

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOÃO PAULO DINIZ DOS SANTOS

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE TOMATE MESA

UBERLÂNDIA

2020

JOÃO PAULO DINIZ DOS SANTOS

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE TOMATE MESA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

UBERLÂNDIA

2020

JOÃO PAULO DINIZ DOS SANTOS

CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DE TOMATE MESA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção de grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: José Magno Queiroz Luz

Membro da banca

Membro da banca

Prof. José Magno Queiroz Luz

Orientador

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus e a Nossa Senhora da Abadia, que me abençoou durante toda minha graduação, me dando força, saúde, paz e alegria.

Quero agradecer meu pai Paulo Sérgio, pela confiança depositada em mim, pela ajuda em todos momentos difíceis que consegui superar durante a graduação.

Quero agradecer minha mãe Elcimeire Maria, pelo apoio fornecido, pela educação e ensinamentos que foi transmitido pela mesma, pelo suporte em fases complicadas ao longo dos 5 anos.

Quero agradecer minha irmã Ana Paula, que sempre esteve ao meu lado, me amparou e influenciou a terminar a graduação.

Quero agradecer meus padrinhos, Rodrigo e Jacqueline, por terem sido, tão influentes e importantes em tomadas de decisões ao longo da minha vida pessoal e profissional.

Quero agradecer meus amigos, por estar ao meu lado em todos momentos da faculdade.

Quero agradecer ao Diretório Acadêmico, no qual tive a oportunidade de fazer parte e foi de grande crescimento pessoal.

Quero agradecer a CONTEAGRO (Empresa Júnior de Agronomia), tive a honra em participar e fazer parte da grande evolução da mesma.

Quero agradecer ao GEPOM (Grupo de Estudos e Pesquisa em Olericultura e Mediciniais), em especial ao meu Orientador Dr: José Magno Queiroz Luz e meu coorientador Dr: Sérgio Macedo.

Quero agradecer a Universidade Federal de Uberlândia, todo o corpo docente, administrativo e direção, por ter me proporcionado a oportunidade de fazer a graduação com ênfase na qualidade de ensino.

Quero agradecer a todos que participaram de maneira direta ou indireta da minha formação, o meu muito obrigado!

RESUMO

O tomate está entre as hortaliças mais cultivadas e consumidas em todo o mundo. Há diversas recomendações de adubação para a cultura, mas com o surgimento de novos genótipos, se faz necessário novos estudos da caracterização da demanda nutricional desses materiais. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a marcha de absorção de nutrientes no desenvolvimento e produção do genótipo de tomateiro 4566 em diferentes fases do seu ciclo. O ensaio foi conduzido em área experimental pertencente à Empresa de Sementes Nunhems, Uberlândia – MG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizada em intervalos de 14 dias após transplântio (DAT), sendo 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 DAT. O genótipo utilizado foi o 4566, que está em processo de desenvolvimento. realizadas foram: massa seca total, massa seca de folhas, massa seca de hastes, massa seca de frutos, número e peso de frutos. Foi feita a determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes nos diferentes órgãos das plantas (folhas, hastes e frutos) e em plantas inteiras. A matéria seca de plantas, as quantidades totais de nutrientes absorvidos pela parte vegetativa (folhas + haste) e pelos frutos do genótipo tomateiro 4566 e o ganho diário de biomassa variam nas diferentes épocas de coleta após o transplântio. O pico de matéria seca do tomateiro aconteceu aos 70 DAT, quando se obteve 590,97 g planta⁻¹. O maior ganho diário de biomassa nas plantas foi observado entre 56 e 70 DAT, com acúmulo de 27,58 g planta⁻¹. O acúmulo de macro e micronutrientes em ordem decrescente nas folhas + hastes e nos frutos, foi respectivamente: N > Ca > K > Mg > P > S - Fe > Mn > Zn > B > Cu e K > N > P > Ca > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn. O acúmulo de nutrientes em planta inteira foi respectivamente: N > K > Ca > P > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., nutrição de plantas, marcha de absorção.

ABSTRACT

Tomatoes are among the most cultivated and consumed vegetables in the world. There are several fertilization recommendations for the crop, but with the emergence of new genotypes, further studies are needed to characterize the nutritional demand for these materials. Therefore, the objective of this work was to evaluate the nutrient absorption rate in the development and production of tomato genotype 4566 at different stages of its cycle. The test was conducted in an experimental area belonging to the Nunhems Seed Company, Uberlândia - MG. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and three replications. Each treatment corresponded to a sampling period, performed at intervals of 14 days after transplantation (DAT), being 14, 28, 42, 56, 70, 84 and 98 DAT. The genotype used was 4566, which is under development. carried out were: total dry mass, dry mass of leaves, dry mass of stems, dry mass of fruits, number and weight of fruits. The determination of macronutrient and micronutrient contents was made in the different organs of the plants (leaves, stems and fruits) and in whole plants. The dry matter of plants, the total amounts of nutrients absorbed by the vegetative part (leaves + stem) and by the fruits of the tomato genotype 4566 and the daily biomass gain vary at different times of collection after transplanting. The tomato dry matter peak occurred at 70 DAT, when 590.97 g plant⁻¹ was obtained. The highest daily biomass gain in plants was observed between 56 and 70 DAT, with an accumulation of 27.58 g plant⁻¹. The accumulation of macro and micronutrients in decreasing order in leaves + stems and fruits was, respectively: N > Ca > K > Mg > P > S - Fe > Mn > Zn > B > Cu and K > N > P > Ca > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn. The accumulation of nutrients in the whole plant was respectively: N > K > Ca > P > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn.

Key-words: *Solanum lycopersicum* L., plant nutrition, absorption march.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias de matéria seca (g planta^{-1}) do tomateiro 4566, em função de diferentes coletas durante o ciclo da cultura.	24
Tabela 2. Médias da quantidade total de nutrientes extraídos pela parte vegetativa (folhas + haste) do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.....	26
Tabela 3. Média da quantidade total de nutrientes extraídos pelos frutos do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.	26
Tabela 4. Média da quantidade total de nutrientes extraídos pela planta (exceto raiz) do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Acúmulo de matéria seca nas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	25
Figura 2. Acúmulo de nitrogênio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	28
Figura 3. Acúmulo de fósforo pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	28
Figura 4. Acúmulo de potássio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	29
Figura 5. Acúmulo de cálcio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	29
Figura 6. Acúmulo de magnésio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	30
Figura 7. Acúmulo de enxofre pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	30
Figura 8. Acúmulo de boro pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	31
Figura 9. Acúmulo de cobre pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	31
Figura 10. Acúmulo de ferro pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	32
Figura 11. Acúmulo de manganês pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.....	32
Figura 12. Acúmulo de zinco nas plantas ao longo do ciclo de cultivo.	33

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	9
2.	OBJETIVOS.....	11
2.1.	Objetivo Geral.....	11
2.2.	Objetivos Específicos.....	11
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1.	Cultura do tomateiro.....	12
3.2.	Marcha de absorção.....	13
3.3.	Nutrição do tomateiro.....	14
3.3.1.	Nitrogênio.....	15
3.3.2.	Fósforo.....	16
3.3.3.	Potássio.....	17
3.3.4.	Cálcio.....	17
3.3.5.	Magnésio.....	18
3.3.6.	Enxofre.....	19
3.3.7.	Cobre.....	19
3.3.8.	Ferro.....	19
3.3.9.	Manganês.....	20
3.3.10.	Zinco.....	20
3.3.11.	Boro.....	21
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1.	Área experimental e Genótipo.....	22
4.2.	Delineamento experimental e tratamentos.....	22
4.3.	Avaliações agronômicas.....	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6.	CONCLUSÕES.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) está entre as hortaliças mais cultivadas no Brasil, sendo também um dos frutos mais consumidos e populares no mundo (NASCIMENTO et al. 2013). A produção pode ser dividida em dois grandes grupos, sendo “tomate rasteiro” para indústria e “tomate estaqueado”, consumido *in natura*. O Estado de Goiás é o maior produtor do país com 1,6 milhão de toneladas, seguido por São Paulo com 858 mil toneladas, Minas Gerais com 550 mil toneladas, Bahia com 275 mil toneladas e Ceará com 130,8 mil toneladas (IBGE, 2019).

O tomate apresenta papel importante na dieta humana, rico em proteínas e carboidratos, além de mostrar em sua composição altos níveis de compostos antioxidantes, como compostos fenólicos, vitamina C e grande quantidade de carotenoides, sendo o licopeno o carotenoide que está presente em maior quantidade, apresentando uma elevada ação antioxidante. A ingestão de alimentos ricos em licopeno causa efeitos benéficos à saúde, tais como a redução de doenças crônicas tipo aterosclerose, câncer de próstata e mama, e diminui a chance de doenças relacionadas ao coração (FERNANDES et al. 2007; VARGAS; NAVARINI, 2019).

