo CE ideal entre 1,8 a 2,0 ms/cm.



Figura 3 – pHmetro (esquerda) e condutímetro digital (direita) utilizados para analisar o pH e condutividade elétrica da solução. Fonte: O autor (2019).

Devido à absorção de nutrientes pelas plantas, as reposições das soluções foram feitas quando as medidas de C.E atingiram aproximadamente 50% da solução inicial, completando 50% da solução nutritiva aos 25 DAT. A reposição de água foi realizada diariamente, completando ao nível inicial de 450 litros.

3.5 VARIÁVEIS ANALISADAS

3.5.1 Percentagem de tombamento foliar

Para estimar o tombamento foliar foi realizada a contagem do número folhas por planta (NF) e folhas tombadas (FT), para calcular a porcentagem usou-se a fórmula, $(FT \times 100/NF)$.

As medidas de tombamento foliar foram avaliadas a cada 10 dias a partir do transplante, até o momento da colheita do material 40 DAT. Para esta avaliação foi realizado uma amostragem de três plantas por repetição, totalizando em 15 plantas por tratamento.

3.5.2 Comprimento da maior folha

Para estimar o comprimento da maior folha foi realizada a medida das folhas com auxílio de uma régua de 30 cm (marca SOUZA®) medindo desde o ápice das folhas até a base (Figura 4), as medidas foram feitas a cada 10 dias a partir da data do transplante das mesmas. Foram utilizadas duas plantas por repetição, totalizando em 10 plantas por tratamento.



Figura 4 – Medidas de comprimento das plantas de cebolinha.
Fonte: O autor (2019).

3.5.3 Índice Relativo de Clorofila

A clorofila total foi determinada por meio do índice relativo de clorofila, obtido com clorofilômetro portátil Clorofilog (Falker®), o qual utiliza princípios ópticos, baseados na absorvância ou refletância da luz pelas folhas. Foram realizadas leituras no momento da colheita. Para realização das análises de índice relativo de clorofila foi usado material foliar de 10 plantas por tratamento de forma aleatória, para cada planta foram realizadas leituras em 2 pontos diferentes, próximo a base e outra próximo ao ápice da folha.

3.5.5 Massa fresca e massa seca

A massa fresca (MF) foi determinada na colheita, 40 dias após o transplante para as bancadas finais, onde foi cortada à parte aérea rente ao colo da planta, separando as raízes das folhas para a realização das biomassas separadamente (Figura 5). A massa fresca foi mensurada em balança de precisão. A massa seca (MS) foi mensurada a partir do material aéreo e radicular desidratado em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas a uma temperatura constante de 65°C, após a desidratação as plantas foram pesadas em balança de precisão. Para a realização das referentes análises foi usado duas plantas por repetição, totalizando 10 plantas por tratamento.



Figura 5 – Separação da parte aérea e raiz das plantas de cebolinha no momento da colheita.
Fonte: O autor (2019).

3.5.6 Teor de nutrientes dos tecidos

Os materiais (folhas e raízes) foram coletados 40 DAT. Para esta análise foi utilizado à massa seca total das folhas e das raízes, sendo, 10 plantas por tratamento com 5 repetições cada. O material foi desidratado, moído, identificado e enviado para o Laboratório de Ecologia Aplicada da ESALQ/USP para determinação dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes boro, zinco, cobre, ferro e manganês, usando a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

3.5.7 Análise estatística

Os resultados foram processados no programa “SAS Studio” (SAS Institute, 2014). Os dados foram submetidos à análise de variância com teste F ($p < 0,01$) e aplicada análise de regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A temperatura média durante a condução do experimento foi de 22,3°C, com máxima de 47°C e mínima de 13°C, a UR% média de 80,8% e a radiação solar média foi de 4833,5 KJ/m². Dados semelhantes aos obtidos nos últimos anos para a região.

Os resultados das médias de pH e CE ficaram dentro da faixa ideal exigida pela maioria das plantas entre 5,5 e 6,5 e condutividade elétrica entre 2,0 e 2,5 mS.cm⁻¹ (Tabela 02), (FAQUIN et al., 1996).

Tabela 2 – Médias de pH e condutividade elétrica (C.E.) das soluções nutritivas avaliadas durante o cultivo da cebolinha em hidroponia. Dois Vizinhos, UTFPR, 2019.

Doses de sulfato de magnésio	pH	CE-mS cm
T1 - 0%	5,74	2,03
T2 - 5%	6,05	2,00
T3 - 10%	5,80	2,38
T4 - 15%	5,81	2,08

Fonte: O autor (2019).

Sabe-se que um dos fatores internos que mais afetam a absorção de alguns nutrientes é o pH. O pH da solução apresenta importância semelhante à CE, pois, as plantas não conseguem sobreviver a valores a baixo de 3.5. Este pode causar efeitos diretos e indiretos nas plantas, assim como, afetar a disponibilidade de íons essenciais para as plantas (FAQUIN et al., 1996).

A colheita da cebolinha foi antecipada aproximadamente em 20 dias quando comparado às recomendações para a cultura em sistemas convencionais, onde a colheita inicia-se entre 55 e 60 dias após o plantio ou entre 85 e 100 dias após a semeadura, quando as folhas atingem de 0,20 a 0,40 m de altura (FILGUEIRA, 2000). Sendo, portanto, essa antecipação na colheita um ponto positivo para o produtor, que poderá entrar com seu produto no mercado consumidor antes, desde que atendidos os parâmetros de qualidade exigidos.

A colheita é feita quando as folhas mais velhas ainda estão verdes, arrancando-se a planta ou cortando-se as folhas. Sendo que, quando realizado o corte é possível fazer novas colheitas a cada 50 dias, desde que o corte seja feito entre 10 e 15 cm do solo (acima da gema apical) (FILGUEIRA, 2000).

