



ANDRÉ LUIZ PINHEIRO TEIXEIRA

**QUALIDADE QUÍMICA DA SOLUÇÃO DO SOLO
CULTIVADO COM TOMATEIRO SWEET HEAVEN®
IRRIGADO COM ÁGUA TRATADA MAGNETICAMENTE**

**LAVRAS- MG
2022**

ANDRÉ LUIZ PINHEIRO TEIXEIRA

**QUALIDADE QUÍMICA DA SOLUÇÃO DO SOLO CULTIVADO COM
TOMATEIRO SWEET HEAVEN® IRRIGADO COM ÁGUA TRATADA
MAGNETICAMENTE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador

Prof.Dr. Adriano Valentim Diotto

**LAVRAS- MG
2022**

ANDRÉ LUIZ PINHEIRO TEIXEIRA

**QUALIDADE QUÍMICA DA SOLUÇÃO DO SOLO CULTIVADO COM
TOMATEIRO SWEET HEAVEN® IRRIGADO COM ÁGUA TRATADA
MAGNETICAMENTE**

**CHEMICAL QUALITY OF SOIL SOLUTION CULTIVATED WITH SWEET
HEAVEN® TOMATO IRRIGATED WITH MAGNETICALLY TREATED WATER**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 20 de Abril de 2022.

Prof. Dr. Adriano Valentim Diotto, UFLA.

Prof. Dr. Michael Silveira Thebaldi, UFLA.

Doutoranda Mariana Lúcio Gontijo, UFLA.

Orientador

Prof.Dr Adriano Valentim Diotto

**LAVRAS- MG
2022**

RESUMO

O tomate é uma fruta que se destaca no cenário brasileiro, fazendo com que o Brasil ocupe um local de destaque na produção mundial. Ele pode ser consumido tanto in natura, como industrializado. Uma das opções é a variedade Sweet Heaven® que é um tomateiro do grupo dos cerejas, sendo bastante consumido em saladas. Obtém características que agradam ao paladar do brasileiro e por este motivo, vem sendo difundido na culinária nacional. A disponibilidade de nutrientes que o tomateiro é submetido, está diretamente ligado as características que o tomate irá apresentar na colheita. Os nutrientes são responsáveis pelo crescimento, sabor e amadurecimento da fruta. Já a disponibilidade da água está ligado diretamente a produção, sendo um dos principais atributos necessários para que o produto venha a se desenvolver corretamente. Nesse sentido, o uso do tratamento magnético na água é preconizado para auxiliar no desenvolvimento radicular, desenvolvimento das parte aérea, eficiência do uso da água, entre outros benefícios. Por este motivo, que o presente estudo tem como objetivo analisar e verificar qual o comportamento do PH, da condutividade elétrica, do cálcio, magnésio e o potássio frente a utilização do tratamento magnético da água em comparação a água não tratada. O experimento geral foi composto por 180 vasos de oito litros com espaçamento entre plantas de 0,30 metros e 1,10 metros entre linhas distribuídos de forma inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial. Para a coleta de solução do solo, foi instalado apenas extratores em 24 vasos entre as quatro lâminas de irrigação (60%, 90%, 120% e 150% da Etc (Evapotranspiração da cultura)) combinado com água tratada magneticamente e água sem tratamento. Verificou-se que no cultivo do tomateiro Sweet Heaven® ao longo de 10 semanas, não houve efeito dos tratamentos de lâmina e do uso da água tratada magneticamente no PH, condutividade elétrica e na concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), havendo somente variação ao longo das semanas.

Palavras- chave: água magnetizada, disponibilidade de nutrientes, tomaticultura, fertirrigação, qualidade química

ABSTRACT

The tomato is a fruit that stands out in the Brazilian scenario, making Brazil occupy a prominent place in world production. It can be consumed both fresh and industrialized. One of the options is the Sweet Heaven® variety, which is a tomato from the cherry group, being widely consumed in salads. It obtains characteristics that please the Brazilian palate and for this reason, it has been spread in national cuisine. The availability of nutrients that the tomato plant is subjected to is directly linked to the characteristics that the tomato will present at harvest. Nutrients are responsible for the growth, flavor and ripening of the fruit. The availability of water is directly linked to production, being one of the main attributes necessary for the product to develop correctly. In this sense, the use of magnetic treatment in water is recommended to assist in root development, development of the aerial part, efficiency of water use, among other benefits. For this reason, the present study aims to analyze and verify the behavior of PH, electrical conductivity, calcium, magnesium and potassium against the use of magnetic treatment of water compared to untreated water. The general experiment consisted of 180 eight-liter pots with spacing between plants of 0.30 meters and 1.10 meters between rows distributed in a completely randomized manner (DIC) in the factorial scheme. For soil solution collection, only extractors were installed in 24 pots between the four irrigation depths (60%, 90%, 120% and 150% of Etc (Evapotranspiration of the crop)) combined with magnetically treated water and untreated water. . It was found that in the cultivation of Sweet Heaven® tomato plants over 10 weeks, there was no effect of the blade treatments and the use of magnetically treated water on the pH, electrical conductivity and concentration of calcium (Ca), magnesium (Mg) and potassium (K), with only variation over the weeks.

