

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

SARAH MAYSIA PERIM SILVA

**CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES NO
TOMATEIRO 4572, CULTIVADO EM CAMPO**

UBERLÂNDIA - MG
ABRIL - 2022

SARAH MAYSIA PERIM SILVA

**CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES NO
TOMATEIRO 4572, CULTIVADO EM CAMPO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz

**UBERLÂNDIA - MG
ABRIL – 2022**



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso II - GAG070				
Data:	06/11/2021	Hora de início:	15:00	Hora de encerramento:	16:30
Matrícula do Discente:	11711AGR056				
Nome do Discente:	Sarah Maysa Perim Silva				
Título do Trabalho:	Crescimento e marcha de absorção no tomateiro 4572, cultivado em campo				
A carga horária curricular foi cumprida integralmente?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não				

Reuniu-se em Web Conferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Agronomia, assim composta: Eng^a. Agr^a. Roberta Camargos Oliveira - ICIAG/UFU; Eng^a. Agr^a. Mara Lúcia Martins Magela - ICIAG/UFU; Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz - ICIAG/UFU; orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa, Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a discente a palavra, para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o(a) senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

(X) Aprovada Nota [95]

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **José Magno Queiroz Luz, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/11/2021, às 18:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **Roberta Camargos de Oliveira, Usuário Externo**, em 10/11/2021, às 19:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do



[Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Mara Lúcia Martins Magela, Usuário Externo**, em 17/11/2021, às 12:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3143525** e o código CRC **08F93C83**.

Referência: Processo nº 23117.072977/2021-50

SEI nº 3143525

Criado por [robson.soares](#), versão 4 por [jmagno](#) em 10/11/2021 18:44:26.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela proteção, e por iluminar a minha vida com força e sabedoria durante essa caminhada. Aos meus pais Adão e Clarinda pela vida, pelo amor e apoio incondicional, por estarem ao meu lado em todos os momentos de dificuldade me ajudando e orando por mim, e por sempre acreditarem no meu melhor.

Ao meu namorado Matheus pelo cuidado, amor e paciência em todo esse tempo. Aos meus amigos Arthur, Beatriz, Diego, Jaqueline e Luan que sempre estiveram ao meu lado me impulsionando e inspirando.

Meu amor e gratidão.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A cultura do tomateiro.....	4
2.2. A nutrição no tomateiro.....	5
2.3. A marcha de absorção	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5. CONCLUSÕES	17
6. REFERÊNCIAS.....	18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matéria seca do tomateiro 4572, em gramas por plantas, em função das coletas.....	17
Tabela 2: Quantidade total de nutrientes extraído pela parte vegetativa (folhas + haste) do tomateiro 4572, em função das coletas.....	18
Tabela 3: Quantidade total de nutrientes extraído pelos frutos do tomateiro 4572, em função das coletas.....	19
Tabela 4: Quantidade total de nutrientes extraído pela planta (exceto raiz) do tomateiro 4572, em função das coletas.....	19
Tabela 5: Produtividade média do tomateiro 4572, em função das coletas.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Altura em centímetros por plantas do tomateiro 4572, em função das coletas.....	16
Figura 2: Diâmetro em milímetros por plantas do tomateiro 4572, em função das coletas....	16
Figura 3: Quantidade de frutos por plantas do tomateiro 4572, em função das coletas.....	16
Figura 4: Acúmulo de massa seca em gramas por planta nas folhas, hastes e frutos do tomateiro 4572.....	18
Figura 5: Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), enxofre (D), cálcio (E) e magnésio (F) nas folhas, hastes e frutos do tomateiro 4572	22
Figura 6: Acúmulo de cobre (A), ferro (B), manganês (C), zinco (D) e boro (E) nas folhas, hastes e frutos do tomateiro 4572.....	23

RESUMO

As técnicas de manejo da cultura do tomate visam a produção de frutos com maior qualidade e menor custo. Uma das estratégias do melhoramento genético é o lançamento de novos genótipos que apresentam melhor desempenho nutricional, transformando os nutrientes absorvidos em biomassa de alta qualidade. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes do tomateiro do genótipo 4572. O experimento foi realizado no distrito de Martinésia município de Uberlândia, MG. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas épocas de coleta das plantas (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 e 112 dias após o transplântio). Foram avaliados os parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas: altura da haste (cm), diâmetro (mm), massa fresca total (g), massa fresca de folhas (g), massa fresca de hastes (g), massa fresca de frutos (g), número e peso de frutos (g), determinação de massa seca; teores de macronutrientes e micronutrientes nos diferentes órgãos das plantas (folha, hastes e fruto) e produtividade, realizando a média da massa fresca dos frutos de todas as plantas colhidas. Os resultados demonstraram um desenvolvimento crescente da altura de haste até os 98 dias após o transplântio (240,8 cm); o maior diâmetro foi alcançado aos 84 DAT (16,94 mm), já para quantidade de frutos os resultados foram crescentes até os 112 DAT (244 frutos). Houve um aumento constante na matéria seca das plantas até aos 98 DAT, quando ocorreu o máximo acúmulo de biomassa seca. O acúmulo de nutrientes variou ao decorrer das coletas entre os macronutrientes e micronutrientes, com a ordem decrescente de absorção de macronutrientes e micronutrientes nas folhas, hastes e nos frutos, sendo respectivamente: Ca>N>K>Mg>P>S - Fe> B>Mn>Zn> >Cu e K>N>P>Ca>Mg>S - Fe>Zn>Mn>B>Cu.

Palavras chave: *Solanum lycopersicum L.*, nutrição, crescimento, matéria seca.

ABSTRACT

Tomato crop management techniques aim to produce fruits with higher quality and lower cost. One of the strategies of genetic improvement is the launch of new genotypes that present better nutritional performance, transforming the absorbed nutrients into high quality biomass. Thus, the objective was to evaluate the growth and nutrient uptake rates of tomato genotype 4572. The experiment was conducted in the Martinesia district of Uberlândia, MG. The experimental design was a randomized block design with eight treatments and three repetitions, with the treatments consisting of plant collection periods (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 and 112 days after transplanting). The following biological parameters indicating the development of the plants were evaluated: stem height (cm), diameter (mm), total fresh mass (g), leaf fresh mass (g), stem fresh mass (g), fruit fresh mass (g), number and weight of fruits (g), determination of dry mass; macronutrient and micronutrient contents in the different plant organs (leaf, stem and fruit) and productivity, by averaging the fresh mass of the fruits from all the plants harvested. The results showed an increasing development of stem height until 98 days after transplanting (240.8 cm); the biggest diameter was reached at 84 DAT (16.94 mm), and for fruit quantity the results were increasing until 112 DAT (244 fruits). There was a constant increase in plant dry matter until 98 DAT, when the maximum accumulation of dry biomass occurred. The accumulation of nutrients varied during the sampling period among the macronutrients and micronutrients, with the decreasing order of uptake of macronutrients and micronutrients in the leaves, stems and fruits being, respectively: Ca>N>K>Mg>P>S - Fe> B>Mn>Zn>>Cu and K>N>P>Ca>Mg>S - Fe>Zn>Mn>B>Cu.

Key words: *Solanum lycopersicum L.*, nutrition, development, dry matter.

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é umas das frutas mais consumidas e populares no mundo, e a segunda hortaliça mais cultivada no Brasil, país que ocupa a nona colocação no ranking de produção mundial. Na safra de 2020, a produção nacional alcançou 4 milhões de toneladas de tomate em uma área de 55 mil hectares, 5,3% menor que a cultivada na safra anterior. Grande parte (26%) da produção nacional se concentra no estado de Goiás que produziu 1,59 milhão de toneladas de tomate durante o ano de 2020 (IBGE, 2020).