A percentagem de tombamento foliar aos 10, 20, 30 e 40 DAT apresentou diferenças significativas para as doses avaliadas (Figura 06). A dose de 15% de sulfato de magnésio

resultou na menor percentagem de tombamento foliar em todas as avaliações. A dose padrão de sulfato de magnésio resultou na maior percentagem de tombamento foliar aos 10, 30 e 40 DAT. Sendo assim, verifica-se que a carência de magnésio nas plantas pontua negativamente, reduzindo qualidade e aumentando perdas, como por tombamento. Bernal et al., (2008), em seu trabalho com nutrição de cebolinha hidropônica, visualizou que a omissão de Mg na solução nutritiva, apresentou deficiência a partir dos 58 DAT e quando 70% das folhas apresentaram deficiência, suas pontas ficaram amarelas, perderam sua turgescência progressivamente, ocorrendo tombamento em algumas plantas. Santos, et al., (2005), avaliando o cultivo da cebolinha hidropônica e aumento de doses de cloreto de potássio (KCl) em solução nutritiva, encontrou dados diferentes, sendo que, o aumento nas doses de Mg não influenciaram no tombamento.

O aumento da dose de sulfato de magnésio apresentou resultados positivos no sentido de reduzir o tombamento foliar, sendo este um grande desafio enfrentado pelos produtores e que muitas vezes impossibilitam a comercialização da cultura.

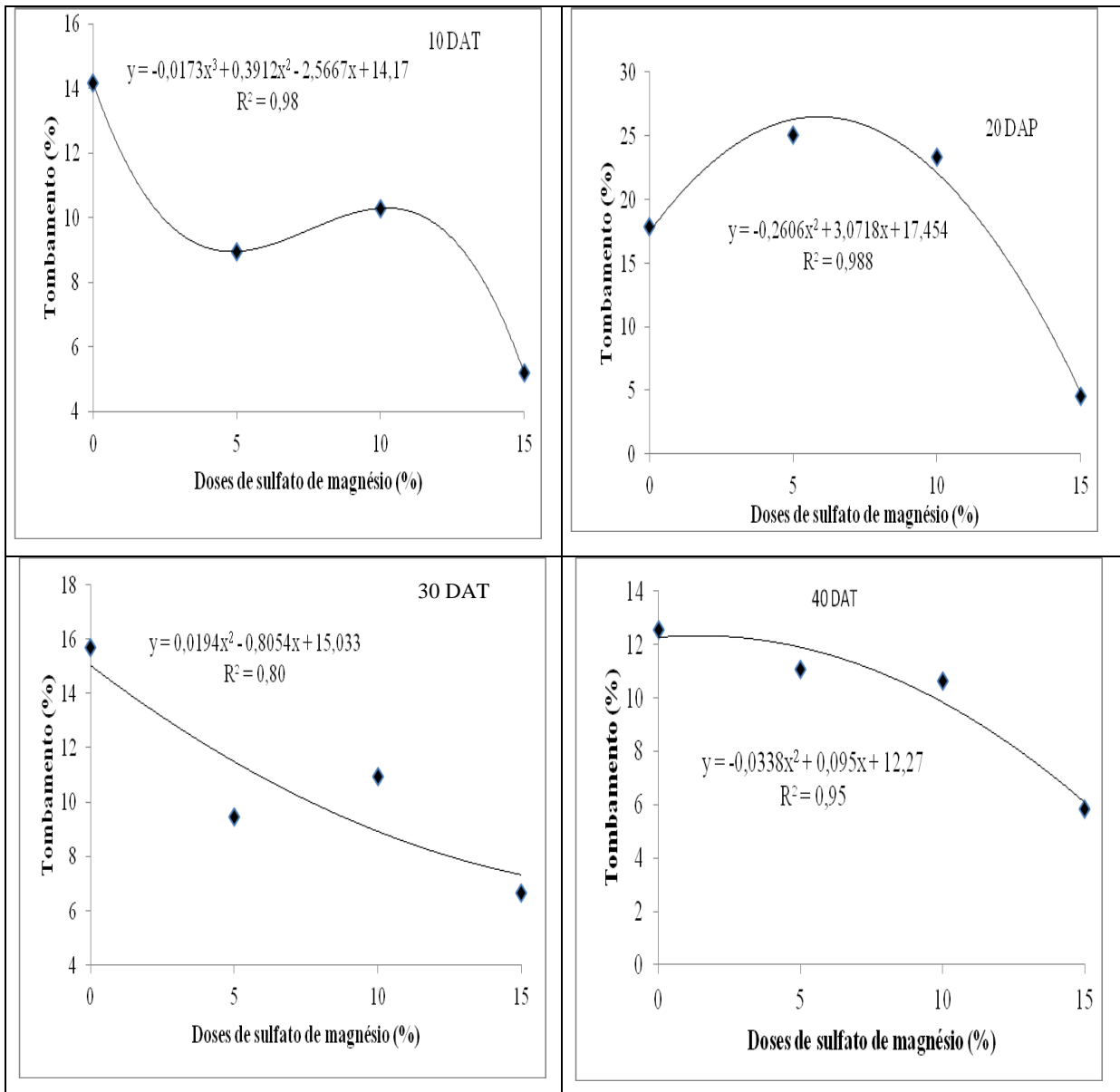


Figura 06 Tombamento foliar de cebolinha em função de doses de sulfato de magnésio aos 10 DAT, 20 DAT, 30 DAT e 40 DAT em cultivo hidropônico. Fonte: O autor (2019).