Keywords: magnetized water, nutrient availability, tomato cultivation, fertigation, chemical quality

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Estimativa da produção de tomate, segundo as principais Unidades da Federação produtoras e variação anual (%) – Brasil – 2020 e 2021.....	03
Figura 1 – Delimitação do experimento global.....	07
Figura 2 – Extrator de solução instalado no vaso.....	08
Tabela 1 – Resumo da análise de variância para os fatores analisados.....	12
Gráfico 2 – Média dos valores encontrados ao longo das semana para pH	13
Gráfico 3 – Média dos valores encontrados ao longo das semana para condutividade elétrica.....	14
Gráfico 4 – Média dos valores encontrados ao longo das semana para concentração de potássio	15
Gráfico 5 – Média dos valores encontrados ao longo das semana para concentração de cálcio.....	15
Gráfico 6 – Média dos valores encontrados ao longo das semana para concentração de magnésio	16

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVO	02
3. REFERENCIAL TEÓRICO	02
3.1. Aspectos do tomate	02
3.2. Água tratada magneticamente	04
3.2 Disponibilidade de nutrientes aos cultivos	05
4. MATERIAL E MÉTODOS	06
4.1 Planejamento experimental	06
4.2 Extração da solução do solo	09
4.3 Análise química da solução extraída	10
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
6. CONCLUSÃO	16
7. REFERÊNCIAS	17

1. INTRODUÇÃO

O tomate é uma fruta que se destaca no cenário brasileiro, fazendo com que o país ocupe um local de destaque na produção mundial. Ele pode ser consumido tanto in natura, como industrializado, estando presente na culinária nacional em diversos pratos típicos, como a moqueca de peixe, camarão na moranga, entre outros. Entre as variedades existentes, a Sweet Heaven® se destaca.

A variedade Sweet Heaven® é um tomateiro do grupo dos cerejas, bastante consumido em saladas. Se destaca por um sabor mais adocicado, com baixa acidez e que desmancha na boca. Obtém características que agradam ao paladar do brasileiro, e por este motivo, vem sendo difundido na culinária nacional. Como qualquer produção de tomateiro, tem como desafios realizar uma produção de excelente qualidade e com um alto rendimento. Para que seja possível alcançar estes objetivos, se faz necessário um acompanhamento mais detalhado na disponibilidade de nutrientes e de água ao longo do ciclo de cultivo.

A disponibilidade de nutrientes ao tomateiro, está diretamente ligada as características que o tomate irá apresentar na colheita. Os nutrientes são responsáveis pelo crescimento, sabor e amadurecimento da fruta, sendo de extrema relevância a averiguação da sua disponibilidade para que se possa obter uma produção com alto rendimento e com excelente qualidade. A disponibilidade de nutrientes influenciam na aparência da fruta, nas características nutricionais que ela oferece e na sua ação antioxidante. Caso não seja nutrido de forma adequada, o tomateiro não terá um bom crescimento, um bom desenvolvimento radicular, entre outros prejuízos. Por isso, se faz necessário um adequado acompanhamento nutricional para que o produto não venha a apresentar atributos que não seja bem visto no mercado consumidor e que não traga prejuízos ao produtor.

Já a disponibilidade da água está ligada diretamente a produção, sendo um dos principais atributos necessários para que o cultivo venha a se desenvolver corretamente. Nesse sentido, o uso do tratamento magnético na água é preconizado para auxiliar no desenvolvimento radicular, desenvolvimento das parte aérea, eficiência do uso da água, entre outros benefícios.

Pela importância da disponibilidade dos nutrientes e da água no tomateiro, objetivou-se neste estudo analisar o efeito da irrigação com água tratada magneticamente na dinâmica de nutrientes disponíveis para a planta em seu ciclo de cultivo.

2. OBJETIVO

Analisar o efeito da irrigação com água tratada magneticamente, sobre disponibilidade de (Ca), (Mg) e (K), além de pH e condutividade elétrica, na solução do solo de um cultivo de tomate da variedade Sweet Heaven®.

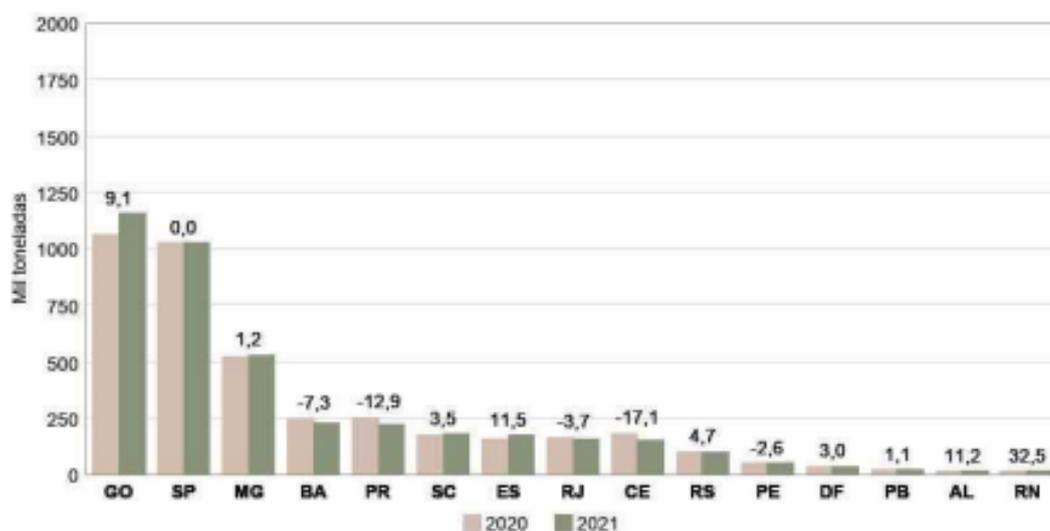
3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Aspectos do tomate

O tomate tem origem na América do Sul, na região da Cordilheira dos Andes, mas foi no México que esta fruta foi introduzida na alimentação local e tornou-se mundialmente conhecida. No Brasil, atualmente, são produzidas a maioria das variedades existentes, destacando-se os estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais como principais produtores, concentrando metade da área e produção nacional (CONAB, 2021).