O tomate é um alimento com importante papel na dieta humana. Os frutos contêm em sua composição altos níveis de substâncias antioxidantes, como compostos fenólicos, vitamina C e carotenóides, que são responsáveis pela supressão de radicais livres, além de ser rico em proteínas e carboidratos. Uma dieta composta por esses elementos apresenta efeitos preventivos contra doenças degenerativas e cardiovasculares (FERNANDES *et al.*, 2007)

O tomateiro é uma cultura altamente exigente em nutrição e sua cadeia produtiva é repleta de desafios devido a sua grande vulnerabilidade a pragas e doenças. Isso faz com que a implantação e manutenção da lavoura demandem um alto custo e muitas vezes a manutenção da qualidade nutricional do tomate gera um grande gargalo na produção. Isso tem estimulado à busca de novas estratégias de manejo voltadas a nutrição, que potencializem ao máximo a produtividade com um menor custo associado (LEITE *et al.*, 2003).

Baseado na importância que a nutrição tem no aumento da produtividade e da qualidade dos frutos de tomate, conhecer a marcha de absorção dos macros e micronutrientes nessa cultura gera uma informação de grande relevância para a produção, visto que, a marcha indica os períodos do ciclo de produção em que há maior exigência de cada nutriente. Dessa forma, é possível direcionar a adubação na cultura de maneira mais adequada, levando em consideração a quantidade de nutriente que realmente é requerida e os períodos em que as maiores exigências acontecem. A marcha de absorção possibilita uma tomada de decisão mais racional sobre a aplicação dos fertilizantes, melhorando o aproveitamento dos mesmos pela planta (PRADO, 2004).

Isso implica em uma redução dos custos na produção que são relativamente altos quando se trata de adubação no tomateiro, visto que um bom manejo da adubação é crucial para produção de frutos saudáveis e obtenção de altas produtividades. Além do mais, o

conhecimento da marcha de absorção previne uma possível deficiência ou um consumo de luxo de algum nutriente pela planta. Com isso quanto mais se conhecer sobre a época e a quantidade requerida de cada nutriente durante o desenvolvimento da planta, mais eficiente será o sistema de produção (FURLANI; PURQUERIO, 2010).

Dentro da agricultura moderna, uma aplicação racional dos produtos fitossanitários e nutricionais afim da preservar o meio ambiente, são aspectos fundamentais para o desenvolvimento de uma agricultura mais responsável e sustentável. Sendo assim, a nutrição do tomateiro pautada no conhecimento das diferentes demandas e respostas da planta à adubação no decorrer do ciclo de desenvolvimento, é responsável não apenas por maximizar a produção do tomate, mas realizar esse feito com sustentabilidade (ALVARENGA, 2013).

Apesar de já haver várias recomendações de adubação na cultura do tomateiro, o surgimento de novos genótipos, que são cada vez mais exigentes em nutrição, faz com que seja necessário novos estudos da caracterização da demanda nutricional desses materiais. Esses estudos acerca da marcha de absorção de nutrientes possibilitam distinguir de forma mais assertiva os períodos no decorrer do ciclo da cultura em que há maior exigência nutricional e, assim, definir de acordo com a demanda de cada genótipo o momento mais apropriado para a aplicação de fertilizantes (SILVA, 2017).

Baseado nisso, o presente trabalho objetivou-se avaliar o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes no tomateiro genótipo 4572.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do tomateiro

A América do Sul, mais especificamente as regiões andinas ocupadas pelo Peru, Bolívia e Equador, é indicada como o local de origem do tomateiro. Na Europa, o seu cultivo foi iniciado no século XVI, mas o seu consumo se popularizou apenas no século XIX. A produção de tomate no cinturão verde Brasileiro iniciou na década de 1920 que também foi marcada com o início do processamento dos frutos (ANUÁRIO BRASILEIRO DE TOMATE, 2016), que se expandiu de forma significativa no país.

A produção de tomate tem uma importante participação socioeconômica no país, principalmente devido a geração de emprego e renda. Naturalmente a olericultura é uma das atividades que mais gera renda no campo a cada hectare cultivado, devido ao grande uso de

mão de obra nas etapas de produção. Estima-se que, do preparo do solo à colheita, a tomaticultura utilize por ano entre três e quatro trabalhadores por hectare (ANUÁRIO BRASILEIRO DE TOMATE, 2016)

O tomateiro é uma planta arbustiva que apresenta um vigoroso crescimento vegetativo com abundante ramificação lateral, seu desenvolvimento é baseado no hábito de crescimento que pode ser classificado como: indeterminado e determinado. As plantas de tomate que apresentam o crescimento indeterminado possuem uma forte dominância apical, que garante um crescimento contínuo das plantas durante o seu ciclo. As plantas de crescimento indeterminado são prioritariamente cultivares destinados a produção de frutos para mesa, consumidos *in natura*. Essas plantas são manejadas com tutoramento e desbrota. Em contrapartida as plantas com hábito determinado são adaptadas para o cultivo rasteiro e destinadas ao processamento (FIGUEIREDO *et al.*, 2015)

Os frutos do tomateiro apresentam grande variabilidade genética. Os tomates consumidos *in natura* podem ser divididos em quatro grandes grupos: salada, santa cruz, italiano e cereja, contudo, o principal tipo de tomate comercializado no Brasil, é o tipo salada longa vida, que domina o mercado desse segmento. Porém, nos últimos anos a participação de outros tipos de tomate, como o tipo italiano e o tipo cereja, aumentou de maneira expressiva. Esse crescimento se dá ao aumento do poder de compra dos brasileiros, que possibilita a busca por produtos diferenciados e com maior valor agregado (CONAB, 2019).

2.2. A nutrição no tomateiro

Na cultura do tomateiro uma produção satisfatória depende de alguns fatores, como: genética, controle fitossanitário e nutrição. Entre esses fatores o mais limitante para um bom rendimento de frutos é o suprimento da demanda nutricional das plantas (SILVA, 2017). O tomateiro é conhecido como uma das hortaliças mais exigentes em adubação, também é considerada uma das espécies que mais responde a doses elevadas de fertilizantes, logo, a produção de frutos de qualidade, depende diretamente do suprimento adequado dessa demanda (EMBRAPA, 2021).

A nutrição mineral apresenta uma importante associação com a sanidade das plantas, visto que, quando uma planta se encontra em adequadas condições nutricionais, há a formação de um mecanismo de resistência fisiológica, associado à regulação de aminoácidos e a síntese de proteínas. A combinação de altas temperaturas, grande incidência solar, baixa

disponibilidade de água e desbalanço nutricional é a maior causa das anomalias fisiológicas do tomateiro (SILVA, 2017).

A anomalia fisiológica mais frequentemente encontrada em lavouras de tomate é a causada pela deficiência de cálcio nas plantas, conhecida popularmente como fundo preto. Essa anomalia causa a podridão do ápice dos frutos e isso acontece devido à falta de cálcio que afeta a formação de parede celular nas plantas. O lóculo aberto é outra anomalia comum de ser encontrada no campo, causada pela deficiência de boro, o lóculo aberto gera uma rachadura profunda no fruto que fica deformado e impossibilitado de ser comercializado. E em razão do cálcio e do boro serem nutrientes com baixa mobilidade nas plantas as suas carências são mais perceptíveis nas partes vegetais que se formam por último, afetando diretamente a qualidade dos frutos (EMBRAPA, 2021).