O número de folhas foi influenciado pelas diferentes doses de sulfato de magnésio aos 10, 20, 30 e 40 DAT (Figura 07). A dose de 15% de sulfato de magnésio resultou em maior número de folhas em relação as demais doses em todos os períodos de avaliação. As plantas de cebolinha produzidas na dose padrão de sulfato de magnésio apresentaram os menores valores de número de folhas. Portanto, o aumento na concentração de $MgSO_4$ contribuiu para acréscimo no número e desenvolvimento de folhas da cebolinha. Segundo Belfort e Haag (1983) a carência de Mg pode afetar diretamente a qualidade visual das folhas,

além de interferir em seu crescimento e perfilhamento, comportamento esse não verificado no presente estudo.

A qualidade foliar e o número de folhas é muito importante na tomada de decisão na compra pelo consumidor, sabe-se que 70,0% da decisão de compra de produtos como frutas e hortaliças se baseiam na aparência dos produtos (GOTO, 2010), neste sentido, o número de folhas por planta proporciona maços maiores, o que chama a atenção do consumidor.

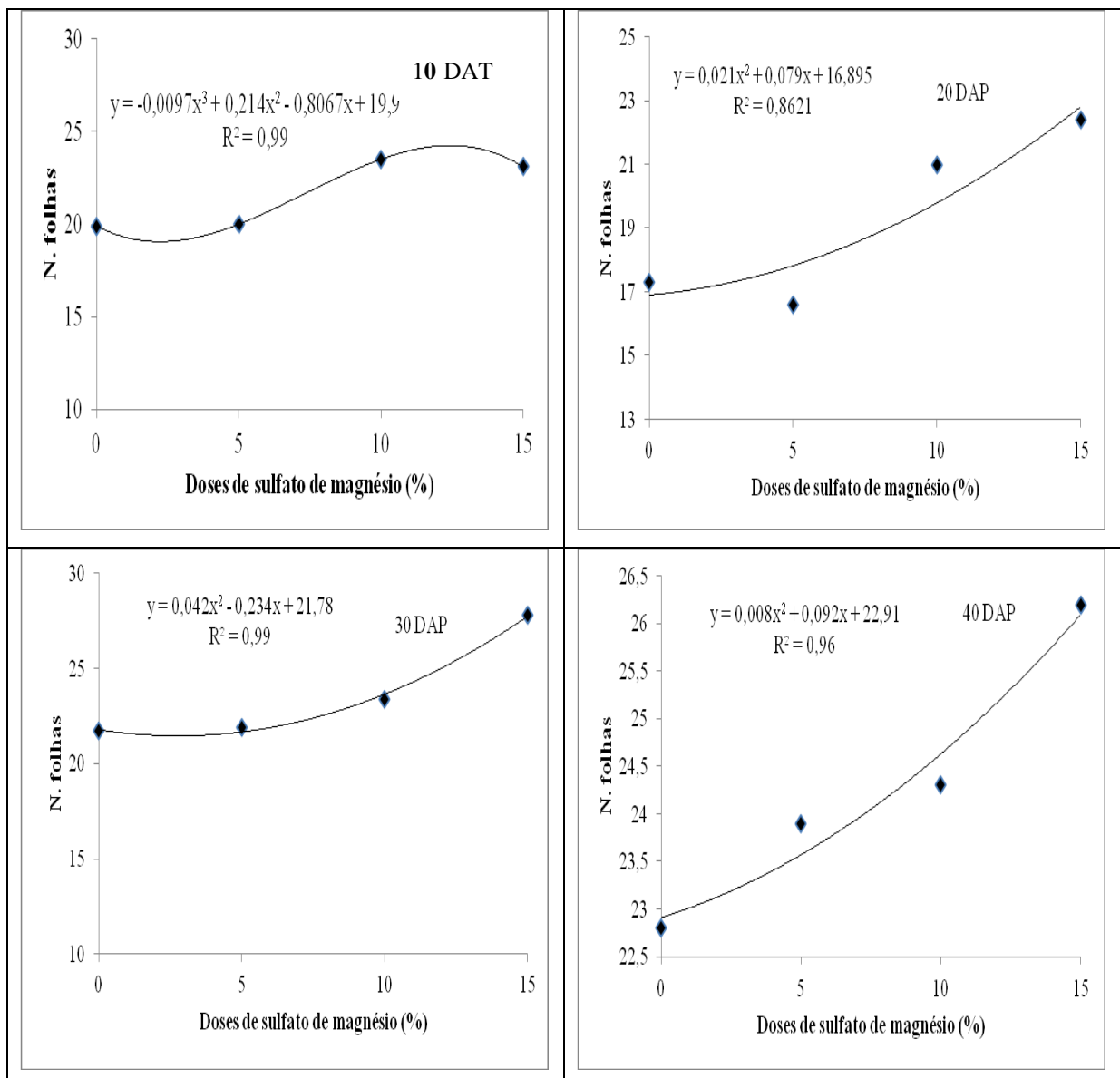


Figura 07. Número de folhas de cebolinha em função de doses de sulfato de magnésio aos 10 DAT, 20 DAT, 30 DAT e 40 DAT em cultivo hidropônico. Fonte: O autor (2019).

Para o comprimento da maior folha observou incremento com o aumento das doses de sulfato de magnésio (Figura 08), sendo o melhor resultado para comprimento da maior

folha observado na dose de 15% de sulfato de magnésio, aos 40 DAT. O menor comprimento da maior folha ocorreu na dose padrão de sulfato de magnésio.

As melhores respostas do comprimento da maior folha em função do aumento da doses se deram aos 07, 28 e 40 DAT, ajustando-se em uma equação quadrática, na relação dose comprimento, justificando o aumento nas doses de sulfato de magnésio. Aos 14 DAT apresentou um comportamento cubico, com pico de crescimento na dose 15 % e depois um leve decline. A análise feita na data 0 DAT não apresentou uma equação que a represente, as plantas ainda não haviam sido submetidas aos tratamentos.