A cultura aponta altos custos de implantação, manutenção das lavouras, alta demanda por defensivos e fertilizantes, o que estimula a busca de novas formas de manejo (SILVA et al. 2013). O tomateiro é bastante exigente em adubações, em face da rápida produção de massa verde. Desequilíbrios nutricionais ou carências podem ser responsáveis por severas perdas na cultura. Portanto, conhecer as exigências nutricionais da cultura é fundamental para conseguir uma boa produtividade. Por outro lado, não só a quantidade de adubos aplicados é importante, mas também o fornecimento balanceado de cada nutriente em cada época, conforme as necessidades da cultura (BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2007; BECKER et al, 2016).

Diante do exposto, o estudo da marcha de absorção dos macronutrientes e micronutrientes gera uma informação de grande relevância para a produção do tomateiro, visto que indica os períodos do ciclo de produção, em que há uma maior exigência de cada nutriente. Quando se detém esse conhecimento é possível guiar de maneira mais adequada a adubação, tanto quanto ao período de maior necessidade, quanto à quantidade que realmente é requerida (PRADO, 2004).

Conhecer a marcha de absorção faz o processo da adubação ser mais pontual, o que reduz parte dos custos recorrentes no manejo de adubação, que são relativamente altos na cultura do tomateiro, visto que para produzir tomates de qualidade se faz necessário realizar uma adubação significativa. Com isso, quanto mais se conhecer sobre a época e a quantidade requerida de cada nutriente durante o ciclo, mais eficiente será o sistema de produção.

Há diversas recomendações de adubação na cultura do tomateiro, mas com o surgimento de novos genótipos, cada vez mais exigentes em nutrição, se faz necessário novos estudos da caracterização da demanda nutricional desses materiais. Trabalhos envolvendo a marcha de absorção de nutrientes são instrumentos que permitem entender melhor quando são os períodos de maior exigência nutricional, e com isso, determinar a época mais adequada para a aplicação de fertilizantes, de acordo com a demanda de cada genótipo (SILVA, 2017).

No desenvolvimento de materiais novos, é importante conhecer sua dinâmica de absorção de nutrientes, a fim de determinar de maneira mais eficaz, as necessidades nutricionais desse genótipo em específico. Assim, pode-se realizar a adubação do mesmo com maior precisão, de modo que a planta possa expressar sua capacidade produtiva e evitando gastos desnecessários com adubações excessivas ou perdas de produção devido às deficiências.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi avaliar a marcha e a dinâmica de absorção de nutrientes no desenvolvimento e produção do genótipo de tomateiro 4566, em diferentes fases do seu ciclo.

2.2. Objetivos Específicos

A) Determinar a matéria seca das plantas do tomateiro 4566 e o ganho diário de biomassa em diferentes épocas de coleta após o transplântio.

H₀: A matéria seca do tomateiro 4566 e o ganho diário de biomassa não variam nas diferentes épocas de coleta após o transplântio.

H₁: A matéria seca do tomateiro 4566 e o ganho diário de biomassa variam nas diferentes épocas de coleta após o transplântio.

B) Determinar a marcha de absorção dos nutrientes N, P, K, S, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e B nas partes vegetativas (folhas + haste), frutos e em planta inteira do tomateiro 4566, em diferentes épocas de coleta após o transplântio.

H₀: As quantidades totais de nutrientes absorvidos pela parte vegetativa (folhas + haste), frutos e planta inteira do tomateiro 4566 não variam nas diferentes épocas de coleta após o transplântio.

H₁: As quantidades totais de nutrientes absorvidos pela parte vegetativa (folhas + haste), frutos e planta inteira do tomateiro 4566 variam nas diferentes épocas de coleta após o transplântio.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cultura do tomateiro

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta originária da América do Sul, e cultivado em quase todo o mundo. Foi introduzido no Brasil a partir de 1940, provavelmente por imigrantes europeus, e atualmente é uma das hortaliças mais cultivadas no país. A cultura ocupa lugar de destaque na economia brasileira, não somente pelo seu valor econômico, mas também por ser uma atividade geradora de grande número de empregos (DE ALMEIDA, 2011).

A espécie de tomate cultivada é uma planta herbácea, com folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, com caule flexível com abundância em brotações laterais (FILGUEIRA, 2000). A forma dos frutos difere conforme a cultivar (variedade cultivada) e a cor dos frutos varia entre amarelo e vermelho. É possível distinguir entre dois tipos de tomateiro quanto ao hábito de crescimento: o tipo alto ou tipo indeterminado e o tipo arbusto o tipo determinado (NAIKA et al., 2006).

Os frutos do tomate servem como uma importante fonte de nutrientes, com excelente sabor e com constituintes com funções importantes no organismo humano, como o carotenoide licopeno, β -caroteno, ácido ascórbico e uma gama de compostos fenólicos que podem reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e retardar ou amenizar os efeitos dos radicais livres, moléculas instáveis que danificam as células sadias do organismo (LUZ et al., 2016).

A maior parte das cultivares de tomate possui ciclo de 95 a 125 dias. Entretanto, o período de cultivo é dependente das condições climáticas, da fertilidade do solo, da intensidade de irrigação, do ataque de pragas e da época de plantio (DE ALMEIDA, 2011).

A obtenção de genótipos superiores resulta da combinação entre parentais divergentes, os quais possuem genes que conferem melhores características de produção, qualidades organolépticas e de adaptação a estresses abióticos e bióticos. Ampliar os investimentos em inovação, em busca de genótipos mais resistentes às doenças, tolerantes a pragas, eficientes na absorção de nutrientes, com ênfase em rendimento, qualidade e diferenciação de produtos, são desafios que estão colocados para o setor nos próximos anos (LUZ et al., 2016).

Com a geração desses novos genótipos, faz-se necessário um maior número de pesquisas para desenvolver programas corretos de fertilização. Assim, deve-se definir as

quantidades absorvidas de nutrientes pelas plantas e as épocas de maior demanda, para auxiliar na confecção de boletins de recomendação de adubação. A determinação da capacidade de absorção de nutrientes durante as fases de desenvolvimento da cultura permite avaliar quando são mais necessárias às plantas e em quais quantidades (NASCENTE; CARVALHO; 2017).

3.2. Marcha de absorção

A nutrição e adubação de plantas, dentre outras ferramentas de cultivo, é fundamental para o sucesso de qualquer atividade agrícola. Com o constante lançamento de materiais com níveis variados de resistência a pragas e doenças, adaptados às diferentes condições climáticas, que aproveitam melhor os insumos disponíveis e que resultam em melhores produtividades, ocorre a defasagem nas recomendações nutricionais disponíveis (PURQUERIO; SANTOS; CALORI; 2014). Em função do elevado potencial produtivo, a cultura do tomateiro apresenta alta extração de nutrientes, portanto, para que se possa obter maiores produtividades é de fundamental importância o conhecimento do seu estado nutricional, assim como sua exigência por cada elemento em todos os estádios do seu desenvolvimento. (COURY et al., 2014).

A absorção e distribuição de nutrientes na planta é requisito essencial para que haja crescimento adequado de seus diversos órgãos, a emissão de ramos e folhas e o desenvolvimento de vagens e grãos e frutos. O estudo do crescimento da planta busca determinar a capacidade de absorção de nutrientes no período de desenvolvimento do seu ciclo, gerando a elaboração de um manejo adequado na utilização dos insumos, dessa forma, proporcionando uma nutrição equilibrada, além de fornecer dados e parâmetros que auxiliam na expansão de tecnologia da produção (AUGOSTINHO et al., 2008).

A partição de assimilado na planta é requisito essencial para que haja crescimento harmônico entre seus diversos órgãos ao mesmo tempo em plantas com tipo de crescimento indeterminado, podem gerar uma maior demanda por fotoassimilados para suprir as fontes e drenos em desenvolvimentos (LOPES e LIMA, 2015). Desta maneira, o conhecimento da marcha de absorção, taxa de acúmulo de nutrientes e matéria seca permite definir a exigência dos elementos requeridos em cada estágio fenológico da cultura, elucidando a necessidade de cada nutriente em determinada fase de desenvolvimento, definindo o momento certo da

aplicação dos fertilizantes, e com isso, maximizando a remobilização (MAILLARD et al., 2015; ARAÚJO, 2018; CREMONESI et al., 2018).

3.3. Nutrição do tomateiro

O tomateiro destaca-se entre as hortaliças cultivadas por ser extremamente exigente em nutrientes, apresentando demandas diferenciadas de acordo com os estágios de desenvolvimento, com a duração do ciclo de cultivo, com o genótipo e com a época do ano (MORAES, 1997). A absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o aparecimento das primeiras flores. A partir disso, a absorção aumenta e atinge o máximo na fase de “pegamento” e crescimento dos frutos (entre 40 e 70 dias após o plantio), voltando a decrescer durante a maturação dos frutos (DE ALMEIDA, 2011).

Os elementos minerais essenciais à planta são: nitrogênio (N), cálcio (Ca), fósforo (P), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), , potássio (K), magnésio (Mg), enxofre (S), cloro (Cl), boro (B), cobre (Cu), sódio (Na), molibdênio (Mo), e os não minerais são: carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). A deficiência ou excesso de um elemento mineral influencia grandemente na atividade de outros, e exerce efeito marcante, com consequências que repercutem no metabolismo da planta. Vale ressaltar que a presença de um elemento no solo não implica necessariamente que ele esteja disponível para o crescimento da planta, já que a mesma é função da quantidade do elemento no solo, da sua forma e solubilidade, da capacidade assimilativa da planta e de condições do meio ambiente, tais como, pH, umidade e temperatura (CAMPOS, 2013).