Outro distúrbio limitante para o tomateiro é causado pela associação entre a deficiência de potássio e o excesso de nitrogênio nas plantas, principalmente durante a fase de formação dos frutos. Esse desbalanço nutricional é responsável por afetar o enchimento do fruto, que fica com o seu interior vazio. A deficiência de potássio também afeta a viragem de cor dos frutos e o teor de açúcar nos mesmos (EMBRAPA, 2021).

Um bom rendimento de frutos com qualidade depende diretamente do suprimento dos nutrientes requeridos pelas plantas. Para suprir adequadamente as exigências nutricionais do tomateiro, é preciso considerar o comportamento variável que as plantas apresentam na absorção e assimilação dos nutrientes, conforme a sua fase de desenvolvimento, clima, época de cultivo, material genético e o nível de nutrientes presentes no solo (DIÓGENES, 2016).

2.3. A marcha de absorção

Nas últimas décadas a produtividade nacional de tomate vem crescendo. Em 1990 o Brasil produzia 37,1 toneladas por hectare (AGRIANUAL, 1999), atualmente o rendimento médio do país é de 71,2 toneladas por hectare (IBGE, 2020). Esse aumento é resultado da utilização de técnicas de cultivo e manejo aprimoradas que aliam um sistema de produção moderno e o uso de cultivares híbridas mais produtivas. A introdução de novas cultivares no mercado tem gerado a necessidade de novas caracterizações da demanda nutricional do tomateiro, principalmente devido a esses novos materiais serem mais exigentes em nutrição.

Dessa forma, as recomendações de adubação existentes tornam-se defasadas, gerando a necessidade de novas caracterizações da demanda nutricional da cultura. A curva de absorção é uma ferramenta crucial para a determinação mais precisa acerca da assimilação de nutrientes e

produção de matéria seca pelas plantas, em função das fases do seu ciclo. E é com base nessas informações que há a possibilidade de determinar o momento mais conveniente para a aplicação de fertilizantes nas plantas, de maneira que respeite a sua demanda nutricional. O estudo da marcha de absorção de nutrientes na cultura do tomate é particularmente importante, devido à grande exigência que as plantas da cultura apresentam (SILVA, 2017).

No tomate é comum encontrar variações na quantidade de nutrientes extraídos e acumulados. Essas diferenças ocorreram devido um conjunto de fatores que alteram a produtividade como a variabilidade genética, época de cultivo, condições edafoclimáticas e manejo fitossanitário. Sendo assim, para aprimoramento das recomendações de adubação, são necessários estudos específicos de acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo de cultivo, visando caracterizar as necessidades nutricionais de novas cultivares no mercado (ARAÚJO, 2018a).

O estudo do desenvolvimento da planta estabelece o potencial de absorção de nutrientes no decorrer do seu crescimento. Dessa forma, há possibilidade de elaborar um manejo nutricional mais adequado e focado na aplicação mais racional dos insumos, e proporcionando uma nutrição equilibrada, com menor custo associado e com menor risco de dano ao ambiente (ARAÚJO, 2018b). Cada cultivar apresenta uma particularidade em relação a exigência nutricional, e muitas vezes é comum subestimar ou superestimar a quantidade de nutrientes administradas. Assim as informações adquiridas nos estudos da curva de absorção facilitam o manejo nutricional dessas plantas, de forma que não haja excesso ou falta de nenhum nutriente durante o desenvolvimento da cultura (ALVARENGA, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no distrito de Martinésia município de Uberlândia, MG, localizado 18°44'50" de latitude Sul e 48°25'06" de longitude Oeste, a noroeste da cidade. As amostras de plantas coletadas, foram processadas no Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Uberlândia-MG.

A adubação de plantio foi realizada de acordo com a recomendação geral para a cultura bem como as adubações de cobertura e foliares. A semeadura do genótipo 4572, de crescimento indeterminado, e do tipo italiano foi realizada em bandejas de 200 células, utilizando substrato comercial a base de fibra de coco. Após 25 dias da semeadura, foi realizado o transplante definitivo para o local de cultivo do material, no dia 01 de junho de 2020, em um espaçamento de 0,5 m entre plantas e 2,6 m entre linhas.

O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados com oito tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas épocas de amostragem de plantas após o transplântio, realizadas em intervalos de 14 dias (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 e 112 dias após o transplântio (DAT)). Durante as coletas, as duas plantas das extremidades de cada bloco foram consideradas bordaduras. Na primeira coleta foram amostradas 10 plantas, devido ao pequeno porte das mesmas. Na segunda coleta a amostra foi constituída de 5 plantas e já a partir da terceira coleta foram 2 plantas amostradas. As plantas coletadas seguiam o padrão da cultivar, em bom estado fitossanitário e com vizinhas competitivas.

As plantas amostradas em cada época (tratamento) e em cada repetição foram cortadas ao nível do solo e encaminhadas ao Laboratório de Fitotecnia da Universidade Federal de Uberlândia onde foram avaliados os parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas: altura da haste (cm), diâmetro (mm), massa fresca total (somatório da massa da folha + massa da haste + massa dos frutos) (g), massa fresca de folhas (g), massa fresca de hastes (g), massa fresca de frutos (g), número e peso de frutos (g), com o auxílio de uma fita métrica, um paquímetro e uma balança digital. Posteriormente, uma amostra de cada parcela para cada órgão da planta foi acondicionada em estufa, com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C para determinação de massa seca; e uma outra amostra de cada tratamento e repetição para cada órgão da planta foi encaminhada ao Laboratório Safrar Agrícola em Uberlândia-MG, para determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes nos diferentes órgãos das plantas (folha, hastes e fruto).

Posteriormente, utilizando o valor médio das plantas, foi possível determinar o acúmulo de matéria seca ao decorrer das fases de crescimento das plantas, assim como, os teores de absorção de nutrientes em função da idade da planta e do seu peso seco; número, peso médio e produção total de frutos por planta. A adubação, os tratos culturais e o controle fitossanitário foram os comumente utilizados na cultura do tomateiro. Para a determinação da produtividade, realizou-se a média da massa fresca dos frutos de todas as plantas colhidas, classificando-os em M (diâmetro de 6 a 8 cm) e G, (diâmetro maior que 8 cm) de acordo com o diâmetro de cada fruto

Os dados coletados foram submetidos à análise estatística a 0,05% de significância pelo Teste F, determinando a regressão que melhor se ajusta ao modelo através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar um acelerado desenvolvimento do genótipo no decorrer das coletas. Durante todo o desenvolvimento da cultura houve um progressivo crescimento das plantas e conseqüentemente foi notável um maior peso das folhas e hastes, a cada coleta. Apenas na quarta coleta (56 dias após o transplântio-DAT) foi possível fazer a primeira contagem de frutos. As plantas apresentaram um rápido incremento com relação à altura, que foi crescente até a sétima coleta (98 DAT) (Figura 1).

Analisando o caule das plantas, a cada coleta houve um aumento significativo da espessura, o diâmetro aumentou até a sexta coleta (84 DAT). Na coleta seguinte (98 DAT) houve um decréscimo de 0,79 mm no diâmetro do caule (Figura 2). Em relação aos frutos, o pico de produção se deu na oitava coleta (112 DAT). Entre (98 DAT) e (112 DAT) as plantas coletadas apresentaram um aumento de 52,09% na quantidade de frutos bem desenvolvidos, maduros e no ponto de colheita (Figura 3).