As análises feitas aos 21 DAT não acompanharam o aumento das doses, sendo assim não é recomendado o aumento da dose de sulfato de magnésio nesta dada, pois não apresentou respostas significativas. Para Costa et al., (2010) “a aplicação do sulfato de magnésio pode ou não influenciar positivamente determinadas características da planta incluindo-se a produção”. Barroso, (2013), avaliando diferentes doses de sulfato de magnésio em batata cultivada em hidroponia, a altura da planta, número de hastes, número de folhas, matérias fresca e seca dos órgãos, quando avaliadas aos 21 DAE, não foram influenciadas significativamente por dose de Mg.

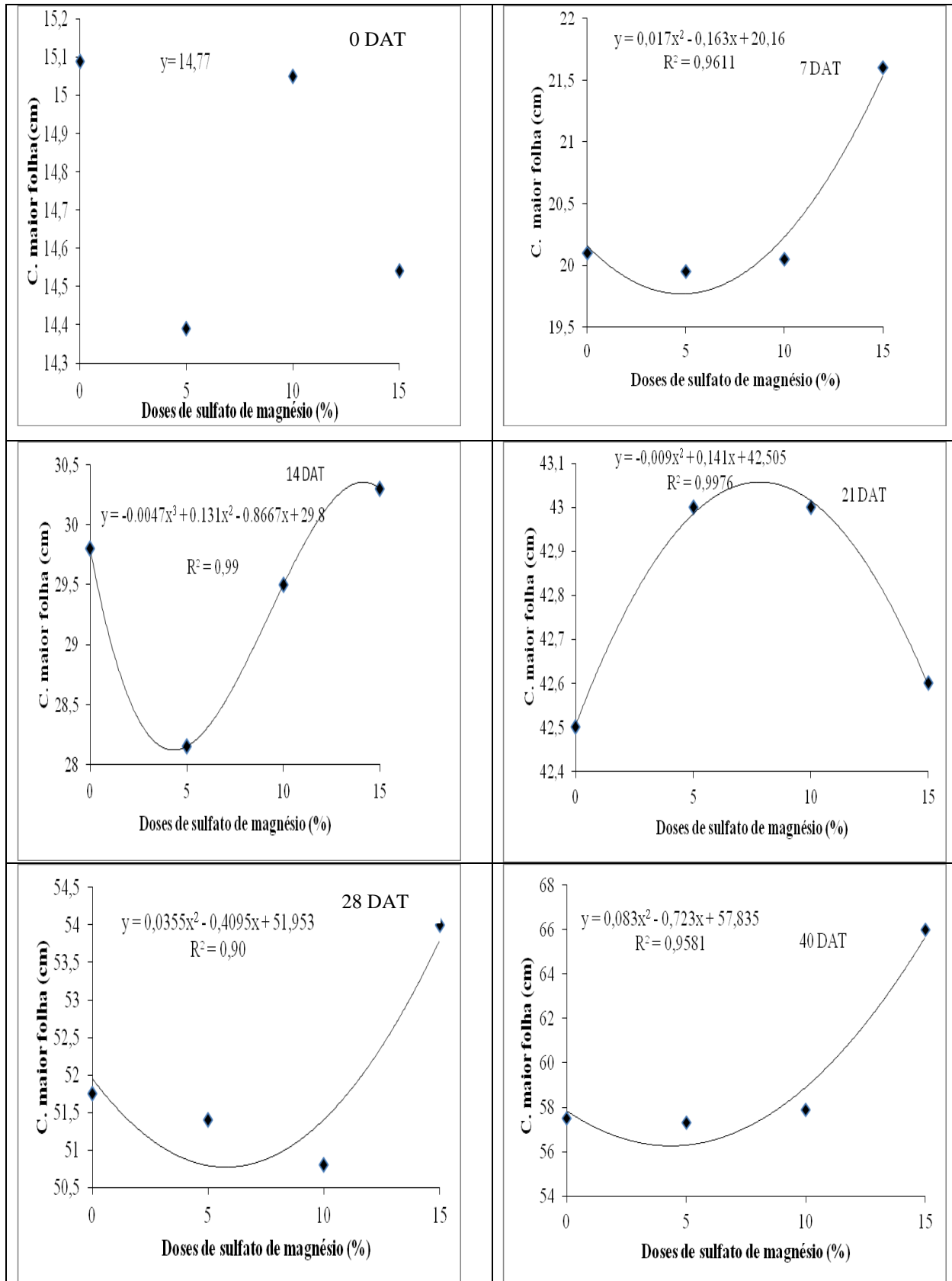


Figura 08. Comprimento da maior folha de cebolinha em função de diferentes doses de sulfato de magnésio produzida em hidroponia. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019. Fonte: O autor (2019).

Portanto, a maior concentração de $MgSO_4$ contribuiu para diminuir a percentagem de tombamento foliar, fator de extrema importância para a comercialização da cebolinha, assim como representou um aumento da altura da planta e também possibilitou um bom número de folhas, sendo 24.30 folhas em média aos 40 DAT. Diferente de Santos et al., (2006), avaliando o cultivo da cebolinha hidropônica e aumento de doses de cloreto de potássio (KCl) em solução nutritiva, onde comprimento, número de folhas e tombamento não responderam ao aumento das doses.

Para o índice relativo de clorofila verificou-se diferença significativa, sendo a equação linear (Figura 09). O maior índice relativo de clorofila foi obtido com a dose de 15% de sulfato de magnésio, possivelmente o aumento crescente das doses deste nutriente proporcionaram aumento na síntese de clorofilas. SILVA et. al., (2015) avaliando as características físico-químicas de cebolinha comum e europeia encontrou teores de clorofila total ($39,97 \text{ mg g}^{-1}$ e $33,67 \text{ mg g}^{-1}$) nas diferentes espécies.