A quantidade de nutrientes extraída pelo tomateiro é relativamente pequena, mas a eficiência de adubação é muito grande, pois a exigência de absorção dos nutrientes pela planta é baixa. Em média, em cada tonelada de frutos colhidos são encontrados: 3 kg de Nitrogênio; 0,5 kg de Fósforo; 5 kg de Potássio; 0,8 kg de Cálcio; 0,2 kg de Magnésio e 0,7 kg de Enxofre. Em relação aos micronutrientes, as quantidades são: 5 g de Boro; 25 g de Zinco; 10 g de Cobre; 25 g de Manganês e 25 g de Ferro (DE ALMEIDA, 2011).

O crescimento do tomateiro, expresso pelo acúmulo de matéria seca da planta inteira ao longo do ciclo, é relativamente lento próximo aos 30 dias após o transplante (DAT), sendo que maiores incrementos ocorrem a partir dessa época até o final do ciclo. As maiores

exigências nutricionais são de K, N e Ca para os macronutrientes e de Fe, Zn e Mn para os micronutrientes (DE ALMEIDA, 2011).

Os elementos minerais essenciais são classificados como macro e micronutrientes, dependendo das quantidades relativas encontradas nos tecidos das plantas (TAIZ e ZEIGER, 2013). Por isso, cada nutriente tem função específica no metabolismo das plantas, mas é importante observar que, a expressão dos sintomas de deficiência ou excesso dependerá da mobilidade dos mesmos no floema e que essa mobilidade é inerente ao comportamento de um por um dos elementos (ARAÚJO, 2018).

3.3.1. Nitrogênio

O Nitrogênio (N) é um nutriente que desempenha importante papel no crescimento vegetativo. Este elemento influencia a formação inicial da planta e define o potencial produtivo da planta ao longo do ciclo vegetativo, com efeito direto na qualidade das frutas e no balanço nutricional da planta. O nível de nitrogênio disponível no solo é definido pelo teor de matéria orgânica do solo e sua liberação está associada à taxa de mineralização dessa matéria orgânica, que, por sua vez, é controlada especialmente por fatores como o tipo de matéria orgânica, a umidade e a temperatura do solo que condicionam a atividade dos microrganismos (BECKER et al, 2016).

Outros fatores que interferem na disponibilidade de nitrogênio no solo são a imobilização microbiana, lixiviação ou perdas gasosas (desnitrificação e volatilização). Na planta, o nitrogênio tem função central na produtividade sendo componente de aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleotídeos, coenzimas, hexoaminas, clorofila e metabólitos secundários, como alcaloides, glicosídeos cianogênicos, glucosinolatos e aminoácidos não proteicos que atuam na defesa da planta (BECKER et al, 2016).

É um componente de vitaminas e proteínas, nos quais formam aminoácidos, tendo a função importante de equilíbrio das cargas na absorção de cátions e ânions, sendo parte integrante das estruturas de proteínas e de outros compostos orgânicos constituintes de estruturas celulares, assim como, elemento regulatório na forma orgânica, e reações de sínteses (ARAÚJO, 2018).

Uma vez que o nitrogênio se encontra em vários componentes celulares, o sintoma mais característico de sua deficiência é a redução na taxa de crescimento. Além disso, observam-se folhas pequenas na planta, de coloração verde-clara visível em todas as folhas,

caule fino, menor número e peso dos frutos, bem como frutos de qualidade inferior. O sintoma de deficiência de nitrogênio pode ser ocasionado também pelo excesso de frio, estiagem e/ou alagamento (BECKER et al, 2016).

Já o excesso de nitrogênio resulta no crescimento excessivo das partes vegetativas, prolongamento do ciclo vegetativo, formação de frutos ocos, maior ocorrência de frutos defeituosos, maior susceptibilidade às doenças, maturação tardia e redução da produtividade (BECKER et al, 2016).

3.3.2. Fósforo

O Fósforo (P) é absorvido pelas plantas, preferencialmente na forma de fosfato ($\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ e HPO_4^-), e é um componente integral de células vegetais, incluindo fosfatoaçúcares, intermediário da respiração e fotossíntese, bem como os fosfolipídios que compõe as membranas vegetais. Ele também é um componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (ATP, DNA E RNA) (ARAÚJO, 2018).

A participação do fósforo no processo de formação e de desenvolvimento vegetal tem os seguintes aspectos principais: acelera a formação das raízes e é essencial para o seu funcionamento como apoio mecânico e órgão de absorção de água e de íons; maior efetividade da polinização das flores e, por isso, mais frutificação; regulador de maturação; maior viabilidade das sementes; maior teor de carboidratos, óleo, gordura e proteínas (BECKER et al, 2016).

A deficiência de fósforo compromete o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, sendo caracterizada pelo afinamento do caule e por folhas novas com áreas de coloração castanho-arroxeadas e foscas e causa menor vegetação e produção, reduz a qualidade e provoca senescência precoce. O suprimento adequado de fósforo, além do aumento da produtividade, proporciona o aumento do tamanho e peso dos frutos e melhora sua coloração e valor nutritivo. Já quanto ao excesso desse nutriente, são poucas as informações disponíveis (BECKER et al, 2016).

3.3.3. Potássio

O Potássio (K) o nutriente mais exportado pelos frutos. Dentro da planta, atua no controle de abertura e fechamento dos estômatos, na transpiração, no transporte de carboidratos, na qualidade das frutas, na regulação do potencial osmótico das células, na ativação várias enzimas envolvidas na respiração e na fotossíntese, dentre outras funções (BECKER et al, 2016; ARAÚJO, 2018).

A deficiência de potássio ocasiona o encurtamento dos internódios do caule, problemas de coloração dos frutos e também se manifesta nas folhas por meio da clorose que evolui para uma mancha necrótica na forma de “queima das bordas” das folhas mais velhas, em forma de V a partir das pontas. Como a difusão é o principal mecanismo de suprimento de potássio às plantas, a umidade do solo exerce importante influência no suprimento desse nutriente. O excesso de frutos na planta e drenagem deficiente do solo também predis põem a planta ao aparecimento dos sintomas de deficiência de potássio. Além das folhas, a qualidade dos frutos é afetada, tornando-os ácidos, pequenos, com coloração deficiente e falta de firmeza (frutos com cavidade interna oca) (BECKER et al, 2016).

O excesso de potássio, por outro lado, é problemático. Pode ocasionar frutos rachados e interagir negativamente na absorção de outros nutrientes, como cálcio e magnésio, causando consequentemente desequilíbrios nutricionais na planta. O desequilíbrio provocado pela adubação excessiva de potássio provoca a diminuição da absorção de magnésio pela planta e o aparecimento precoce de sua deficiência, ocasionando o aparecimento de sintomas de clorose internerval nas folhas mais velhas, mesmo com teor suficiente de magnésio no solo. Nesses casos, aplicações foliares de magnésio preventivas se tornam importantes para evitar o aparecimento do sintoma de sua deficiência (BECKER et al, 2016).

3.3.4. Cálcio

O Cálcio (Ca) desempenha importante papel na planta, já que é um nutriente presente na lamela média das paredes celulares, regulando a permeabilidade e a seletividade do plasmalema e sua presença é indispensável para o desenvolvimento do sistema radicular. Para a cultura do tomate, a disponibilidade e a absorção de cálcio são de grande interesse, pois a podridão apical é um distúrbio fisiológico bastante comum na cultura do tomateiro,

diretamente associado à deficiência localizada de cálcio na região apical dos frutos (BECKER et al, 2016).

O balanceamento da disponibilidade de nutrientes no solo e a disponibilidade adequada de água são indispensáveis para evitar esse problema. Por outro lado, altos teores de potássio e de magnésio, oriundos de adubações desequilibradas com esses nutrientes, também podem propiciar o aparecimento de podridão apical, tanto direta como indiretamente, uma vez que podem induzir a baixos teores de cálcio na planta (BECKER et al, 2016).

Baixas concentrações de cálcio nos frutos são geralmente resultantes da ação de fatores ambientais e culturais, associadas principalmente ao déficit hídrico, embora os teores de cálcio no solo possam influenciar. O distúrbio fisiológico também está associado às características do cultivar que podem torná-lo ou não mais suscetível. Deve-se, portanto, utilizar preferencialmente cultivares pouco suscetíveis à deficiência de cálcio. Geralmente, a deficiência de cálcio não é caracterizada por sintomas visíveis nas folhas (BECKER et al, 2016).

3.3.5. Magnésio

O Magnésio (Mg) é absorvido pelas plantas na forma de Mg^{2+} , participa de várias reações enzimáticas que envolvem ATP e ADP. Também possui o papel fundamental nas estruturas como componente da molécula de clorofila, assim como, contribui para a integridade dos ribossomos, facilitando a ligação peptídica (ARAÚJO, 2018).