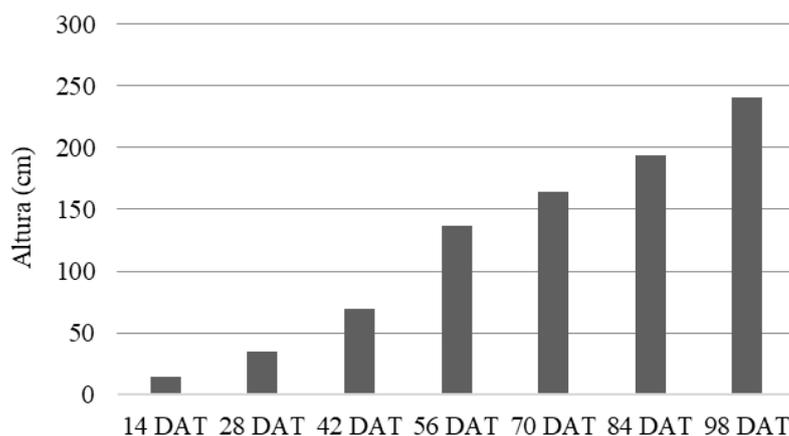


Figura 1: Altura em centímetros por plantas do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.

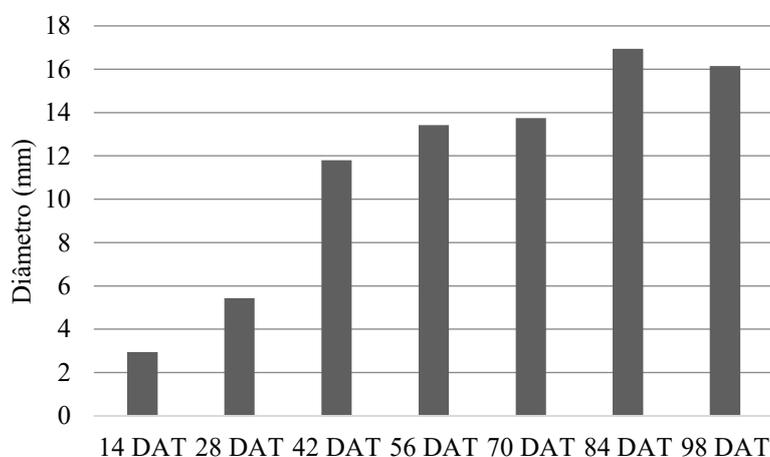


Figura 2: Diâmetro em milímetros por plantas do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.

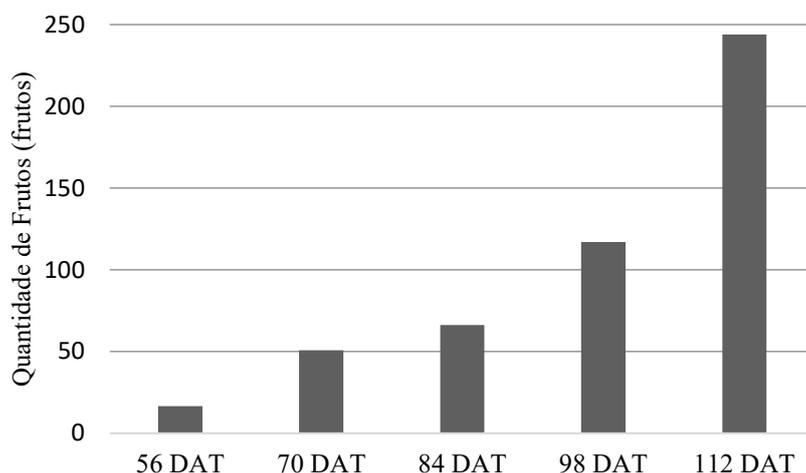


Figura 3: Quantidade de frutos por plantas do tomateiro 4572 ao longo do ciclo.

A Tabela 1 apresenta os valores referentes à matéria seca das plantas (folhas, hastes e frutos). Esses dados são fundamentais para a análise de crescimento das plantas, uma vez que permite avaliar o desenvolvimento da cultura através da contribuição de cada órgão. A partir dos dados é possível observar que, durante a primeira coleta (14 DAT), a segunda coleta (28 DAT) e a terceira coleta (42 DAT) apenas foi possível quantificar a matéria seca na parte vegetativa da planta. A partir da quinta coleta (56 DAT) foi possível quantificar 5,74% da matéria seca das plantas como sendo proveniente dos frutos. O crescimento da porcentagem foi contínuo até o seu pico que aconteceu aos 112 DAT que representou 41,22% da matéria seca do tomateiro. O pico de massa seca do tomateiro aconteceu aos 98 DAT, quando as plantas chegaram a $633,60 \text{ g planta}^{-1}$.

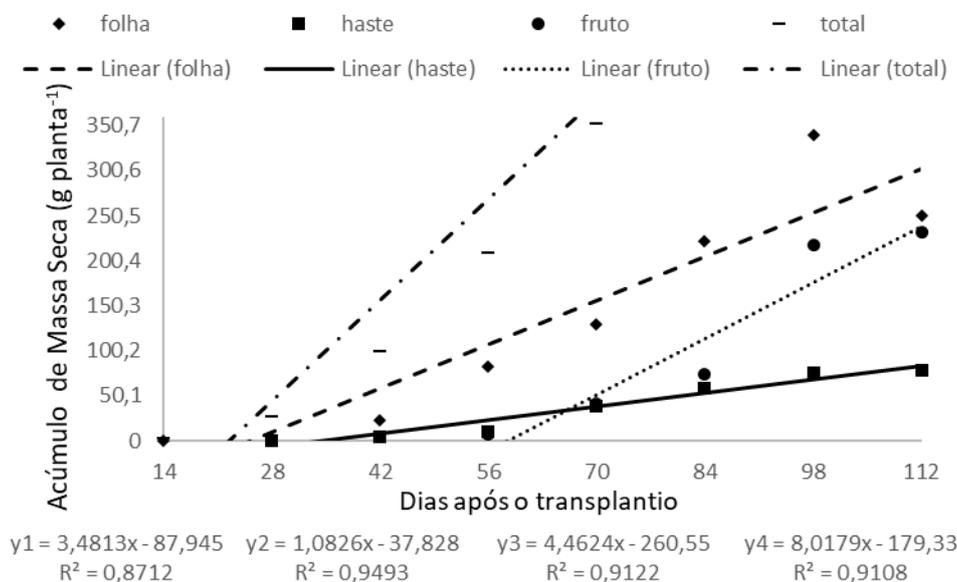
Fayad *et al.* (2002) utilizando a cultivar Santa Clara de crescimento indeterminado, observou a mesma tendência chegando ao acúmulo máximo de $406,28 \text{ g planta}^{-1}$. Apesar de haver uma tendência de que a distribuição da massa seca na planta seja regulada pela força do dreno dos órgãos, existem diversos fatores que podem interferir na repartição da matéria seca entre as fontes e os drenos, entre estes, destacam-se a carga de frutos da planta, a distância entre os drenos e as fontes e a densidade de plantio.

O maior ganho em biomassa foi observado entre 84 e 98 DAT, com um acúmulo de $19,98 \text{ g planta}^{-1}$, por nesse período haver um grande aumento no número de frutos (Tabela 1). Em contrapartida houve uma queda na quantidade de matéria seca no tomateiro durante a última coleta 112 DAT, possivelmente em decorrência da diminuição na quantidade das folhas e na estabilização da espessura das hastes nas plantas que estavam no final do ciclo.