As clorofilas são porfirinas magnesianas e o Mg corresponde a 2,7% do peso molecular das mesmas e 10% do teor total de Mg presente nas folhas, é relatado que até 35% do Mg total em plantas é ligado em cloroplastos. Uma parte significativa do Mg nas folhas é anexada as moléculas de clorofila a e b, que são os principais pigmentos para absorção de luz fotossintética e a síntese de ambos os pigmentos requer Mg. Uma resposta comum à deficiência de Mg é a redução das concentrações de clorofila causando amarelecimento foliar, perda da eficiência fotossintética e respiratória (MALAVOLTA, 2006; MENGUTAY et al., 2013; CAKMAK & YAZICI, 2010).

O índice relativo de clorofila pode ser utilizado como indicativo do teor de clorofila da folha e na avaliação do estado nutricional das plantas, principalmente em relação ao nitrogênio. A síntese de clorofila depende de três fatores, genético, luminosidade e nutricional (FLOSS, 2011). A retenção de clorofila e carotenoides é muito importante para determinar a qualidade final das hortaliças verdes (SILVA et. al., 2015).

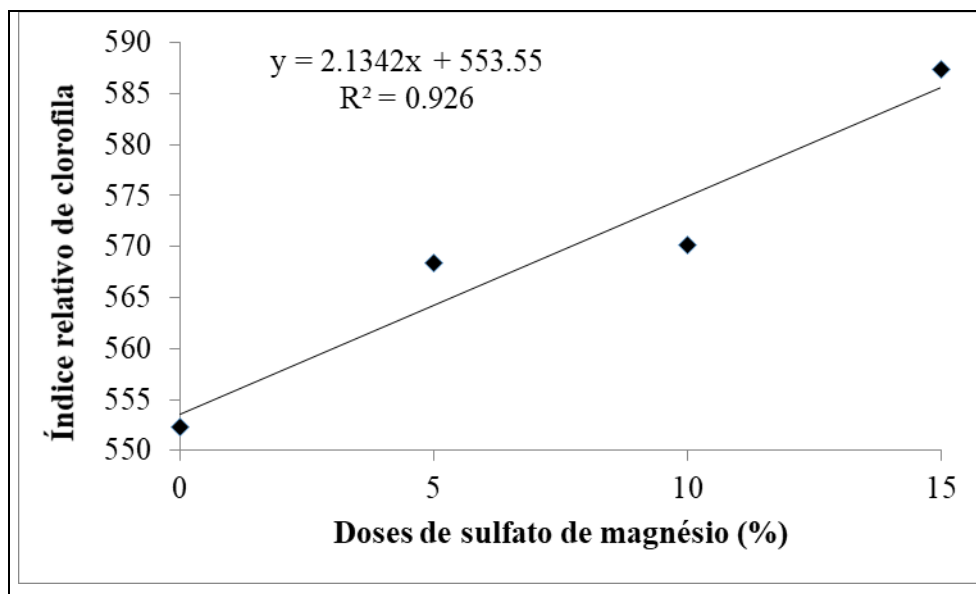


Figura 09. Índice relativo de clorofila em função de doses de sulfato de magnésio aos 40 DAT em cultivo hidropônico. Fonte: O autor (2019).

As doses de sulfato de magnésio influenciaram significativamente as massas fresca e seca das raízes e folhas (Figura 10). Para as massas fresca e seca da raiz observou-se comportamento quadrático. Os maiores valores de massa fresca e seca da raiz foram obtidos na dose 5% de sulfato de magnésio.

Para massa fresca e seca das folhas observou-se comportamento cúbico. A dose de 5% de sulfato de magnésio resultou em maiores ganhos de biomassa em relação as demais concentrações avaliadas. Verificou-se que para o acúmulo de biomassa doses crescentes de sulfato de magnésio não foram significativas em termos de ganhos para massa das plantas de cebolinha. Desta forma o acúmulo de biomassa respondeu o aumento de sulfato de magnésio até a dose de 5 %, não incrementando massa em doses superiores.