Para o ano de 2021 (Gráfico 1), a produção nacional foi estimada em 4 milhões de toneladas com crescimento de 2,0% (IBGE, 2021). Com a alta do dólar e a dependência do uso de insumos agrícolas, a tendência é que o custo de produção aumente. E um dos principais desafios encontrados na produção de tomate, é realizar uma produção com boa qualidade alto rendimento.

Gráfico 1 . Estimativas da produção de tomate, segundo as principais Unidades da Federação produtoras e variação anual (%) - Brasil – 2020 e 2021



Fonte: Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – (IBGE, 2021).

No Brasil a tomaticultura tem uma grande importância social e econômica. Conforme Duarte, (2019), ela é a olerácea cultivada nacionalmente de maior produção, e gera renda em todos os setores da economia e com grande capacidade de gerar emprego. Neste sentido de ganhar mais espaço e participação no PIB brasileiro, o melhoramento genético proporcionou obter produtividades entre 115 t ha^{-1} e 188 t ha^{-1} , ocasionando maior rentabilidade para o produtor e melhor utilização da sua propriedade (Fontes et al. 1997, Alvarenga 2013, Purquerio et al. 2016, Moraes et al. 2018).

O tomate é rico em vitaminas, minerais, aminoácidos essenciais, açúcares e fibras dietéticas. Contém grandes quantidades de vitaminas B e C, fósforo e ferro (DAM et al, 2006). É uma planta anual que pode ultrapassar dois metros de altura. Pode ocorrer a colheita 45 a 55 dias posteriormente a florescência ou 90 a 120 dias após a sementeira. A sua cor difere entre amarelo e vermelho. É uma cultura que pode ter ciclo curto, ciclo produtivo em até um ano ou menos, os frutos podem ser secos, processados e enlatados e podem se encaixar em diversos sistemas de cultivo. Há diversas variedades que devem ser escolhidas averiguando as condições locais e o objetivo do cultivo, pois a disponibilidade de água, o tipo de solo encontrado na região, temperatura e luz são fatores cruciais para um bom desenvolvimento.

3.2. Água tratada magneticamente

Atualmente, há uma procura em diversos setores para buscar soluções que ajudem a melhorar, otimizar e substituir os métodos tradicionais buscando incrementar os rendimentos com o mínimo de despesa possível (Moya et al., 2009). Seguindo este princípio, vêm sendo difundido estudos acerca do uso de campos magnéticos no tratamento da água. Foram comprovados resultados positivos no uso da água tratada magneticamente no desenvolvimento de culturas (Nimmi & Madhu, 2009; Kataria et al., 2015), no desenvolvimento radicular (Turker et al., 2007), disponibilidade de água (Maheshwari; Grewal, 2009), eficiência de uso da água (Hozayn et al., 2016), no desenvolvimento da parte aérea (de Almeida, 2020), na aceleração da germinação de sementes (Aguilera; Martín, 2016) entre outros benefícios.

A utilização de campo magnético em contato direto com a água, proporciona uma modificação na distribuição do tamanho dos clusters (grandes grupos de moléculas de água que circulam pela estrutura das plantas que são carregados de toxinas, nutrientes e radicais livres) e um enfraquecimento e, conseqüentemente quebra de ligações de hidrogênio nas moléculas da água. Esta alteração ocasiona uma menor interferência na trajetória dos íons transportadores de carga e aumenta sua condutividade elétrica (Zhou et al., 2000). O campo magnético modifica também características físico-químicas da água exposta, como a diminuição da tensão superficial e o aumento da pressão de vapor de água deionizada (Bueno, 1978).

Desta maneira, a exposição ao campo magnético altera a adsorção de água às superfícies (Ozeki et al., 1996), solubilidade de alguns minerais (Hasson et al., 1985; Bogatin, et al., 1999) e tensão superficial (Joshi et al. (1966). Também foi capaz de se constatar em estudos, a degaseificação da água, aumentando a permeabilidade no solo que por sua vez aumenta a eficiência da irrigação (Bogatin et al., 1999).

3.3 Disponibilidade de nutrientes aos cultivos

A necessidade de se utilizar fertilizantes em alta dosagem se deve aos problemas encontrados em algumas culturas em absorver nutrientes no solo (Malavolta, 1987). O tomateiro é uma dessas culturas que necessitam de altas dosagens de fertilizantes, pois apresenta baixa absorção dos nutrientes (Embrapa, 1994).

Deve-se averiguar as diferenças no desenvolvimento e extração de nutrientes de acordo com a variação da fase do cultivo. Esses dados são importantes para criar padrões de acúmulo nas situações observadas e, a partir disso, realizar recomendações de utilização dos fertilizantes de forma mais sustentável e eficiente para a variedade do tomate cultivada (Duart, 2019).