Tabela 4: Matéria seca do tomateiro 4572, em gramas por planta, ao longo do ciclo.

DAT	Folha + Caule	%	Frutos	%	Total	%	Dia
14	0,20	100	0	0	0,2	100	-
28	3,08	100	0	0	3,08	100	0,2
42	30,29	100	0	0	30,29	100	1,94
56	117,74	94,26	7,18	5,74	124,92	100	6,76
70	168,00	80,27	41,30	19,73	209,30	100	6,03
84	279,75	79,07	74,08	20,93	353,83	100	10,32
98	416,22	65,69	217,38	34,31	633,60	100	19,98
112	330,13	58,78	231,51	41,22	561,64	100	-5,14

Na Figura 4 é possível observar que o aumento no teor de matéria seca se apresentou de forma gradativa ao decorrer das coletas. Esse comportamento se deu em razão das plantas terem sido conduzidas sem a poda apical. Aos 112 DAT a matéria seca dos frutos ainda estava crescente devido a quantidade de frutos que as plantas produziram.



Y1: Equação do acúmulo de massa seca na folha Y2: Equação do acúmulo de massa seca na haste

Y3: Equação do acúmulo de massa seca no fruto Y4: Equação do acúmulo de massa seca total

Figura 4. Acúmulo de massa seca de folha, haste, fruto e total do tomateiro 4572 ao longo do ciclo.

As Tabelas 2 e 3 contêm os valores referentes ao acúmulo de cada nutriente na parte aérea vegetativa (folhas e haste) e nos frutos do tomateiro 4572, respectivamente. A Tabela 4 apresenta a soma dos nutrientes acumulados nas folhas, hastes e frutos das plantas em função das coletas realizadas

Tabela 5: Quantidade total de nutrientes extraídos pela parte vegetativa (folhas + haste) do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.

DAT	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----					
14	0,008	0,002	0,008	0,001	0,005	0,002	0,003	0,180	0,012	0,012	0,009
28	0,136	0,024	0,095	0,014	0,091	0,030	0,045	5,951	0,153	0,131	0,117
42	0,873	0,135	1,051	0,171	0,667	0,238	0,397	7,566	3,666	1,425	1,123
56	3,979	0,474	2,000	0,754	1,458	0,216	0,744	90,659	10,992	2,731	4,962
70	4,713	0,568	5,218	0,587	6,147	1,676	1,127	99,562	15,549	5,462	7,666
84	6,280	0,836	7,062	0,372	11,945	3,342	3,694	106,416	28,513	12,188	18,528
98	12,642	1,530	8,748	1,237	13,460	3,218	6,598	490,284	25,684	12,794	23,703
112	8,377	1,407	8,347	0,557	11,951	2,542	3,010	334,141	15,060	9,838	29,676

Tabela 6: Quantidade total de nutrientes extraídos pelos frutos do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.

DAT	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----					
56	0,272	0,044	0,109	0,025	0,038	0,025	0,098	5,203	1,073	0,360	0,169
70	1,345	0,195	1,666	0,084	0,122	0,102	0,222	3,766	0,779	1,008	0,535
84	1,829	0,334	2,430	0,035	0,224	0,188	0,761	10,981	1,251	2,135	1,391
98	6,338	0,884	5,714	0,464	0,836	0,508	2,969	29,104	3,805	6,035	3,085
112	5,970	0,965	7,687	0,197	0,769	0,456	1,612	17,510	4,465	5,581	5,151

Tabela 4: Quantidade total de nutrientes extraído pela planta (exceto raiz) do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.

DAT	N	P	K	S	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	B
-----g planta ⁻¹ -----						-----mg planta ⁻¹ -----					
14	0,008	0,002	0,008	0,001	0,005	0,002	0,003	0,180	0,012	0,012	0,009
28	0,136	0,024	0,095	0,014	0,091	0,030	0,045	5,951	0,153	0,131	0,117
42	0,873	0,135	1,051	0,171	0,667	0,238	0,397	7,566	3,666	1,425	1,123
56	4,249	0,518	2,109	0,779	1,496	0,241	0,842	94,425	12,065	3,091	5,131
70	6,058	0,763	6,884	0,671	6,269	1,778	1,349	103,328	16,328	6,469	8,202
84	8,109	1,170	9,492	0,407	12,781	3,530	4,455	117,397	26,762	14,323	19,919
98	18,979	2,218	14,462	1,701	14,296	3,726	9,567	519,388	29,489	18,829	26,788
112	14,347	2,372	16,034	0,754	12,721	2,998	4,622	351,651	19,525	15,419	34,827

A absorção de nutrientes pelo tomateiro é baixa até o surgimento das primeiras flores, a partir de então, a absorção aumenta significativamente e atinge o pico na fase de pegamento e desenvolvimento dos frutos (DIÓGENES, 2016), que aconteceu entre 56 e 98 dias após o transplante, após a maturação dos frutos, essa absorção decresce.

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

Os valores da Tabela 4 (soma dos nutrientes acumulados nas folhas, hastes e frutos) 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 P e o K, os demais macronutrientes tiveram redução em seus teores após a penúltima coleta, essa diminuição 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, ventos e pragas. Entre os micronutrientes não houve uma redução da penúltima para a última coleta apenas para o boro.

O macronutriente mais extraído foi o nitrogênio ($18,979 \text{ g planta}^{-1}$), seguido pelo potássio ($16,034 \text{ g planta}^{-1}$), cálcio ($14,296 \text{ g planta}^{-1}$), magnésio ($3,726 \text{ g planta}^{-1}$), fósforo ($2,372 \text{ g planta}^{-1}$) e enxofre ($1,701 \text{ g planta}^{-1}$). Com relação aos micronutrientes, a ordem decrescente de extração foi: ferro ($519,388 \text{ mg planta}^{-1}$), boro ($34,827 \text{ mg planta}^{-1}$), manganês ($29,489 \text{ mg planta}^{-1}$), zinco ($18,419 \text{ mg planta}^{-1}$) e cobre ($9,567 \text{ mg planta}^{-1}$).

Em relação aos macronutrientes mais absorvidos pelas plantas, Fayad *et al.* (2002), observaram resultado semelhante, onde o tomateiro Santa Clara teve maior êxito em extrair potássio, nitrogênio e cálcio, assim como o tomateiro 4572.

Prado *et al.* (2011) utilizando a cultivar Raísa também observaram comportamento semelhante na extração de potássio, nitrogênio e cálcio pelas plantas. Uma extração adequada desses macronutrientes é essencial para que as plantas obtenham bom processo fotossintético, bom crescimento e boa integridade de membrana (MALAVOLTA, 1976).

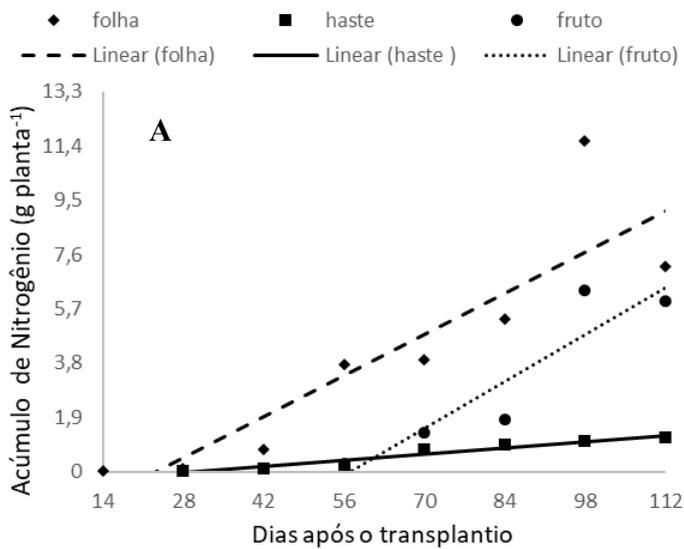
Em relação aos micronutrientes o tomateiro Santa Clara apresentou um acúmulo crescente em todo ciclo, e esse comportamento não foi observado no presente trabalho, exceto para o boro. Já Diógenes (2016) utilizando tomateiro Caeté, encontrou uma ordem de extração dos micronutrientes pelo tomateiro de $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$, igual a encontrada no presente trabalho.