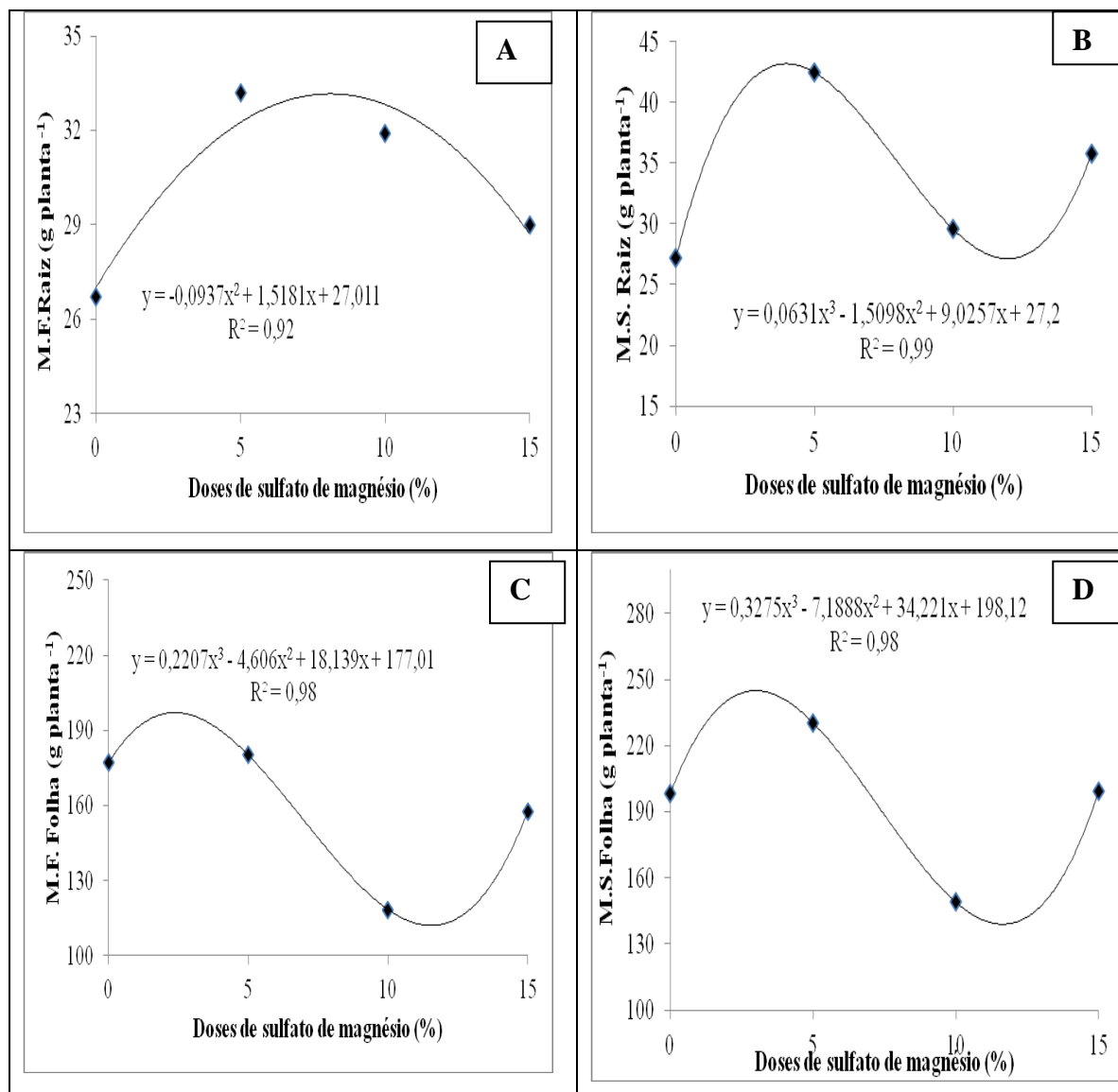


Figura 10. Massa fresca da raiz (A); massa seca da raiz (B); massa fresca folha (C); massa seca folha (D) de cebolinha em função de diferentes doses de sulfato de magnésio produzida em hidroponia. UTFPR, Dois Vizinhos, 2019. Fonte: O autor (2019).

Santos, et al., (2005), encontrou resultados semelhantes, avaliando o cultivo da cebolinha hidropônica e aumento de doses de cloreto de potássio (KCl) em solução nutritiva, a massa fresca e seca não foram influenciadas pelo aumento das doses.

Para as avaliações do teor de macronutrientes e micronutrientes da folha realizado com a coleta das plantas no momento da colheita (40 DAT), não houve diferença estatística significativa para os macronutrientes nitrogênio (N), potássio (K) e enxofre (S) e micronutrientes, boro (B) e ferro (Fe). E apresentaram diferença estatística significativa os macronutrientes fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e os micronutrientes, cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn) (Tabela 3), desta forma, nestes tratamentos as doses de $MgSO_4$, influenciaram na questão nutricional da folha.

A concentração foliar dos macro nutrientes extraídos em maior quantidade apresentou a seguinte ordem decrescente N>K>Ca>P>Mg>S, assemelhando-se em alguns nutrientes encontrados por Bernal *et al.* (2008) em folhas de cebolinha hidropônica, apresentando a ordem K>N>Ca>Mg>P>S.

Tabela 3 –Avaliação do teor de macronutrintes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) da folha aos 40 dias após o transplante (DAT), momento da colheita da cebolinha. Dois Vizinhos, UTFPR, 2019.

Tratamentos	Macronutrientes (g/Kg ⁻¹)						Micronutrientes (mg/Kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0%	38,11 ^{ns}	7,43b	21,6 ^{ns}	9,11b	2,22b	2,81 ^{ns}	27,79 ^{ns}	9,81b	302,1 ^{ns}	55,71a	10,48b
5%	38,22	7,87ab	21,7	9,85ab	2,5ab	2,63	27,58	9,3b	262,5	47,39b	9,56b
10%	42,88	8,47a	22	10,74a	2,8a	2,83	27,6	11a	307,1	57,55a	13,51a
15%	43,12	8,25ab	22,8	9,9ab	2,85a	1,59	28,63	10,26ab	244,3	55,57a	14,46a
Média	40,61	8	22,02	9,9	2,6	1,71	27,9	10,09	279	54,1	12
C.V (%)	9	6	9	6	10	14	8	6	13	7	13

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: O autor, 2019.

O teor de fósforo foi maior na dose de 10%, sendo de 8,47 g Kg⁻¹ seguido da dose padrão (T1), 7,43 g/Kg⁻¹, os demais tratamentos avaliados não difeririam estatisticamente entre si (Tabela 3). Resultados semelhantes também foram encontrados para os macronutrintes cálcio e magnésio.

O teor de cobre foi maior para nas doses de 10% e 15%, sendo 11 mg/Kg⁻¹ e 10,26 mg/Kg⁻¹, respectivamente (Tabela 3). Já para o micronutriente manganês os maiores teores foram observados nas doses padrão, 10% e 15%, sendo que não houve diferença entre esses tratamentos. Para o teor de zinco foi maior nas doses 10% e 15% (Tabela 3). Portanto, as diferentes doses de MgSO₄, influenciaram no teor de nutrientes da folha para alguns macro e micronutrintes.