Os sintomas de deficiência são bem nítidos e ocorrem da metade do ciclo vegetativo em diante. Devido a sua fácil translocação na planta, sintomas ocorrem inicialmente nas folhas mais velhas, caracterizando-se por amarelecimento das regiões internervais das folhas, cujas manchas, na forma de V, evoluem das margens da folha em direção à nervura central. Esse sintoma evolui para necrose dos tecidos atacados (BECKER et al, 2016).

Solos rasos e/ou mal corrigidos (pH baixo), estresse hídrico e excesso de potássio são alguns dos fatores que contribuem para a ocorrência dessa deficiência. Em muitos casos, o aparecimento do sintoma de deficiência não é por falta de magnésio no solo, mas sim ocasionado pelo desequilíbrio da relação potássio-magnésio na folha estar acima de 4:1 (BECKER et al, 2016).

3.3.6. Enxofre

Considerado um elemento importante para a produção de aminoácidos, proteínas e clorofila, o Enxofre (S) é um componente de vitaminas e de alguns hormônios da planta. Na planta pode ser encontrado nas formas orgânicas de aminoácidos (cisteína, cistina e metionina) ou em compostos de enxofre. O enxofre é importante não somente como nutriente, mas também por seu papel no mecanismo de defesa das plantas contra pragas e doenças. Os compostos secundários contendo N e S em sua estrutura como precursores inativos, que são convertidos na forma ativa pela ação de enzimas em resposta ao ataque de patógenos ou pragas (ARAÚJO, 2018).

3.3.7. Cobre

O cobre (Cu) é um micronutriente essencial e possui função relacionada ao crescimento das plantas, além de fazer parte estrutural de algumas enzimas, no entanto, quando em quantidades elevadas no solo esse componente, considerado metal pesado, pode desencadear efeitos tóxicos tanto a plantas quanto a biota do solo. Uma forma de reduzir os efeitos de toxicidade do Cu é a realização da calagem, esta prática aumenta a capacidade de troca de cátions e o pH do solo (ZORTÉA et al., 2016).

A deficiência de Cu provoca redução de tamanho dos tomates. Já a toxidez pode induzir na formação de manchas escuras na parte debaixo dos frutos, que se desenvolvem para uma necrose, à semelhança da podridão estilar (fundo preto), provocada por deficiência de Ca (DA COSTA et al., 2010).

3.3.8. Ferro

O Ferro (Fe) é um micronutriente importante para as plantas e pode estar disponível em duas formas: Fe^{3+} e Fe^{2+} , sendo mais solúvel e mais facilmente absorvido nessa última. O Fe é transportado via xilema até a parte aérea da planta e está envolvido diretamente no metabolismo vegetal, sendo indispensável na fotossíntese, a assimilação do nitrogênio,

respiração mitocondrial, proteção contra patógenos e na biossíntese hormonal (SANTOS et al., 2011).

Na maioria dos solos, a concentração total de Fe solúvel na rizosfera é quase sempre abaixo do nível necessário para o crescimento adequado das plantas. Um dos sintomas da carência de Fe é a clorose internerval, a qual aparece principalmente em folhas jovens. Em casos severos de deficiência, as folhas podem se tornar bastante cloróticas devido à diminuição da produção de clorofila, reduzindo inclusive a capacidade fotossintética da planta (MONTEIRO, 2016).

3.3.9. Manganês

O Manganês (Mn) atua na fotossíntese, sendo envolvido na estrutura, funcionamento e multiplicação de cloroplastos, além de realizar o transporte eletrônico e ser requerido para a atividade de algumas desidrogenases, descarboxilases, quinases, oxidases e peroxidases. Está envolvido com outras enzimas ativadas por cátions e na evolução fotossintética de oxigênio. No solo, o Mn pode ser encontrado em três formas principais: trocável, complexado organicamente e associado a óxidos. Da interação entre essas três formas resulta sua disponibilidade para as plantas. Essa interação depende do tipo de solo, pH e teor de matéria orgânica (BENETT et al., 2011).

O efeito prejudicial do excesso de Mn é difícil de ser estudado isoladamente, visto que esse nutriente interage com outros elementos, como, por exemplo, o ferro, cuja deficiência é induzida na presença de alta concentração de Mn no solo. Concentrações tóxicas de Mn no solo podem ser neutralizadas através da calagem que, elevando o pH, precipita o excesso de Mn disponível, o que reduz sua absorção pelas plantas (HERNANDES et al., 2010).

A deficiência de manganês pode provocar alterações no conteúdo de carboidratos não estruturais e lipídios, além de prejudicar a divisão e o alongamento celulares, provocando alterações na coloração e na textura dos frutos do tomateiro. Sob deficiência deste nutriente, a parte inferior dos frutos pode tornar-se rugosa e com coloração verde-azulada escura (DA COSTA et al., 2010).

3.3.10. Zinco

O Zinco (Zn) tem efeito sobre o metabolismo das plantas, pois é um ativador enzimático. Devido à ação do zinco sobre as auxinas, os sintomas de deficiência desse nutriente se caracterizam pela formação de internódios curtos e redução do tamanho dos folíolos novos, inibindo o crescimento, uma vez que diminui o nível de RNA o que resulta menor síntese de proteínas e dificuldade na divisão celular, normalmente a sua deficiência diminui o volume celular e reduz o crescimento apical, devido ao distúrbio no metabolismo das auxinas como AIA (ácido indol acético), causando o decréscimo na produção de matéria seca (BECKER et al, 2016; GALVÃO, 2019).

3.3.11. Boro

O Boro (B) é um nutriente importante no metabolismo vegetal do tomateiro. Por atuar nos ápices vegetativos da planta, estimula a formação de raízes, o crescimento das plantas, além de garantir uma boa floração. Exerce também importante função na translocação do cálcio no interior da planta, na germinação do pólen e na absorção de água. É um elemento intimamente relacionado com a diferenciação celular, com a integridade das paredes celulares e com o metabolismo de açúcares, proteínas e glicídios (BECKER et al, 2016; DA COSTA et al., 2010).

Por ser pouco móvel na planta, os sintomas de deficiência de boro ocorrem, inicialmente, nos pontos de crescimento, onde se observa redução no crescimento e encurtamento dos internódios ou afinamento do talo, que pode até mesmo provocar rachadura e inclusive rompimento das nervuras. A deficiência de boro pode causar abortamento de flores. Já nos frutos pode provocar rachaduras, distúrbio que é denominado fruto com lóculos abertos. Os sintomas são mais propensos a aparecer em solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e pH muito alto, associado a períodos com extremos de temperatura do ar, principalmente altas temperaturas (BECKER et al, 2016).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área experimental e Genótipo

O experimento foi conduzido na área experimental pertencente à Empresa de Sementes Nunhems, no Distrito de Martinésia, Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, localizado 18°44'50 de latitude Sul e 48°25'06 de longitude Oeste, a noroeste da cidade. As amostras de plantas foram processadas no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia, Minas Gerais (Anexo B).

Segundo Embrapa (1999), o solo pertence à classe Latossolo Vermelho Distrófico. Foi realizada uma amostragem de solo para caracterização física e química do mesmo na área do experimento. A adubação de base foi feita com base na análise prévia do solo bem como as adubações de cobertura e foliares.

A adubação, tratamentos culturais e controle fitossanitário foram os comumente utilizados na cultura do tomateiro e foram de responsabilidade da empresa. O genótipo utilizado foi o 4566, que ainda está em fase de desenvolvimento para futuro lançamento no mercado. Apresenta hábito de crescimento indeterminado e frutos do tipo redondo.

A semeadura do genótipo foi realizada em bandejas de 200 células, utilizando substrato comercial a base de fibra de coco. O transplante definitivo para o local de cultivo foi realizado no dia 28 de outubro de 2019, aos 25 dias após semeadura com um espaçamento de 0,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas.

4.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com sete tratamentos e três repetições. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizada em intervalos de 14 dias após o transplante, sendo realizadas nos dias 11 e 25 de novembro, 9 e 23 de dezembro, 6 e 20 de janeiro e 3 de fevereiro, ou seja, respectivamente 14, 28, 42, 56, 70, 84 e 98 dias após o transplante (DAT). As parcelas eram constituídas de fileiras duplas em V invertido.

As duas plantas das extremidades do bloco foram consideradas bordaduras. Na primeira coleta, foram amostradas 12 plantas, devido ao pequeno tamanho das plantas. Na

segunda coleta, a amostra foi constituída de 3 plantas e, já a partir da terceira coleta, foram coletadas 2 plantas. Com relação às plantas coletadas foram escolhidas as que apresentaram “padrão da cultivar”, ou seja, em bom estado fitossanitário e com plantas vizinhas competitivas.

4.3. Avaliações agronômicas

As plantas amostradas foram cortadas ao nível do solo para avaliação dos parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas, sendo: massa fresca total, massa fresca de folhas, massa fresca de hastes, massa fresca de frutos, número e peso de frutos. Posteriormente, uma amostra de cada repetição referente a cada órgão da planta foi colocada em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65°C, para determinação de massa seca. Novamente, semelhante amostra de cada tratamento foi destinada à avaliação dos teores de macronutrientes e micronutrientes nos diferentes órgãos das plantas (folhas, hastes e frutos). Essa análise foi realizada pelo Laboratório Safrar Agrícola, localizado em Uberlândia, Minas Gerais.