Algumas diferenças são encontradas nessa comparação, devido se tratarem de cultivares distintos. Seus fatores genéticos podem alterar a capacidade de extração de cada nutriente do solo, assim como seu acúmulo pelas plantas. Além disso, as plantas ainda são influenciadas pelos fatores edafoclimáticos e do manejo as quais foram submetidas.

Analisando as Figuras 5 e 6 é possível observar que, exceto para o fósforo, potássio e boro todos os demais nutrientes apresentaram seus maiores valores de acúmulo aos 98 DAT, esse período coincide com momento de maior acúmulo de matéria seca pelas plantas (Tabela 1 e 4).

De modo geral, percebe-se uma associação entre a máxima extração dos nutrientes e os períodos em que acontece um aumento na produção de frutos. Durante esse momento a planta realiza vários processos metabólicos, e há uma atividade hormonal mais acelerada. Isso resulta

em uma maior mobilização de compostos assimilados assim como de nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 1991).

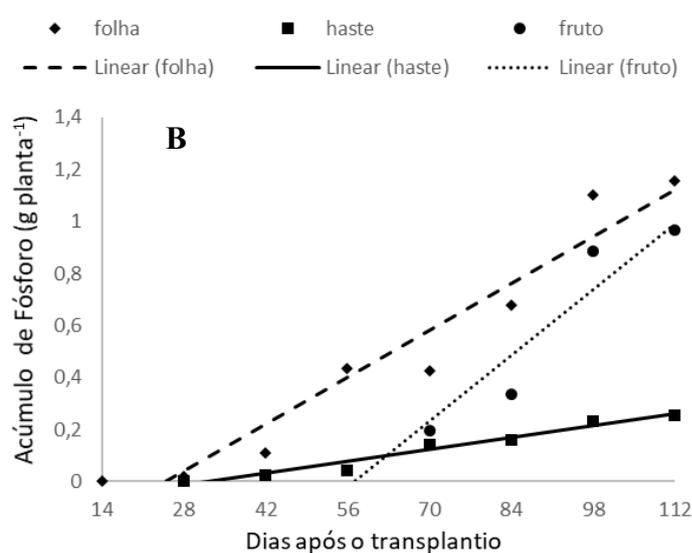


$y_1 = 0,1032x - 2,4184$ $y_2 = 0,0158x - 0,4869$ $y_3 = 0,1171x - 6,6835$
 $R^2 = 0,7922$ $R^2 = 0,94$ $R^2 = 0,8554$

Y1: Equação do acúmulo de N na folha

Y2: Equação do acúmulo de N na haste

Y3: Equação do acúmulo de N no fruto

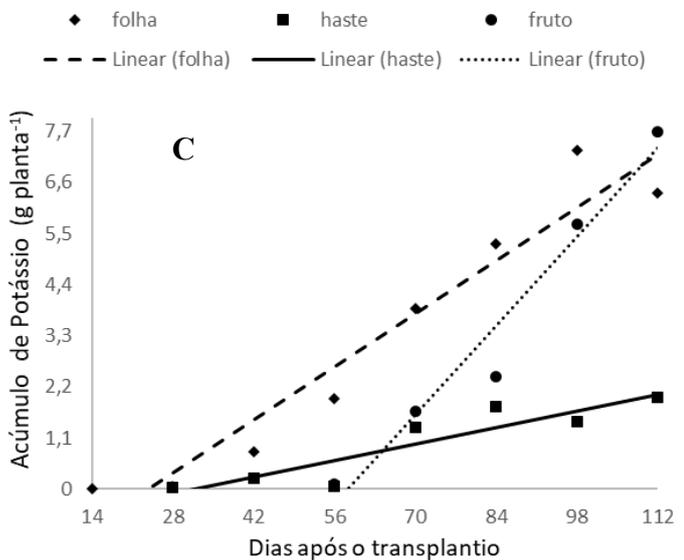


$y_1 = 0,0129x - 0,3222$ $y_2 = 0,0033x - 0,1059$ $y_3 = 0,0181x - 1,0337$
 $R^2 = 0,9364$ $R^2 = 0,96$ $R^2 = 0,9269$

Y1: Equação do acúmulo de P na folha

Y2: Equação do acúmulo de P na haste

Y3: Equação do acúmulo de P no fruto

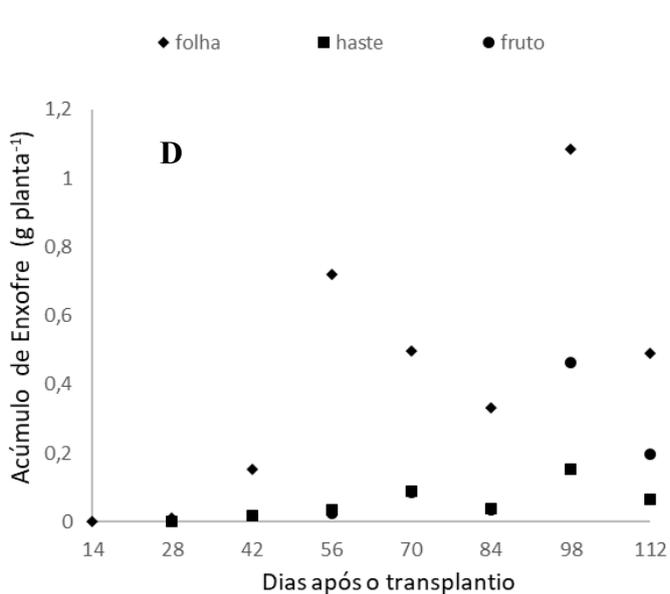


$y_1 = 0,0817x - 1,9396$ $y_2 = 0,0254x - 0,7998$ $y_3 = 0,1372x - 8,0018$
 $R^2 = 0,9314$ $R^2 = 0,8319$ $R^2 = 0,9595$