A cebolinha pode ser considerada pouco exigente quanto a nutrição, se comparada a outras aliáceas como alho e cebola, extraindo por hectare, para uma população de 200.000 plantas (25 x 20 cm), 12,2 kg de N, 3,8 kg de P, 11,4 kg de K, 3,2 kg de Ca, 2,4 kg de Mg, 1,5 kg de S e 16,9g de B (BELFORT e HAAG, 1983).

Na cebolinha, os macronutrientes encontram-se em maiores concentrações percentuais na parte aérea, tanto na fase inicial de crescimento, quanto na fase de rebrota.

Sendo que, a falta de nitrogênio causa pouco desenvolvimento da planta, clorose predominante nas folhas velhas, intenso secamento a partir das extremidades, com grande senescência e as folhas novas apresentando-se finas e curtas. O fósforo causa escurecimento das folhas mais velhas, além de uma ligeira clorose e necrose das extremidades (BELFORT e HAAG, 1983).

A falta de potássio se apresenta em folhas mais velhas de um verde pouco intenso, apresentando extremidades cloróticas e secas, mas com bom porte, intenso ataque de trips associado com ataque de fungos. O cálcio apresenta sintomas nas folhas jovens com folhas encurvadas, secando a partir do ápice, acentuada senescência foliar, apresentando sinais de desequilíbrio hídrico nos horários mais quentes do dia. Na falta de magnésio folhas mais velhas apresentando um verde claro, secamento do ápice e porte normal. Para o enxofre as folhas apresentam aparência normal. E a deficiência de boro se caracteriza por folhas bastante finas, pequenas, retorcidas e em número reduzido (BELFORT e HAAG, 1983).

O teor de macronutrientes e micronutrientes da raiz não houve diferença estatística significativa para os macronutrientes potássio (K) e enxofre (S) e para todos os micronutrientes avaliados. Os macronutrientes que apresentaram diferença estatística significativa foram nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (Tabela 4).

Tabela 4 –Avaliação do teor de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) da raiz aos 40 dias após o transplante (DAT), momento da colheita da cebolinha. Dois Vizinhos, UTFPR, 2019.

Tratamentos	Macronutrientes (g/Kg ⁻¹)					Micronutrientes (mg/Kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T1 - Padrão	23a	4,8b	10,2	7,5b	24,3ab	1,4	25,9	67,6	529,9	136,8	36,2
T2 – 5%	21,6ab	5,7a	10,3	8,9ab	22,7b	1,7	26,6	60,9	557,6	175,5	38,4
T3 – 10%	24,3a	5,1a	11,1	9,3a	25,1 ^a	1,6	22	71,6	578,9	175,1	41,7
T4 – 15%	20ab	5,6a	11,3	10,0a	26,5 ^a	1,5	22,7	74,5	693	156,6	41,5
Média	22,3	5,3	10,5 ^{ns}	9,1	24,7	1,5 ^{ns}	24,3 ^{ns}	69,6 ^{ns}	568,25 ^{ns}	165,8 ^{ns}	40,0 ^{ns}
C.V (%)	12	7	9	13	9	11	7	8	16	9	13

*Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns} não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: O autor, 2019.

O teor de nitrogênio da raiz foi maior nas doses padrão e 10%, sendo 23 g/Kg⁻¹ e 24,3 g/Kg⁻¹ respectivamente (Tabela 4). Para o macronutriente fósforo, os maiores teores foram obtidos nas doses, 5%, 10% e 15%, sendo que esses tratamentos diferiram somente da

dose padrão, desta forma, o aumento na dose de MgSO_4 , possibilitou maior acúmulo no teor de fósforo na raiz da planta.

O teor de cálcio foi maior nas doses 10% e 15% de MgSO_4 , sendo de $9,3 \text{ g/Kg}^{-1}$ e $10,0 \text{ g/Kg}^{-1}$, respectivamente (Tabela 4). O mesmo foi observado para o teor de magnésio, sendo que na dose 10% o teor de magnésio foi de $25,1 \text{ g/Kg}^{-1}$ e na dose 15% de $26,5 \text{ g/Kg}^{-1}$ (Tabela 4).

A absorção dos micronutrientes e os macronutrientes S e K não foram influenciados pelo aumento das doses de sulfato de magnésio, desta forma, o aumento deste nutriente na solução não influencia a absorção dos demais disponíveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das avaliações feitas na cebolinha indicam que o aumento nas porcentagens sulfato de magnésio na solução nutritiva proporciona maiores ganhos a cultura. Assim como sua antecipação de colheita, maior número de folhas por planta e menores taxas de tombamento foliar.

Seria interessante testar doses inferiores e superiores das doses trabalhadas, com o objetivo de avaliar os níveis de deficiência nas plantas quando submetidas a falta deste nutriente. E avaliar o grau de fitotoxicidade quando submetidas a altas doses.

O aumento das doses de sulfato de magnésio para a cultura da cebolinha vai variar de acordo com o objetivo dos produtores. Caso a comercialização do produto seja por maços, a máxima dose testada trará maior retorno, caso a comercialização seja feita por Kg, recomenda-se o aumento das doses até próximo 5 % da solução original, pois, com base neste trabalho, acima desta dose as plantas não apresentaram resultados satisfatórios.

6 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que, o aumento na concentração de sulfato de magnésio contribuiu para reduzir o tombamento foliar.

Influenciou positivamente no número de folhas e comprimento da maior folha da cebolinha, sendo esse efeito observado principalmente na maior concentração avaliada.

O índice relativo de clorofila ajustou-se a uma equação linear em relação ao aumento das doses.

As massas seca e fresca das plantas apresentaram maiores resultados próximo a dose de 5% de sulfato de magnésio.