Nesse sentido, o potássio (K) é o nutriente mais requerido pela planta por realizar importante papel como ativador enzimático (Alvarenga, 2013). O K em condições e quantidades ideais no solo proporciona aumento na produção e na qualidade comercial. O seu incremento no solo, por adição de fontes potássicas depende da disponibilidade de K que se encontra no solo, da fertilidade que o solo apresenta e umidade. Mas, em geral, a proporção utilizada pelos agricultores estão acima da necessidade nutricional do tomateiro (Filgueira, 1982).

O cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) são inseridos no solo por meio da calagem, principalmente, e pela fertirrigação. Pela aplicação de calcário, o objetivo é elevar a presença de Ca a pelo menos $4,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e por via fertirrigação devem ser aplicados 212 e 86 kg ha^{-1} para Ca e Mg, respectivamente, independentemente da fertilidade inicial que o solo se encontra (Trani et al. 2018). Para o cálcio faz-se necessário realizar constantes suprimentos devido a sua baixa mobilidade. E como há baixa translocação do nutriente, os sintomas de deficiência aparecem nos pontos de crescimento da parte aérea, em frutos em desenvolvimento e na raízes (Magalhães, 1988).

O magnésio é constituinte da molécula de clorofila e ativador de enzimas, estando diretamente envolvido na coloração dos frutos (Minami e Haag, 1980). E é o quarto ou quinto nutriente mais acumulado pela planta e desempenha papel fundamental nas fases reprodutivas e vegetativas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

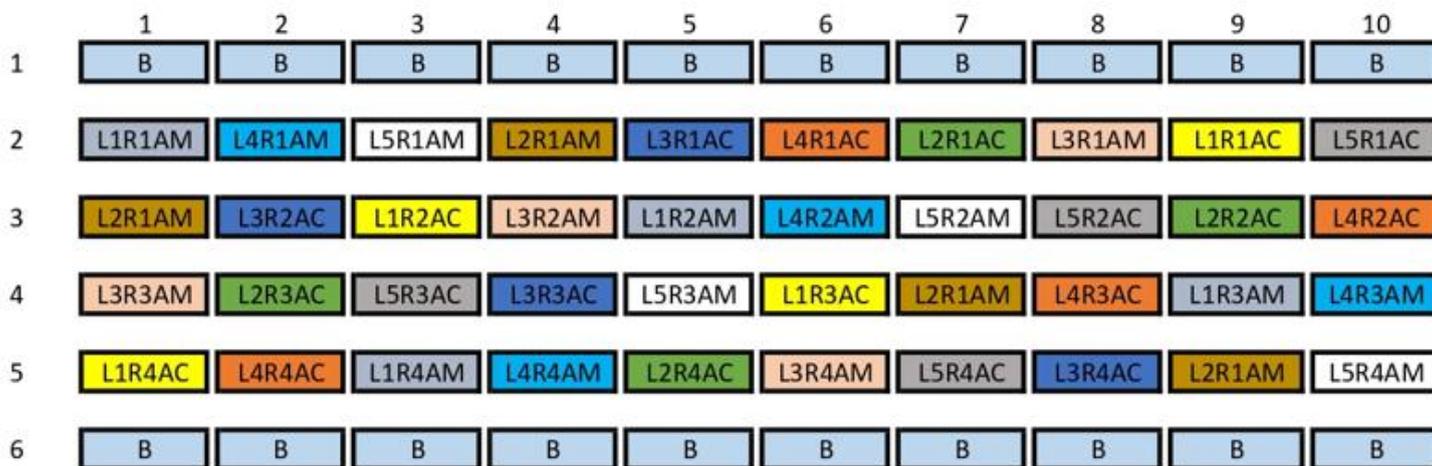
O presente trabalho foi conduzido em uma área experimental do Departamento de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) em casa de vegetação no município de Lavras, sul de Minas Gerais, no período de 04/10/2018 a 13/12/2018. Localizado nas coordenadas 21°13'55.10``S 44°58'35.01`` com elevação de 895 metros, com média de 1237 milímetros de pluviosidade anual e média de temperatura de 20,2 °C (INMET 2022).

4.1 Planejamento experimental

O experimento geral era composto por 180 vasos de oito litros com espaçamento entre plantas de 0,30 metros e 1,10 metros entre linhas distribuídas de forma inteiramente casualizado (DIC). Para a coleta de solução do solo, foram instalados apenas extratores em 24 vasos, um esquema subdividido no tempo, onde a subdivisão foi a semana na qual a coleta da solução do solo foi feita, variando de 1 a 10. As quatro lâminas de irrigação foram (60%, 90%, 120% e 150% da Evapotranspiração da cultura - ETc) combinado com água tratada magneticamente e sem tratamento.

Na figura 1 é apresentado o deliniamento do experimento global sendo a lâmina de irrigação representado por L, a repetição por R, a água tratada por AC e a água tratada magneticamente por AM. As lâminas de irrigação do experimento global eram 30%, 60%, 90%, 120% e 150% da ETc representadas por L1, L2, L3, L4 e L5 respectivamente.