Em seguida, utilizando-se o valor médio entre as repetições foi determinado o acúmulo de matéria seca em várias fases de crescimento, além de teores e absorção de nutrientes em função da idade da planta e do seu peso seco, número, peso médio e produção total de frutos por planta.

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística de regressão utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores referentes às médias de matéria seca de folhas, hastes e frutos de plantas coletadas em cada época. Durante a primeira (14 DAT) e a segunda coletas (28 DAT) apenas foi possível quantificar a matéria seca na parte vegetativa da planta, mas somente a partir da terceira coleta (42 DAT) foi possível quantificar que 4,78% da matéria seca das plantas foram provenientes dos frutos.

O pico de matéria seca do tomateiro aconteceu aos 70 DAT (Figura 1), quando se obteve 590,97 g planta⁻¹. O maior ganho diário de biomassa nas plantas foi observado entre 56 e 70 DAT, com acúmulo de 27,58 g planta⁻¹, por nesse período haver maior número de frutos. Em contrapartida, houve uma queda na quantidade de matéria seca no tomateiro entre 70 e 84 DAT, possivelmente em decorrência da redução na quantidade das folhas por plantas.

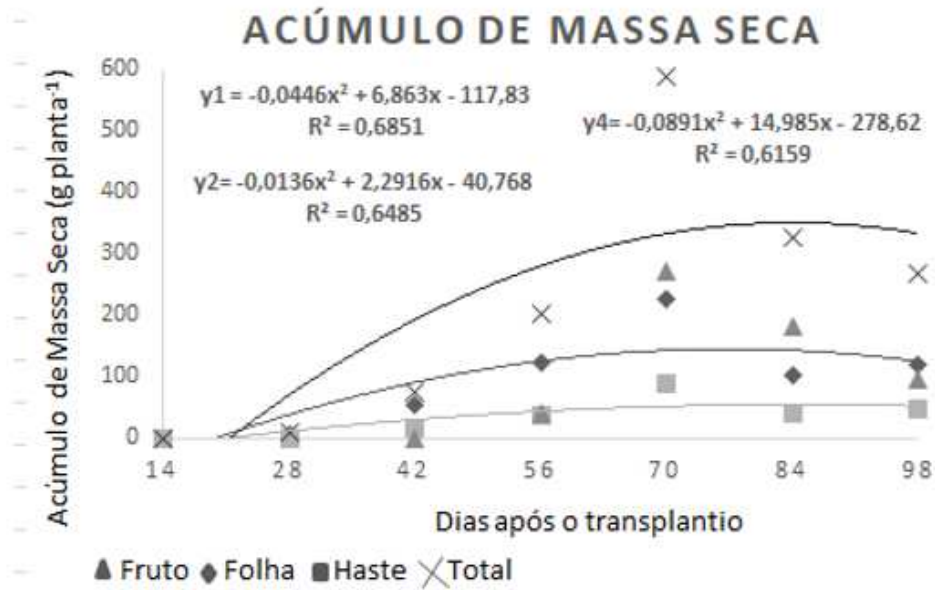
Tabela 1. Médias de matéria seca (g planta⁻¹) do tomateiro 4566, em função de diferentes coletas durante o ciclo da cultura.

D.A.T.¹	Folha + Caule	%	Frutos	%	Total	%	Diário
14	00,30	100,0	0,00	0,00	0,30	100	-
28	09,02	100,0	0,00	0,00	9,02	100	0,62
42	74,70	98,4	1,22	1,61	75,9	100	4,78
56	161,5	78,8	43,32	21,1	204,8	100	9,21
70	317,6	53,7	273,7	46,3	590,9	100	27,58
84	146,1	44,6	181,8	55,4	327,9	100	-18,79
98	172,8	63,8	97,6	36,2	270,4	100	-4,11

Fonte: o autor.

¹D.A.T. = Dias após o transplântio.

Figura 1. Acúmulo de matéria seca nas plantas ao longo do ciclo de cultivo.



*Y1: Equação do acúmulo de massa seca na folha

Y2: Equação do acúmulo de massa seca na haste

Y4: Equação do acúmulo de massa seca total

**Os dados do Fruto não se enquadram em nenhum modelo de equação

As Tabelas 2 e 3 contêm os valores referentes ao acúmulo de cada nutriente na parte aérea vegetativa (folhas + haste) e nos frutos do tomateiro 4566.

Tabela 2. Médias da quantidade total de nutrientes extraídos pela parte vegetativa (folhas + haste) do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.

D.A.T. ¹	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----				
14	0,01	0,002	0,01	0,001	0,01	0,002	0,004	0,19	0,01	0,02	0,01
28	0,34	0,06	0,37	0,02	0,22	0,06	0,10	7,17	0,40	0,83	0,18
42	2,57	0,53	2,52	0,21	1,77	0,63	2,20	44,53	3,46	2,18	2,63
56	3,78	0,63	3,99	0,48	4,75	1,003	3,69	35,76	6,25	5,97	5,74
70	8,70	1,71	6,92	0,80	5,69	1,51	7,53	64,64	9,73	17,3	11,9
84	3,01	0,53	3,67	0,44	3,33	0,90	7,52	48,71	3,55	5,39	4,95
98	3,97	0,73	4,29	0,56	6,03	1,00	3,78	100,7	10,9	8,77	4,89

Fonte: o autor.

¹D.A.T. = Dias após o transplântio.

Tabela 3. Média da quantidade total de nutrientes extraídos pelos frutos do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.

D.A.T. ¹	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
	-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----				
42	0,03	0,01	0,04	0,002	0,01	0,003	0,02	0,19	0,1	0,04	0,02
56	0,98	0,22	1,37	0,07	0,15	0,09	1,03	2,62	0,32	1,63	0,46
70	8,16	1,20	7,65	0,34	0,45	0,36	4,99	16,44	2,38	11,18	2,56
84	3,99	0,85	5,66	0,32	0,48	0,29	9,05	16,63	0,79	4,27	2,20
98	2,22	0,41	3,00	0,16	0,29	0,16	1,58	11,28	2,33	1,78	0,86

Fonte: o autor.

¹D.A.T. = Dias após o transplântio.

O acúmulo de macro e micronutrientes em ordem decrescente nas folhas, hastes e nos frutos, foi respectivamente: N > Ca > K > Mg > P > S - Fe > Mn > Zn > B > Cu e K > N > P > Ca > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn.

A Tabela 4 apresenta a soma dos nutrientes acumulados nas folhas, hastes e frutos das plantas em função das coletas realizadas. Esses valores representam a quantidade de nutrientes que o tomateiro absorveu ao longo de todo seu ciclo, que proporcionou às plantas alcançar uma determinada produtividade. Exceto o cálcio, os demais macronutrientes tiveram redução em seus teores após a penúltima coleta. Essa redução na absorção se deve principalmente ao comportamento natural do tomateiro ao final do ciclo, e provavelmente

também pela queda de folhas e dos frutos devido a doenças e pragas. Entre os micronutrientes houve uma redução da penúltima para a última coleta apenas para o cobre e o boro.

Tabela 4. Média da quantidade total de nutrientes extraídos pela planta (exceto raiz) do tomateiro 4566, ao longo do ciclo de cultivo.

D.A.T. ¹	-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----				
	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
14	0,01	0,002	0,01	0,001	0,01	0,002	0,004	0,19	0,01	0,02	0,006
28	0,34	0,06	0,37	0,02	0,22	0,06	0,10	7,17	0,40	0,83	0,18
42	2,60	0,54	2,56	0,21	1,78	0,63	2,22	44,72	3,47	2,22	2,65
56	4,76	0,85	5,37	0,55	4,90	1,10	4,72	38,38	6,56	7,60	6,20
70	17,9	2,91	14,6	1,14	6,09	1,87	12,5	81,08	12,1	28,5	14,5
84	7,00	1,38	9,33	0,76	3,81	1,19	16,6	65,34	4,34	9,66	7,15
98	6,19	1,14	7,29	0,72	6,32	1,17	3,94	111,9	13,2	10,5	0,76

Fonte: o autor.