O teor de macro e micronutrientes da folha e raiz em sua maioria não apresentou diferença significativa entre os tratamentos.

7 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart**, n. 22, p.711-728, 2013.
- ARAÚJO, J.; FAQUIN, V.; PEREIRA BALIZA, D.; DE ÁVILA, F. W.; & CELOTO GUERRERO, A. Crescimento e nutrição mineral de cebolinha verde cultivada hidroponicamente sob diferentes concentrações de N, P e K. **Revista Ceres**, v. 63, n. 2, 2016.
- ARRIGHI, M. Produção hidropônica de cebolinha. **Revista Hidroponia**. 29 de maio de 2015. Disponível em: <http://www.revistahidroponia.com.br/por-dentro-da-estufa/noticia.php?noticia=28310>. Acesso em 31 de outubro de 2017.
- BARROSO, F., D., L.. INFLUÊNCIA DO MAGNÉSIO SOBRE O DESENVOLVIMENTO, PRODUTIVIDADE E ÍNDICES NITROGENADOS DA BATATA SEMENTE BÁSICA, CULTIVADA EM SUBSTRATO ORGÂNICO E EM HIDROPONIA. 2013. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Viçosa.
- BELFORT, C. C.; HAAG, H. P. Mineral nutrition of vegetable crops: LVI-macronutrients and boron malnutrition in *Allium schoe-noprasum*. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 40, n. 1, p. 221-234, 1983.
- BERNAL, D. A., MORALES, L. C., FISCHER, G., CUERVO, J., & MAGNITSKIY, S.. Caracterización de las deficiencias de macronutrientes en plantas de cebollín (*Allium schoenoprasum* L.). **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, v. 2, n. 2, p. 192-204, 2008.
- CAKMAK, I., & YAZICI, A. M. Magnesium: a forgotten element in crop production. **Better Crops**, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.
- CARDOSO, M. O; BERNI, F. Índices agronômicos na cebolinha com doses de sulfato de amônio. **Horticultura Brasileira**. 30:2375-2382. 2012.
- CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.
- COMETTI, N. N. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica-sistema NFT**. 2003. 128 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

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.

EMBRATER, EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA DE EXTENSÃO RURAL. **Manual técnico de Olericultura**. Rio de Janeiro: Brasília, 1980. 98 p. (Manuais, 28)

FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; VILELA, L. A. A. **Produção de alface em hidroponia**. Lavras: UFLA, 50p. 1996.

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, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. Nutrição e adubação de hortaliças. In: ANAIS DO SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, Jaboticabal, 1990. **Anais**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 473-476.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000.

FILGUEIRA, A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3ª ed. Viçosa, UFV, 2008. 421p.

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

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; & FAQUIN, V. Cultivo Hidropônico de Plantas. Campinas, **Instituto Agrônomo**. (Boletim Técnico, 180). 1999.

GOTO R. Reflexões sobre a cadeia de frutas e hortaliças. In: **AGRIANUAL 2010**. Anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: FNP. p. 345-347p. 2010.

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

INSTITUTO CENTRO DE ENSINO TECNOLÓGICO. **Produtor de hortaliças**. 2ª ed. Fortaleza, Edições Demócrito Rocha; Ministério da Ciência e Tecnologia, 2004. 88p. (Cadernos tecnológicos).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – **Censo Agropecuário 2006**. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2016/. Acesso em 10 de outubro de 2017.

KANEKO MG. 2006. **Produção de coentro e cebolinha em substratos regionais da Amazônia à base de madeira em decomposição (paú)**. Brasília: UNB – FAMV, 58 p (Dissertação de Mestrado).

LANA, M. M; TAVARES, A. S. **50 Hortaliças: como comprar, conservar e consumir**. 2ª ed. Brasília, DF. Editores Técnicos, 2010. 209p. (EMBRAPA).

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-CNPH: EMBRAPA-SPI, 1993. 116 p. (Coleção plantar, 4)

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

MENGUTAY, M., CEYLAN, Y., KUTMAN, UB. ÇAKMAK, I.. A nutrição adequada de magnésio atenua os efeitos adversos do estresse térmico no milho e no trigo. *Planta e Solo*. 368 : 57 – 72. 2013.

MARCUZZO, L. L. Tombamento da cebolinha como evitar. **CAMPO & NEGÓCIOS**. Hortifrúti. 2017.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba. Potofós, 1997. 315p.

MORAES, C. A. G. **Hidroponia: como cultivar tomates em sistema NFT**. DISQ, 1997. 141p.

NASCIMENTO, R., DEUNER, S., FERREIRA, L. S., BADINELLI, P. G., & KERBER, R. S. Crescimento e teores de clorofila e carotenóides em três cultivares de soja em função da adubação com magnésio. **Ceres**, v. 56, n. 3, 2015.

SANTOS, J. M., PEGORARO, R. F., PEREIRA, P. R., FAGUNDES, J. L., MISTURA, C., AGOSTINI, M. A.; & FONTES, P. C. R.. Comportamento da cebolinha cultivada sob diferentes níveis de cloreto de potássio em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 52, n. 303, 2006.

SCHMIDT, D. **Soluções nutritivas, cultivares e formas de sustentação de alface cultivada em hidroponia**. 1999. 79p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

SAS INSTITUTE. **SAS Data Integration Studio 2014**.. Disponível em: http://www.sas.com/en_us/software/university-edition.html//. Acesso em: 25 de maio de 2019.

DA 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, Josenilda Maria da et al. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, v. 8, n. 2, 2007.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3° edição, Porto Alegre: Artmed, 2004.719p.

TEIXEIRA, N. T. **Hidroponia**: "uma alternativa para pequenas areas". Guaíba: livraria e editora agropecuaria ltda. 1996.