Figura 1 – Deliniamento do experimento global



Fonte: Autor, 2018

Utilizou-se irrigação localizada por gotejamento com emissores acoplados à tubulação (on-line) do modelo autocompensante, com vazão nominal de 2 L h^{-1} com turnos de rega diários. Foi realizado por meio da estimativa da lâmina evapotranspirada utilizando-se, três vasos por tratamento, lisímetros de drenagem instalados em parcelas referente às lâminas 120% e 150% da evapotranspiração da cultura (Etc) e aferindo diariamente. Foi determinada a diferença entre o volume de água coletado no lisímetro (V_c) e o volume aplicado (V_a) no dia anterior para estimar a irrigação necessária (IRN). Para o tempo de irrigação (TI), foi dividido a irrigação necessária (IRN) pela vazão média dos gotejadores (Q_m).

4.2 Extração da solução do solo

Objetivando-se extrair a solução do solo, foi utilizado extratores de cápsula porosa que foram distribuídos nas lâminas de 60%, 90%, 120% e 150% da Etc em três repetições distintas. Eles foram instalados a uma distância de 10 centímetros da planta e a 20 centímetros de profundidade em relação à superfície do solo (Figura 3), conforme metodologia apresentada em experimento com tomate de Ênio et.al (2000).

Para realizar a extração da solução, foi utilizado o método de extração a vácuo (Hossner & Phillips 1973). Uma bomba de vácuo portátil manual foi utilizada para aplicação do vácuo nos extratores de cápsula porosa logo após a irrigação. E em seguida, era utilizado uma seringa para retirada da solução contida no extrator, para posterior armazenagem.

Figura 2 –Extrator de solução instalado no vaso



Fonte: Autor, 2018

4.3 Análise química da solução extraída

Realizada a quantificação da solução extraída, esta foi armazenada em recipientes identificados, previamente lavados e higienizados para que não houvesse contaminação da solução ou perda de amostras. As amostras foram separadas e levadas para o Laboratório de Análise de Águas (LAA) localizado no Departamento de Recursos Hídricos da UFLA (Universidade Federal de Lavras).

Primeiramente, foi analisado o pH e a condutividade elétrica em micro Siemens (mS) com o auxílio do peagâmetro e de condutivímetro de bancada, que foram previamente calibrados.

Após a análise do pH e da condutividade elétrica, as amostras foram preparadas para serem quantificadas quanto ao (Ca), (Mg) e (K) em espectrômetro de absorção atômica (modelo iCE 3000 Serie AAS da Thermo ScientificTM) que analisa a cor da chama (à 1500 °C) produzida.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizado a análise de variância ao nível de significância de 5 % utilizando como fatores de variação os tratamentos e, o tempo (Tabela 1), constatou-se que para os parâmetros PH, condutividade elétrica, concentração de potássio (K), de magnésio (Mg) e cálcio (Ca) somente houve diferença estatística significativa entre os dados para o fator de variação tempo. Para obter a análise, foi utilizado o grau de liberdade (GL) que informa a quantidade de informações dos dados que nesse caso foram quatro tratamentos com água tratada magneticamente e quatro com água sem tratamento ao longo de 10 semanas, a soma dos quadrados que representa a variação de todas as observações em torno da média geral e a probabilidade ($Pr > F_c$) de haver diferença estatística.

Como somente o fator de variação tempo apresentou um valor menor de 0,05 na $Pr > F_c$, este foi o único fator a apresentar diferença significativa. Mostrando que a utilização do tratamento magnético na irrigação nas diferentes lâminas de irrigação não alteraram os parâmetros pH, condutividade elétrica, concentração de K, Mg e Ca. Para este fator tempo, foi realizado um teste de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

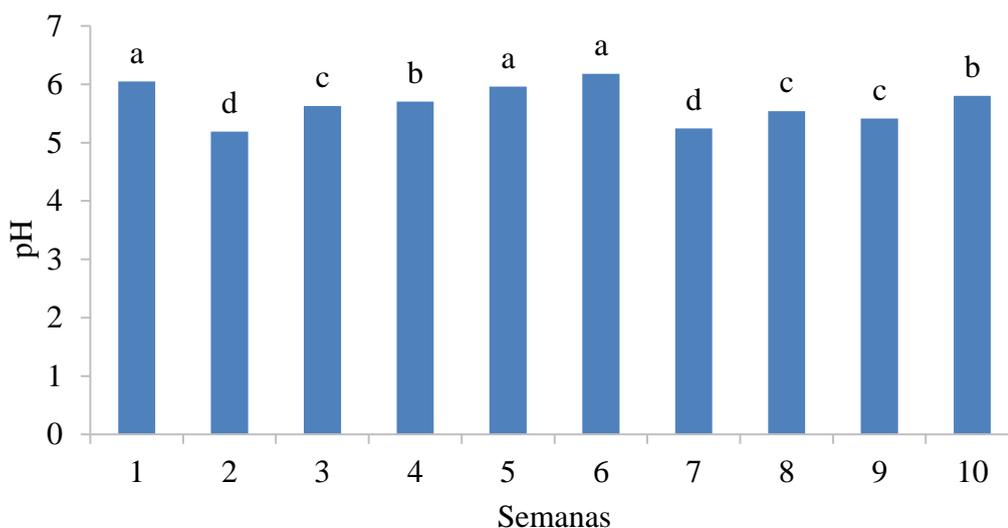
Tabela 1 – Resumo da análise de variância para os fatores de variação

Fator de Variação	GL	Pr>Fc				
		pH	CE	Mg	K	Ca
Tratamentos	7	0.15610	0.16818	0.09616	0.16245	0.13759
Tempo	9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Tratamento*Tempo	62	0.47567	0.58406	0.31697	0.74745	0.51586

Nos gráficos a seguir, como somente apresentou diferença estatística para o fator tempo, foi utilizado a média dos dados para os devidos parâmetros independentemente do tratamento e da lâmina utilizada.