¹D.A.T. = Dias após o transplantio

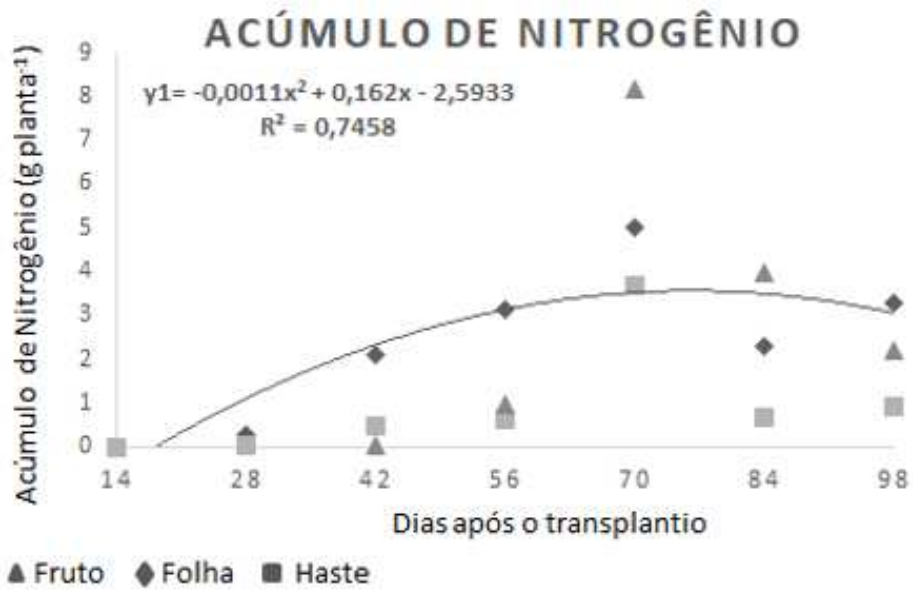
O macronutriente mais extraído foi o nitrogênio (17,86 g planta⁻¹), seguido pelo potássio (14,57 g planta⁻¹), cálcio (6,09 g planta⁻¹), fósforo (2,91 g planta⁻¹), magnésio (1,87 g planta⁻¹) e enxofre (1,14 g planta⁻¹). Com relação aos micronutrientes, a ordem decrescente de extração foi: ferro (111,94 mg planta⁻¹), zinco (28,48 mg planta⁻¹), cobre (16,57 mg planta⁻¹), boro (14,50 mg planta⁻¹) e manganês (13,2 mg planta⁻¹) (Figuras 2 a 12).

De Mello Prado et al. (2011) para avaliação de crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico, encontraram as maiores exigências nutricionais do tomateiro K, N e Ca para os macronutrientes e de Fe, Zn e Mn para os micronutrientes.

Já Andrade et al. (2014), em experimento utilizando o cultivar Guaraitã a campo, observaram que o potássio foi o nutriente mais extraído, seguido pelo nitrogênio, cálcio, fósforo, magnésio e enxofre; sendo que a terceira, quarta e quinta posições se assemelharam aos encontrados nesse trabalho.

Diferente do que foi observado nesse trabalho, Diógenes (2016) encontrou uma ordem de extração dos micronutrientes pelo tomateiro de Fe > Mn > B > Zn > Cu, com o tomateiro Caeté. No presente trabalho, foi possível observar que diferentes materiais genéticos possuem diferentes marchas de absorção de nutrientes.

Figura 2. Acúmulo de nitrogênio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

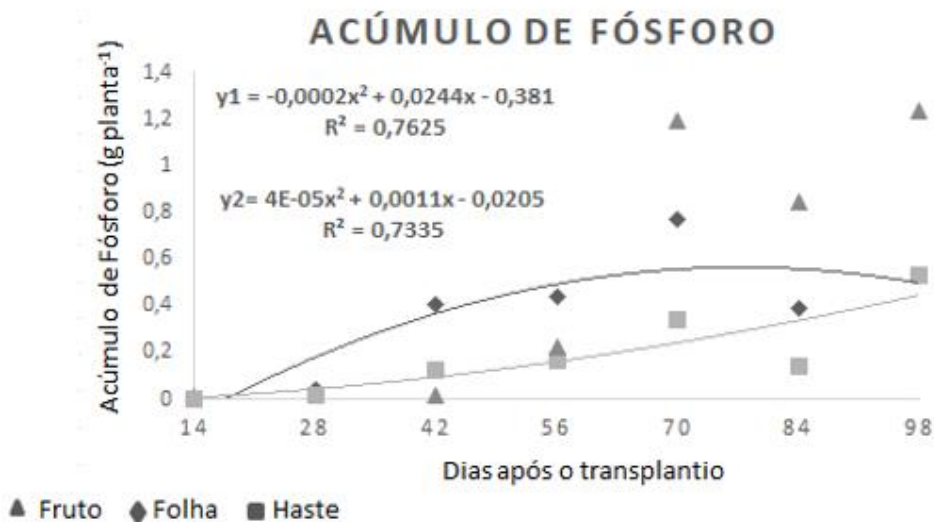


do acúmulo de N na folha

*Y1: Equação

**Os dados de Haste e Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 3. Acúmulo de fósforo pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.



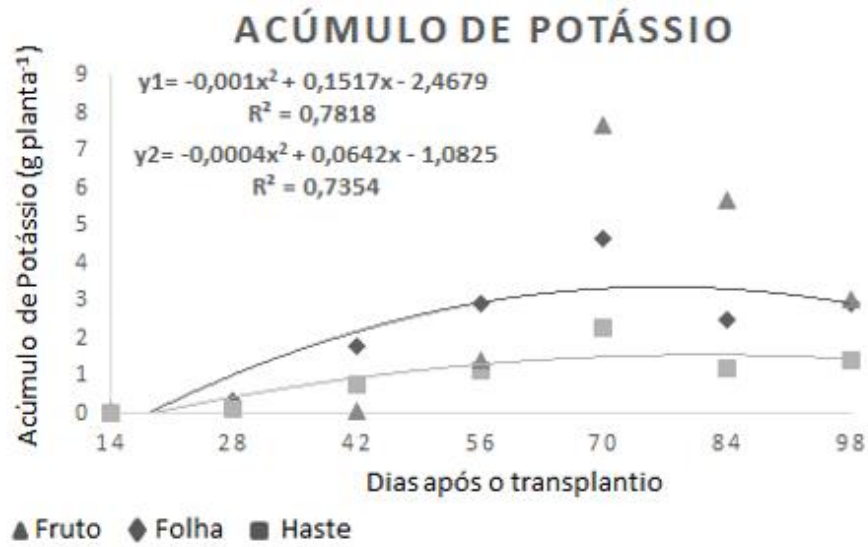
Equação do acúmulo de P na folha

*Y1:

Y2: Equação do acúmulo de P na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 4. Acúmulo de potássio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

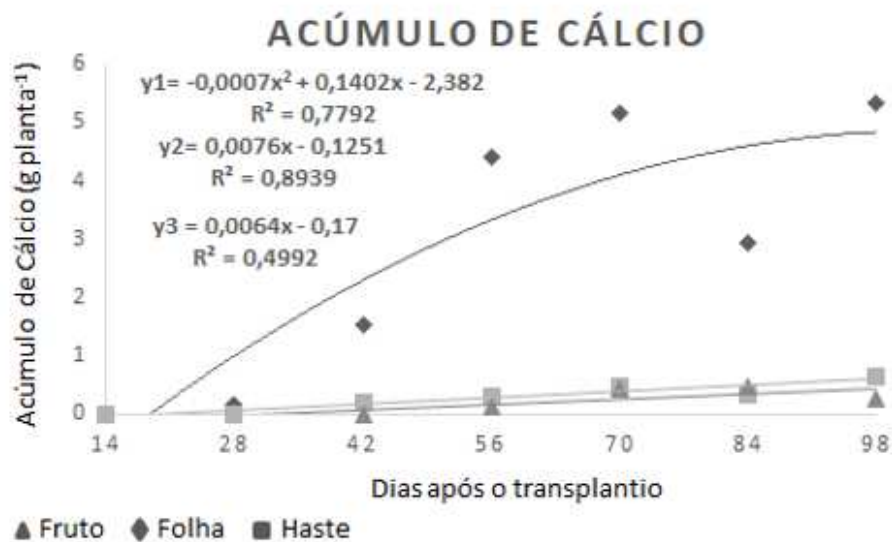


*Y1: Equação do acúmulo de K na folha

Y2: Equação do acúmulo de K na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 5. Acúmulo de cálcio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

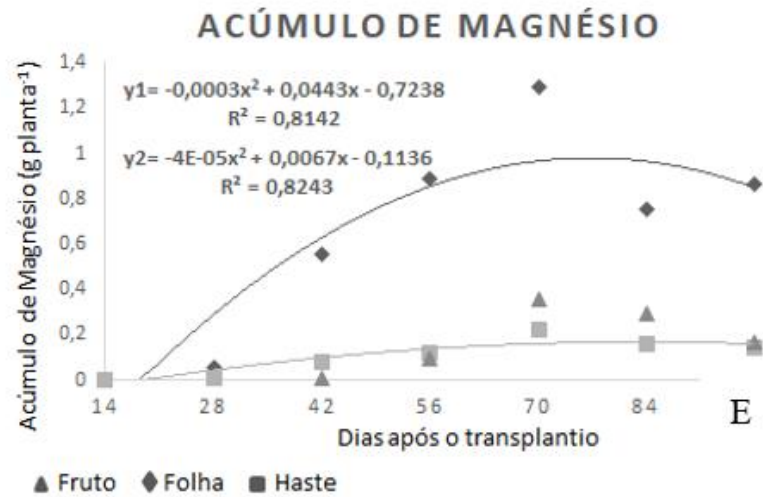


*Y1: Equação do acúmulo de Ca na folha

Y2: Equação do acúmulo de Ca na haste

Y3: Equação do acúmulo de Ca no fruto

Figura 6. Acúmulo de magnésio pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