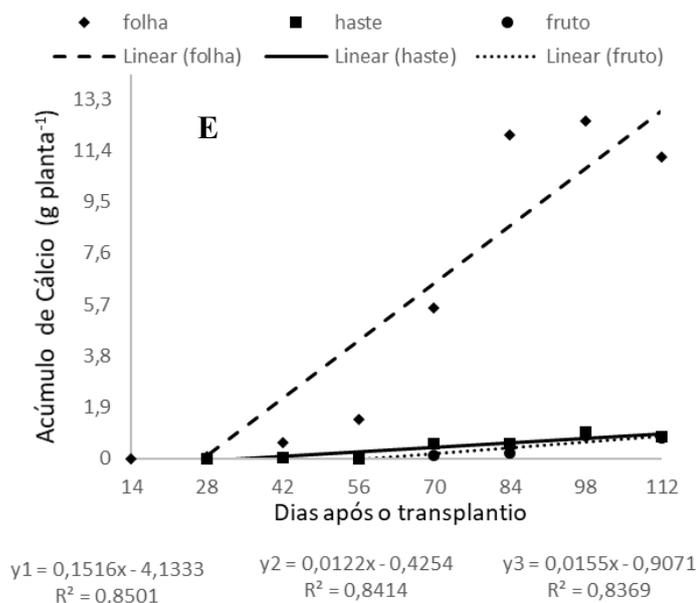
Y1: Equação do acúmulo de K na folha

Y2: Equação do acúmulo de K na haste

Y3: Equação do acúmulo de K no fruto



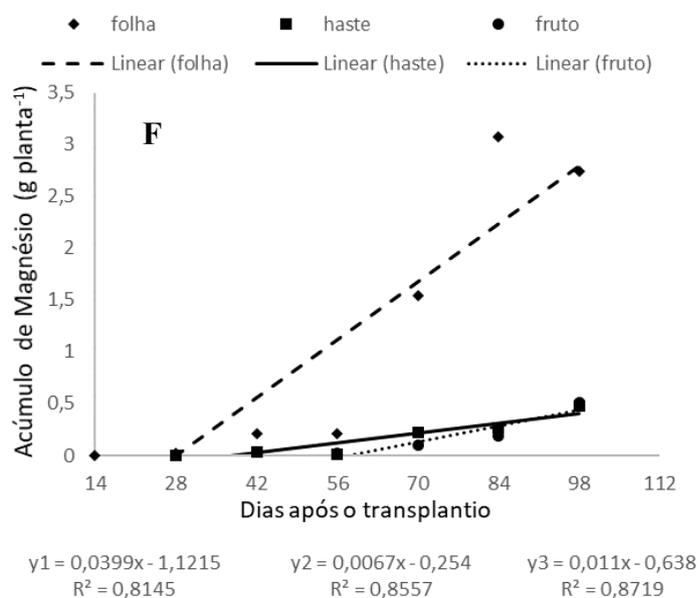
Os dados de folha, haste e fruto não se enquadraram em nenhum modelo de equação



Y1: Equação do acúmulo de Ca na folha

Y2: Equação do acúmulo de Ca na haste

Y3: Equação do acúmulo de Ca no fruto

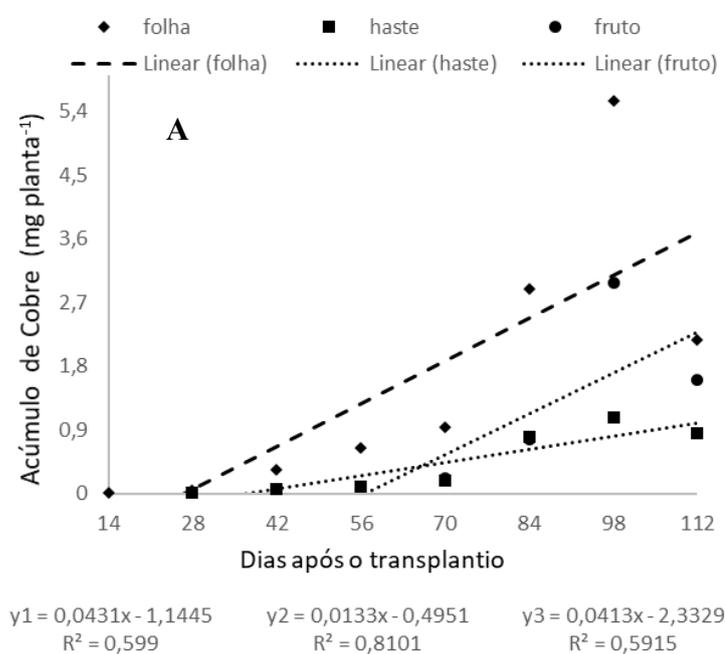


Y1: Equação do acúmulo de Mg na folha

Y2: Equação do acúmulo de Mg na haste

Y3: Equação do acúmulo de Mg no fruto

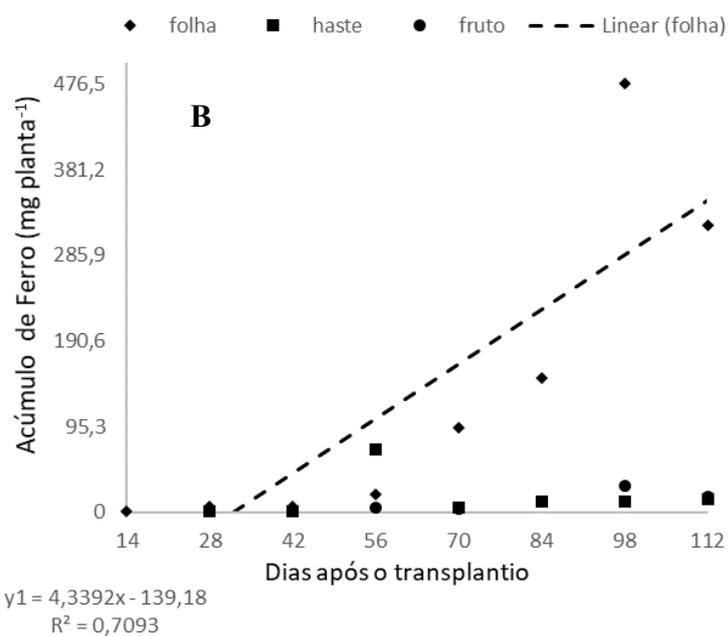
Figura 5: Acúmulo de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), enxofre (D), cálcio (E) e magnésio (F) nas folhas, hastes e frutos do tomateiro 4572, ao longo do ciclo.