No gráfico 2 podemos observar a variação do pH da solução do solo ao longo das semanas de cultivo. Observa-se que houve diferença estatística entre semanas, mas com a manutenção de um valor médio de 5,67, máximo de 6,17 e mínimo de 5,18.

Gráfico 2 – Média dos valores encontrados ao longo das semanas para pH (letras diferentes nas colunas representam diferença significativa a 5% de probabilidade)



Nos gráficos 3 a 6 pode ser observado que a concentração de cálcio, magnésio, potássio e condutividade elétrica teve um aumento na sua concentração nas últimas semanas. Essa alteração pode ser explicada pelo fato de ao longo do ciclo produtivo do tomate, o tomateiro necessita de maiores concentrações de nutrientes para o seu pleno desenvolvimento e produção. Com isso, houve maior disponibilidade dos nutrientes na solução, que eram provenientes da adubação. O aumento na condutividade elétrica se explica pela mesma ser diretamente influenciada pela presença de sais.

Gráfico 3 – Média dos valores encontrados ao longo das semanas para condutividade elétrica (letras diferentes nas colunas representam diferença significativa a 5% de probabilidade)

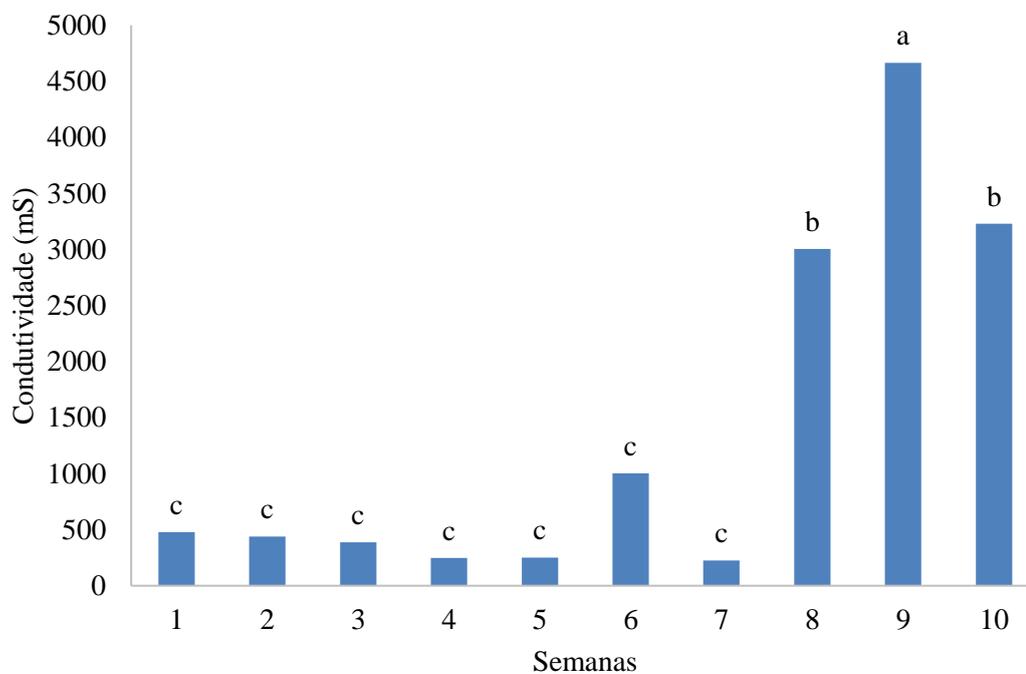


Gráfico 4 – Média dos valores encontrados ao longo das semanas para concentração de potássio (K) (letras diferentes nas colunas representam diferença significativa a 5% de probabilidade)