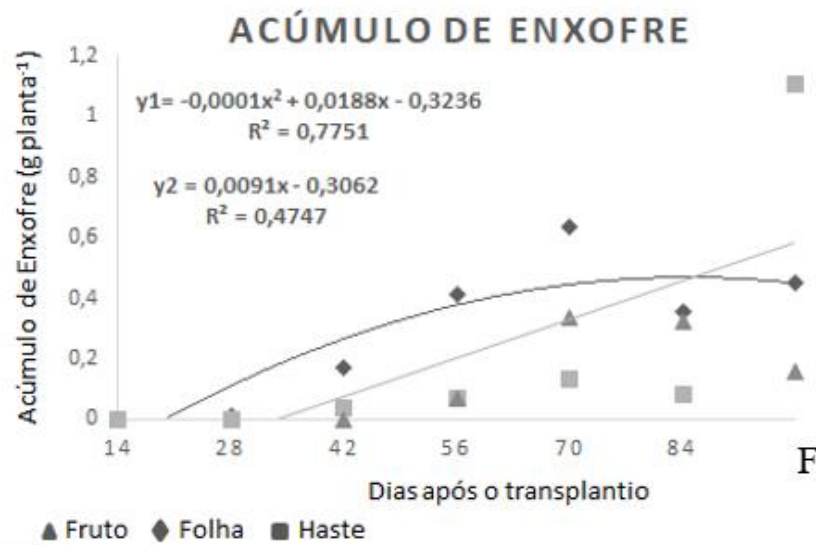


*Y1: Equação do acúmulo de Mg na folha

Y2: Equação do acúmulo de Mg na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 7. Acúmulo de enxofre pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

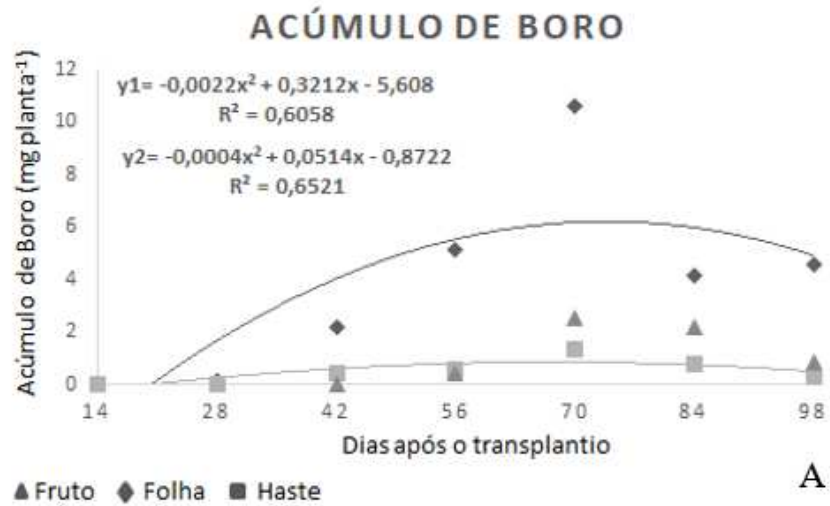


*Y1: Equação do acúmulo de S na folha

Y2: Equação do acúmulo de S na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 8. Acúmulo de boro pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

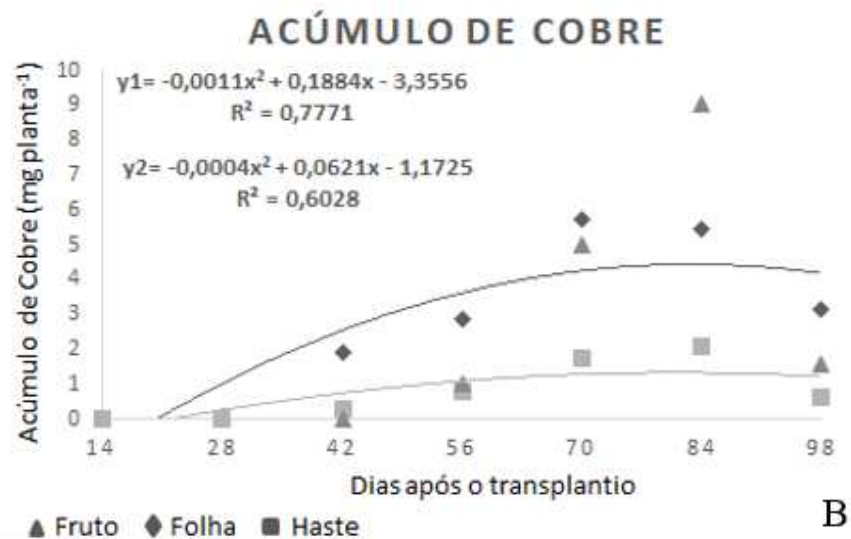


*Y1: Equação do acúmulo de B na folha

Y2: Equação do acúmulo de B na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 9. Acúmulo de cobre pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

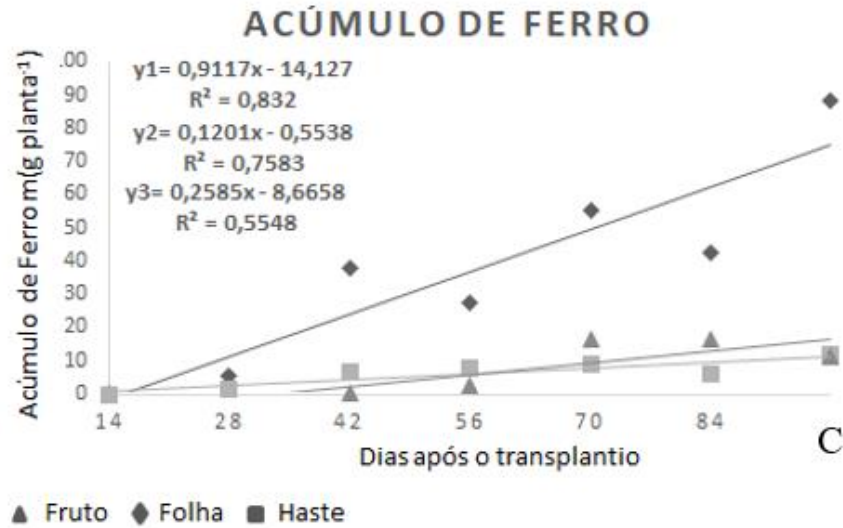


*Y1: Equação do acúmulo de Cu na folha

Y2: Equação do acúmulo de Cu na haste

**Os dados de Frutos não se enquadraram em nenhum modelo de equação

Figura 10. Acúmulo de ferro pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

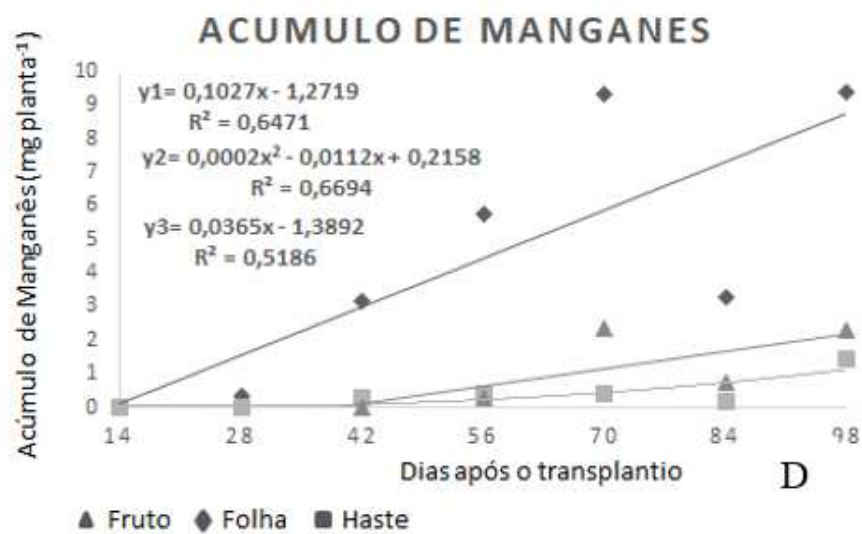


*Y1: Equação do acúmulo de Fe na folha

Y2: Equação do acúmulo de Fe na haste

Y3: Equação do acúmulo de Fe no fruto

Figura 11. Acúmulo de manganês pelas plantas ao longo do ciclo de cultivo.