Y1: Equação do acúmulo de Cu na folha

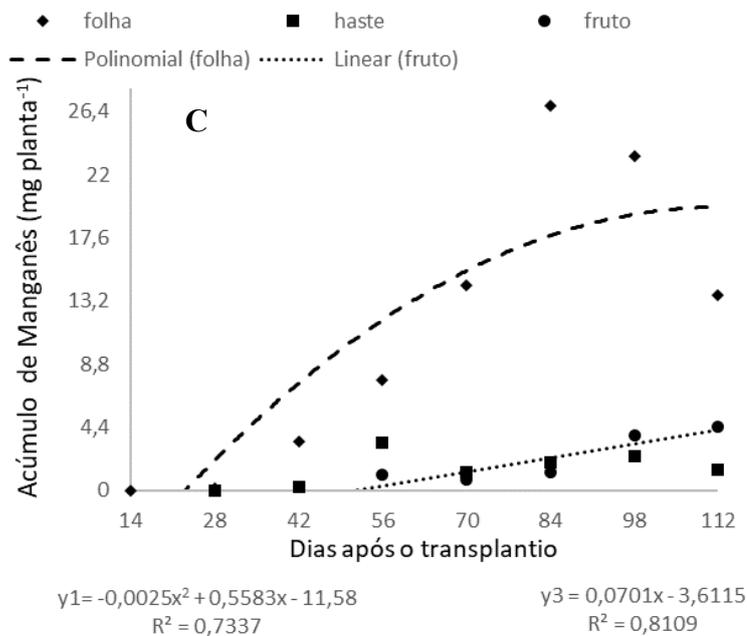
Y2: Equação do acúmulo de Cu na haste

Y3: Equação do acúmulo de Cu no fruto



Y1: Equação do acúmulo de Fe na folha

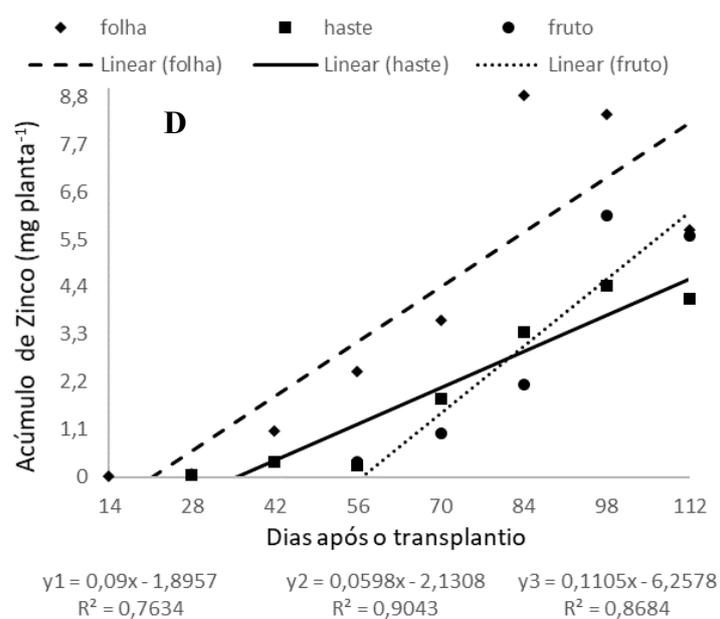
Os dados de haste e fruto não se enquadraram em nenhum modelo de equação



Y1: Equação do acúmulo de Mn na folha

Y3: Equação do acúmulo de Mn no fruto

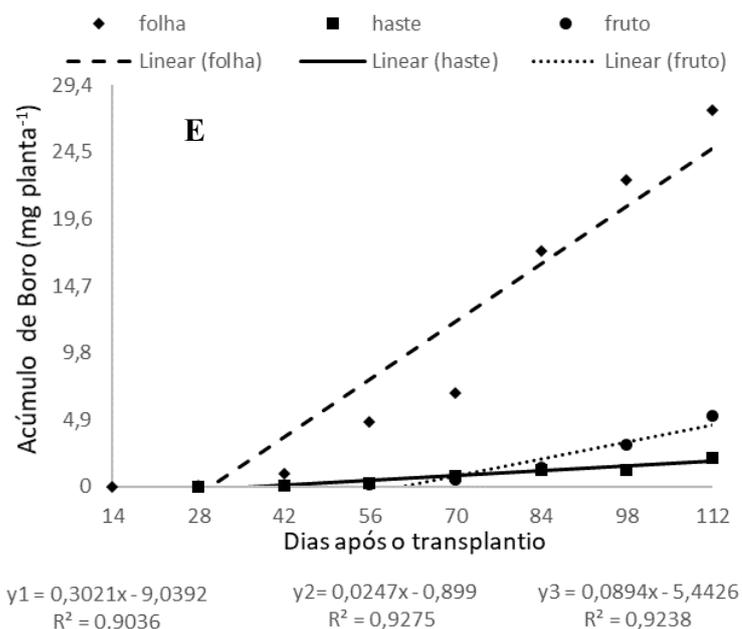
Os dados de haste não se enquadraram em nenhum modelo de equação



Y1: Equação do acúmulo de Zn na folha

Y2: Equação do acúmulo de Zn na haste

Y3: Equação do acúmulo de Zn no fruto



Y1: Equação do acúmulo de B na folha

Y2: Equação do acúmulo de B na haste

Y3: Equação do acúmulo de B no fruto

Figura 6: Acúmulo de cobre (A), ferro (B), manganês (C), zinco (D) e boro (E) nas folhas, hastes e frutos do tomateiro 4572.

Para a determinação da produtividade, realizou-se a média da massa fresca dos frutos de todas as plantas colhidas, classificando-os em M e G, de acordo com o tamanho de cada fruto. A produtividade média do genótipo foi de 215 caixas por 1000 plantas, valor abaixo do esperado para a época, devido em grande parte a ocorrência de doenças que geraram um descarte médio de 53 caixas por 1000 plantas durante o ciclo.

Tabela 5: Produtividade média do tomateiro 4572, ao longo do ciclo

DAT	M	G	M	G	M	G
	----- Kg planta ⁻¹ -----		---- Kg hectare ⁻¹ -----		--- Cx 1000 plantas---	
98	0,65	1,77	5005	13629	28	77
112	1,14	1,38	8778	10626	50	60

5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento da planta, em relação à altura foi crescente até aos 98 DAT enquanto ao diâmetro foi até 84 DAT;

A quantidade de frutos variou até atingir o máximo acúmulo aos 112 DAT;

O tomateiro apresentou maior biomassa seca aos 98 DAT;

A ordem decrescente de extração de macronutrientes e micronutrientes nas folhas + hastes foi: Ca>N>K>Mg>P>S - Fe> B>Mn>Zn>Cu.

A ordem decrescente de extração de macronutrientes e micronutrientes nos frutos foi: K>N>P>Ca>Mg>S - Fe>Zn>Mn>B>Cu.

A ordem decrescente de extração de macronutrientes e micronutrientes nas folhas + hastes + frutos foi: N>K>Ca>Mg>P>S - Fe>Mn>B>Zn>Cu.

6. REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira (1999). FNP Consultoria e Comércio. São Paulo: Editora Argos. Comunicação. p.521.
- ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2ª ed. rev e ampl. Lavras: UFLA. p.455, 2013.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE TOMATE**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2016.
- ARAÚJO, V. R. **Eficiência de adubação fosfatada no cultivo do tomateiro**. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2018a.
- ARAÚJO, W. A. D. **Acúmulo de matéria seca e marcha de absorção de nutrientes em soja de crescimento determinado e indeterminado**. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Mato Grosso, 2018b.
- CONAB. **Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense**. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/compendio-de-estudos-da-conab/item/12529-compendio-de-estudos-da-conab-v-21-tomate-analise-dos-indicadores-da-producao-e-comercializacao-no-mercado-mundial-brasileiro-e-catarinense>. Acesso em: 14 set. 2021.
- 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.
- EMBRAPA. **A cultura do tomate**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/caracteristicas>. Acesso em: 14 set. 2021.
- FAYAD, J. A. *et al.* Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, mar. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362002000100017>
- FERNANDES, A. A. *et al.* Cultivo sucessivo de plantas de tomate oriundas de sementes e propagação vegetativa em sistema hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1013-1019, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000700014>
- FERREIRA, D.F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola**. 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf. Acesso em: 16 set. 2020.

FIGUEIREDO, A. S. T. *et al.* Comportamento de plantas de tomateiro indeterminado na presença de regulador de crescimento. **Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, [s. l], v. 10, n. 1, p. 31-40, ago. 2015.

FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. **Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças.** PRADO, R. M. et al. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010. p. 45-62.

IBGE. Indicadores do IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola Estatística da Produção Agrícola. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_jan.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2020.

LEITE, G.L.D. *et al.* Efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro e alternaria em plantas de tomate. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 448-451, jul-set, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362003000300006>

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: Nutrição de plantas e fertilidade do solo.** São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1976. 528 p.

PRADO, R. de M. **Marcha de absorção.** 2004. Disponível em: <http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/culturas/algodao/marcha_abs.php>. Acesso em: 12 set. 2020.

PRADO, R. D. M. *et al.* Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan. 2011. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p19>

SILVA, B. F. I. D. **Acúmulo de nutrientes ao longo do ciclo por tomateiros do grupo salada.** 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, IAC - Campinas - SP, 2017.5

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: The Benjamin-Cummings Publishing Company, 1991.