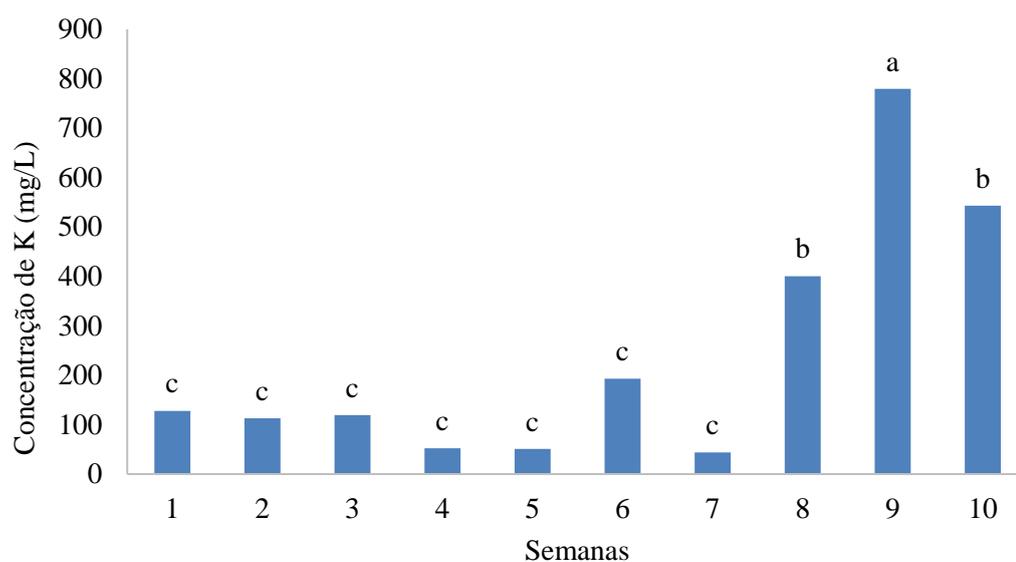


Gráfico 5 – Média dos valores encontrados ao longo das semanas para concentração de cálcio (Ca) (letras diferentes nas colunas representam diferença significativa a 5% de probabilidade)

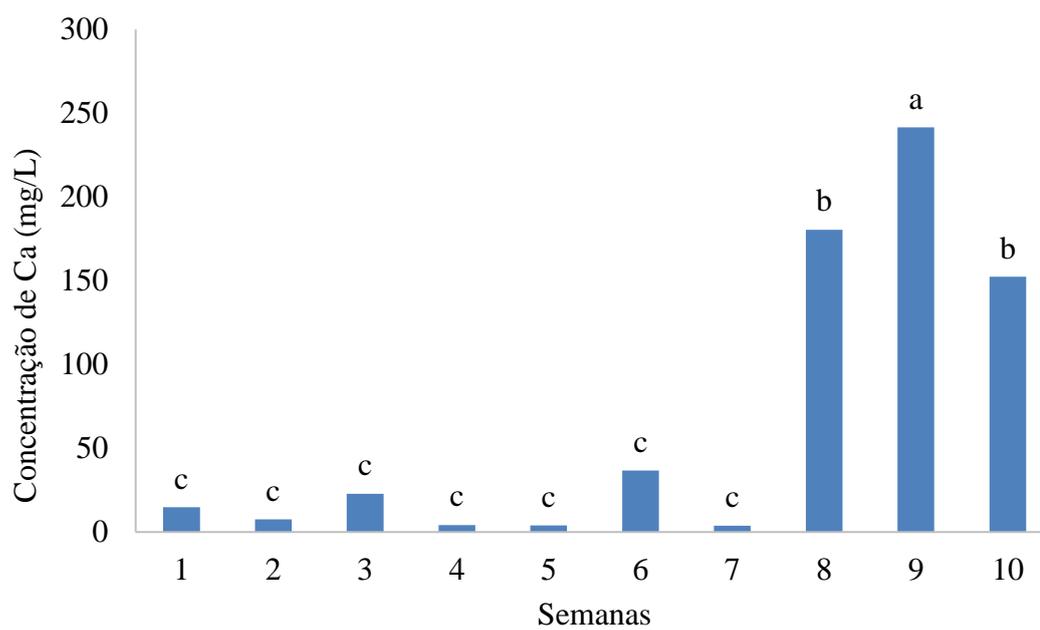
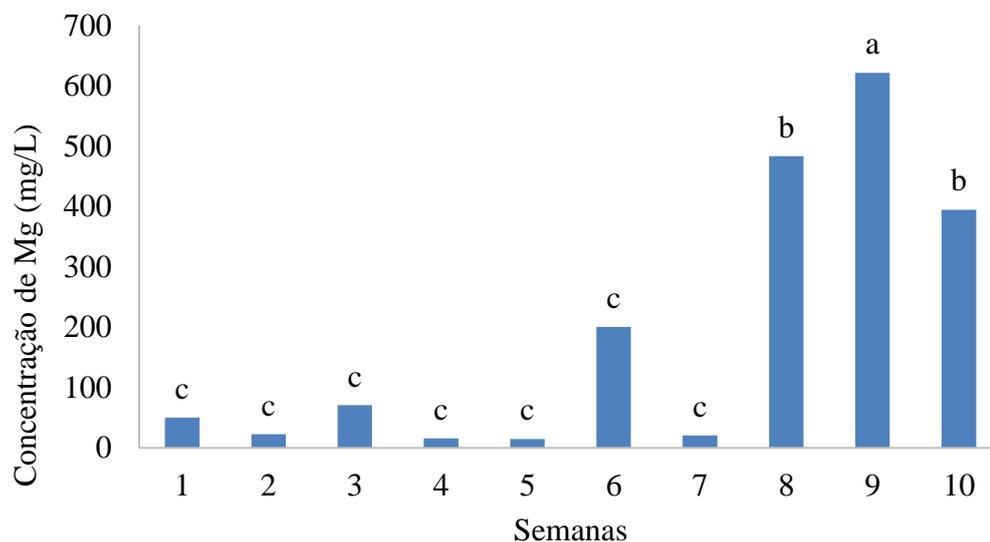


Gráfico 6 – Média dos valores encontrados ao longo das semanas para concentração de magnésio (Mg) (letras diferentes nas colunas representam diferença significativa a 5% de probabilidade)



6 CONCLUSÃO

Conclui-se que no cultivo do tomateiro Sweet Heaven® ao longo de 10 semanas, não houve efeito dos tratamentos lâmina de irrigação e uso da água tratada magneticamente, no PH, na condutividade elétrica e na concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) na solução do solo, havendo somente variação dos valores ao longo das semanas devido a diferenciação da aplicação de fertilizantes para atender a necessidade nutricional da cultura.