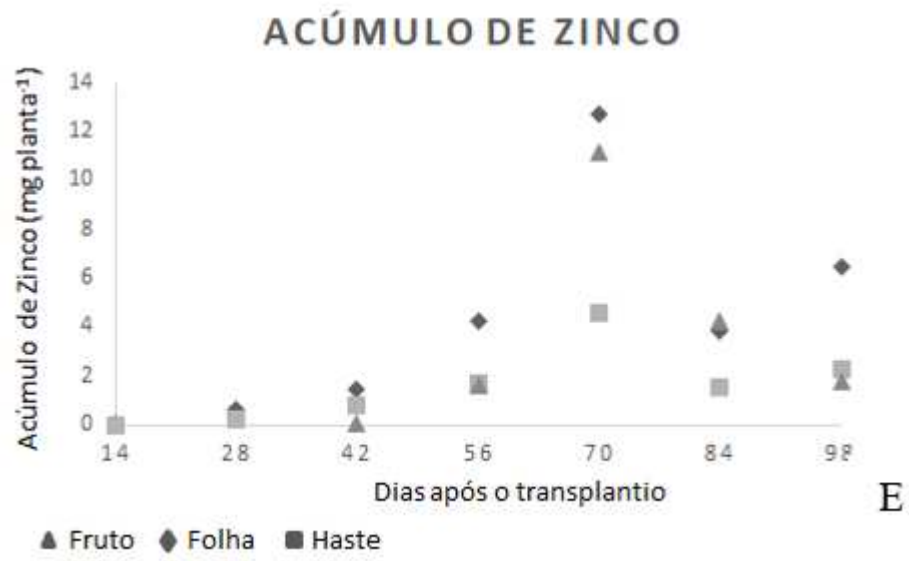


*Y1: Equação do acúmulo de Mn na folha

Y2: Equação do acúmulo de Mn na haste

Y3: Equação do acúmulo de Mn no fruto

Figura 12. Acúmulo de zinco nas plantas ao longo do ciclo de cultivo.



*Os dados de Folha, Haste e Frutos não se enquadraram

6. CONCLUSÕES

A matéria seca de plantas do genótipo tomateiro 4566 e o ganho diário de biomassa variam nas diferentes épocas de coleta após o transplantio, tendo apresentado maior biomassa seca aos 70 DAT e maior ganho diário de biomassa entre 56 e 70 DAT, com um acúmulo de 27,58 g planta⁻¹.

As quantidades totais de nutrientes absorvidos pela parte vegetativa (folhas + haste) e pelos frutos do tomateiro 4566 variam nas diferentes épocas de coleta após o transplantio. A ordem decrescente de extração de macro e micronutrientes nas folhas + hastes do tomateiro “4566” foi: N > Ca > K > Mg > P > S - Fe > Mn > Zn > B > Cu. A ordem decrescente de extração de macro e micronutrientes nos frutos do tomateiro “4566” foi: K > N > P > Ca > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn. O acúmulo de nutrientes em planta inteira foi respectivamente: N > K > Ca > P > Mg > S - Fe > Zn > Cu > B > Mn.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE L. M.; FILHO R. V. C.; MARQUEZ G. R.; OLIVEIRA R. C.; TEIXEIRA L. M.; LUZ J. M. Q. 2014. Acúmulo de macronutrientes em tomateiro Guaraitã. **Horticultura Brasileira** 31: S3010 – S3017. [S.I.]. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A5971_T9292_Comp.pdf. Acesso em: 28 ago. 2020.
- ARAÚJO, W. A. de. **Acúmulo de matéria seca e marcha de absorção de nutrientes em soja de crescimento determinado e indeterminado**. 2018. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1035>. Acesso em: 12 ago. de 2020.
- BECKER, W.F.; WAMSER, A.F.; FELTRIM, A.L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J.P.; VALMORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L.L; MUELLER, S. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina. Florianópolis, SC: **Epagri**, 2016. 149p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Anderson_Wamser/publication/317006548_Sistema_de_producao_integrada_para_o_tomate_tutorado_em_Santa_Catarina/links/591dd3a3a6fdcc233fcea97d/Sistema-de-producao-integrada-para-o-tomate-tutorado-em-Santa-Catarina.pdf. Acesso em: 11 set. de 2020.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. D. P.; MAESTRELO, P. R. Produtividade e desenvolvimento da cana-planta e soca em função de doses e fontes de manganês. **Revista Brasileira de Ciencia do solo**, Viçosa, MG. v. 35, n. 5, p. 1661-1667, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500020>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832011000500020&script=sci_arttext. Acesso em: 14 set. de 2020.
- COURY, F. G.; DA SILVA, F. M.; LUZ, J. M. Q.; DE OLIVEIRA, R. C.; CARVALHO FILHO, R. do V. Acúmulo de micronutrientes no híbrido de tomate Compact. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A6105_T9912_Comp.pdf. Acesso em: 10 set. de 2020.
- CREMONESI, M. V.; RAMALHO, B.; GOLFETTO, P.; KREPKI, L. S.; & PAULETTI, V. Marcha de absorção, taxa de acúmulo e exportação de micronutrientes e alumínio pelo tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 1, p. 13-23, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5965/223811711812019013>. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/13134>. Acesso em: 11 ago. de 2020.
- DA COSTA, A. L.; CIPRIANI, H. N.; DE CARVALHO, J. G.; ROSA, A.; BASTOS, R. Caracterização visual de frutos de tomateiro sob deficiência e sob toxidez de micronutrientes. **FertBio**, Guarapari, ES. 4f. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/1669601/>. Acesso em: 11 ago. de 2020.
- DE ALMEIDA, R. F. Adubação nitrogenada de tomateiros. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, RN. v. 6, n. 5, p. 4, 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7446448>. Acesso em: 12 ago. de 2020.
- DE MELLO PRADO, R.; SANTOS, V. H. G.; DE OLIVEIRA GONDIM, A. R.; ALVES A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências**

Agrárias, Londrina, PR. 32(1), 19-30. 2011. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744100002.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

DIÓGENES, T. B. A. **Acúmulo de matéria seca e nutrientes e resposta do tomateiro caeté a doses de nitrogênio e fósforo**. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em

Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/632>. Acesso em: 22 ago. 2020.

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

HERNANDES, A.; NATALE, W.; CAZETTA, J. O.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. D.; ROMUALDO, L. M. Influência do manganês no crescimento e na composição mineral de mudas de caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1220-1230, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000125>. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452010005000125&script=sci_arttext. Acesso em: 12 ago. de 2020.

LUZ, J. M.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; & NOGUEIRA, A. P. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial.

Horticultura Brasileira, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2016. DOI: [https://doi.org/10.1590/s0102-](https://doi.org/10.1590/s0102-053620160406)

[053620160406](https://doi.org/10.1590/s0102-053620160406). Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000400483&script=sci_arttext)

[05362016000400483&script=sci_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362016000400483&script=sci_arttext). Acesso em: 13 ago. de 2020.

MONTEIRO, C. C. **Interação entre auxina e etileno nas respostas do tomateiro à**

deficiência de ferro. 2016. 133 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências

Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, SP. 2016. Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/144586>. Acesso em: 11 ago. de 2020.

NAIKA, S.; LIDITH DE JEUDE, J.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. 2006. **Agromisa e CTA**, Wageningen. 104 f. Disponível em:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/64439/1319.pdf?sequence=5>. Acesso em: 14 set. de 2020.

NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. da. Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes de cultivar superprecoce de feijão comum. In: **Embrapa Arroz e Feijão-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 12., 2017, Piracicaba. Produtividade e sustentabilidade da cultura do feijão: do campo para a

mesa: resumos. Piracicaba: CENA: IAC, 2017., 2017. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1078877/1/CNPAP2017conafep268.pdf>.

Acesso em: 12 ago. de 2020.

PURQUERIO, L. F. V.; DOS SANTOS, F. F. B.; CALORI, A. H. Caracterização do crescimento da planta e dos teores de nutrientes do tomate ‘Minotauro’ ao longo do ciclo de cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2. Disponível em:

http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_7/A6240_T9421_Comp.pdf.

Acesso em: 11 set. de 2020.

SANTOS, T. C.; OLIVEIRA, M. L. F.; ALEXANDRE, J. R.; SOUZA, S. B.; EUTRÓPIO, F. J.; RAMOS, A. C. Crescimento inicial de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e tomate transgênico AVP10X (*Solanum lycopersicum* L.) sob diferentes níveis de ferro. **Natureza on line** 9 (3): 152-156. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Frederico_Eutropio/publication/259803009_Crescimento_inicial_de_aroeira_Schinus_terebinthifolius_Raddi_e_t

[omate_transgenico_AVPIOX_Solanum_lycopersicum_L_sob_diferentes_niveis_de_ferro/links/0a85e52df320e53720000000.pdf](#) Acesso em: 12 ago. de 2020.

VARGAS, E. M.; NAVARINI, J. PROCESSO DE EXTRAÇÃO E BIODISPONIBILIDADE DO LICOPENO NO FRUTO DO TOMATE IN NATURA E EM FORMA DE MOLHO UTILIZANDO ÓLEO VEGETAL COMO CO-SOLVENTE. *In*: IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2019. Disponível em:

<http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/IXSIEPEX/IXSIEPEX/paper/view/3322>. Acesso em: 02 dez. de 2020.

ZORTÉA, T.; TESTA, M.; DA SILVA, W. L.; BARRETTA, D. Toxicidade do cobre em função da correção do pH em dois solos naturais: Uma abordagem com plantas e organismos edáficos. **Scientia agraria**, v. 17, n. 1, p. 1-9, 2016. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6115670>. Acesso em: 15 de set. de 2020.