7 REFERÊNCIAS

AGUILERA, Jorge González; MARTÍN, Roberqui Martín. **Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de Solanum lycopersicum L.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 6, n. 1, 2016.

Alvarenga, M. A. R. (2013). **Tomate: Produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.** Lavras: Universitária de Lavras.

BOGATIN, J.; BONDARENKO, N.P.; GAK, E.Z.; ROKHINSON, E.F.; ANANYEV, I.P., **"Magnetic treatment of irrigation water experimental results and application conditions"**, Environmental Science and Technology, v. 33, p.1280-1285, set. 1999.

DAM, Barbara van et al. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização.** Agrodok, 2006.

DE ALMEIDA, Rodrigo Cesar et al. **Desenvolvimento vegetativo do tomateiro sweet heaven irrigado com água tratada magneticamente.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 2, p. 5428-5434, 2020.

DUART, ADRIANA MODOLON. **ACÚMULO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES POR HÍBRIDOS DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO.** 2019. Tese de Doutorado. INSTITUTO AGRONÔMICO.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 1994. **Cultivo do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) para industrialização.** Brasília: EMBRAPACNP. 36p.

Filgueira, F. A. R. (1982). **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças.** São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 357.

Fontes, P. C. R., Dias, E. N., Zanin, R. S., Finger, L. S. (1997). **Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico.** Ceres, Viçosa, 44, 152-160.

HASSON, D.; BRAMSON, D. **Effectiveness of magnetic water treatment in suppressing CaCO₃ scale deposition.** Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. v. 24 p. 588-592, jul.1985.

HOSSNER, L. R.; PHILLIPS, D. P. **Extraction of soil solution from flooded soil using a porous plastic filter.** Soil Science, v. 115, n. 1, p. 87-88, 1973.

INMET. Normal Climatológica. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 26 de fevereiro de 2022.

JOSHI, K. M.; KAMAT, P. V. **Effect of Magnetic Field on the Physical Properties of Water.** Indian Chemical Society, v.43, p.620-622, out.1966.

KATARIA, S.; BAGHEL, L.; GURUPRASAD, K.N. **Acceleration of germination and early growth characteristics of soybean and maize after pre-treatment of seeds with static magnetic field.** International Journal of Tropical Agriculture, v.33, n.2, p.985-992, 2015.

Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola, **Estatística. Indicadores IBGE.** 2021.

Magalhães, J. R. (1988). **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças.** 63 p. Brasília: Embrapa.

MAHESHWARI, B. L.; GREWAL, H. S. **Magnetic treatment of irrigation water: its effects on vegetable crop yield and water productivity.** Agric. Water Manage. v. 96, p.1229–1236, 2009.

MALAVOLTA E. 1987. **Nutrição mineral das plantas.** In: Curso de Atualização em Fertilidade do Solo. Campinas: Fundação Cargill. p.33-101.

Moraes, C. C., Factor, T. L., Araujo, H. S., Purquerio, L. F. V. (2018). **Plant growth and nutrient accumulation in two tomato hybrids under tropical conditions.** Australian journal of crop science (online), 12, 1419-1425.

MOYA, C.; ARZUAGA, J.; AMAT, I. et al. **Evaluación y selección participativa de nuevas líneas de tomate (Solanum lycopersicum L.).** Cultivos Tropicales, v.30, n.2, p.66-72, 2009.

NIMMI, V.; MADHU, G. **Effect of pre-sowing treatment with permanent magnetic field on germination and growth of chilli (*Capsicum annum* L.)**. *International Agrophysics*, v.23, p.195-198, 2009

OZEKI, S.; MIYAMOTO, J.; ONO, S.; WAKAI, C.; WATANABE, T. **Water–Solid Interactions Under Steady Magnetic Fields. Magnetic-Field-Induced Adsorption and Desorption of Water**. *Journal of Physical Chemistry*, v.100, n.10, p. 4205. Mar. 1996.

Purquerio, L. F. V., Santos, F. F. B. e Factor T. L. (2016). **Nutrient uptake by tomatoes ‘Dominador’ and ‘Serato’ grown in São Paulo State, Brazil**. *Acta Horticulturae*, 1123, 35-40.

SILVA, Ênio Farias de França et al. **Extratores de cápsulas porosas para o monitoramento da condutividade elétrica e do teor de potássio na solução de um solo**. *Scientia Agricola*, v. 57, n. 4, p. 785-789, 2000.

Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense, Compêndio de estudos Conab, V.21, 2019

Trani, E. P. (2018). **Hortaliças: recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. Boletim técnico 251, Campinas: CATI.

TURKER, M. et al. **The effects of an artificial and static magnetic field on plant growth chlorophyll and phytohormone levels in maize and sunflower plants**. *Phys. Ann. Rev. Bot.* v. 46, p. 271–284, 2007.

ZHOU, K. X. ; LU, G. W.; ZHOU, Q. C. ; SONG, J. H. ; JIANG, S. T.; XIA, H. R. **Monte Carlo simulation of liquid water in a magnetic field**. *Journal of Applied Physics*, v. 89 p.1802-1805, 2000.