CAMILA PAULA ROSSETTO PESCATORI JACON

Curva de acúmulo de nutrientes em plantas de tomate: Híbridos cultivados em pé franco e enxertados

Relatório final de Pós-Doutorado apresentado à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, câmpus de Botucatu

Supervisor: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes
Cossupervisor: Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Bôas

Botucatu - SP

2025

1 – Resumo

A cultura do tomateiro (Solanum lycopersicum L.), especialmente em sistemas intensivos de cultivo, exige manejo preciso de água e nutrientes, dada sua alta exigência nutricional e sensibilidade a estresses. A utilização de tecnologias como a fertirrigação e a enxertia tem se mostrado eficaz para o incremento da produtividade, qualidade dos frutos e eficiência no uso de insumos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver curvas de acúmulo de massa seca e nutrientes em dois híbridos de tomate de crescimento indeterminado (Salada e Saladete), conduzidos em pé franco e enxertados sobre diferentes porta-enxertos, a fim de subsidiar o manejo nutricional e a recomendação de adubação em condições de cultivo comercial.

Os experimentos foram realizados em área de produção comercial no município de Monte Mor – SP, sob delineamento inteiramente casualizado, com coletas destrutivas em oito épocas ao longo do ciclo da cultura. Foram avaliadas características de crescimento vegetativo, produção, biomassa seca, concentração e acúmulo de nutrientes em parte aérea e frutos.

No híbrido Saladete, a enxertia proporcionou maior altura de planta (280,5 cm aos 124 DAT), maior número de folhas (até 55 por planta) e superior acúmulo de biomassa seca (+100 g/planta), refletindo maior vigor vegetativo. A produção, embora mais tardia, foi mais concentrada e uniforme, atingindo 95 t/ha, ligeiramente superior ao pé franco (94 t/ha), com predominância de frutos de primeira categoria e maior massa média (134,3 g). O acúmulo de nutrientes foi significativamente maior nas plantas enxertadas, com destaque para N, P, K, Mg, S, Fe, Mn e Zn. A maior proporção de biomassa seca destinada aos frutos (68% vs. 62% no pé franco) reforça a eficiência fisiológica promovida pela enxertia. Com base nos dados de acúmulo, as recomendações de adubação indicaram maior demanda nutricional no material enxertado, especialmente para N, K e Mg, exigindo ajustes no manejo nutricional.

Para o híbrido Salada, a enxertia também promoveu ganhos significativos no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. As plantas enxertadas atingiram maior altura (272,1 cm), apresentaram mais folhas e vigor estrutural superior. A frutificação ocorreu de forma mais tardia, mas foi mais concentrada entre 90 e 124 DAT, resultando em produtividade final de 142,5 t/ha, superior ao pé franco (118,4 t/ha). Os frutos das plantas enxertadas apresentaram maior massa média (244,9 g) e maior uniformidade de classificação, com predominância da categoria 3A e baixa incidência de defeitos. O acúmulo de massa seca total foi superior no tratamento enxertado (1222,3 vs. 1114,9 g/planta), com 61% da biomassa alocada aos frutos. Também se observou maior acúmulo de N, K, Ca, Fe, Mn e Zn nos tecidos vegetativos e nos frutos das plantas enxertadas, sem comprometer o equilíbrio nutricional. A demanda estimada de nutrientes por hectare foi maior nas plantas enxertadas, indicando a necessidade de ajuste nas recomendações de adubação para sistemas com uso de enxertia.

De forma geral, os resultados demonstram que a enxertia é uma estratégia eficiente para incrementar o vigor vegetativo, a produtividade e a qualidade dos frutos, além de alterar o padrão de absorção e acúmulo de nutrientes nas plantas. As curvas de acúmulo geradas fornecem subsídios técnicos para o planejamento da adubação via fertirrigação, otimizando o uso de fertilizantes e promovendo a sustentabilidade do cultivo do tomateiro em sistemas comerciais.

2 – Introdução

A produção de tomate apresenta grande importância econômica e social para o país, pois além de seu valor econômico, seu cultivo é uma atividade geradora de muitos empregos.

A cultura do tomate é exigente em água e nutrientes e muito sensível à incidência de doenças, sendo estes os principais fatores que limitam seu rendimento. Portanto, o controle eficiente da umidade do solo, da nutrição mineral e de outros fatores que possam reduzir a incidência de doenças é primordial para que seja obtida alta produtividade e qualidade dos frutos.

A adoção de sistemas de irrigação que não ocasionem o molhamento da parte aérea das plantas, como a irrigação localizada por gotejamento, é uma alternativa viável e amplamente empregada nessa cultura, contribuindo para reduzir a incidência de doenças. Além disso, a irrigação por gotejamento oferece elevada eficiência no uso da água, um recurso escasso que requer manejo criterioso.

Com a utilização do sistema de irrigação por gotejamento, é possível nutrir as plantas por fertirrigação, disponibilizando água e nutrientes de forma concomitante. Esse sistema viabiliza um maior parcelamento da aplicação de nutrientes, em comparação ao sistema tradicional. A fertirrigação permite que os nutrientes sejam fornecidos conforme a demanda das plantas ao longo do ciclo de cultivo. Assim, o cálculo da quantidade de nutrientes a ser aplicada pode ser baseado nas curvas de acúmulo de nutrientes da cultura, que indicam a demanda das plantas em cada fase do ciclo.

As curvas de acúmulo de nutrientes das plantas indicam a quantidade de cada nutriente demandada durante o ciclo, e podem ser usadas para calcular a quantidade a ser fornecida em cada momento, evitando deficiências ou excessos.

Sabendo-se a demanda estimada pelas curvas e a eficiência dos fertilizantes, é possível ajustar a quantidade e a proporção entre os nutrientes a serem fornecidos, promovendo melhor desenvolvimento das plantas, uso racional dos insumos e equilíbrio do sistema de produção.

A quantidade total de nutrientes acumulada ao longo do ciclo, bem como os momentos de maior ou menor demanda, pode variar entre os híbridos utilizados, sendo importante utilizar curvas específicas para cada material. Além disso, a técnica de enxertia pode alterar consideravelmente o desenvolvimento do sistema radicular e o vigor das plantas, modificando sua fisiologia.

3 – Objetivo

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver a curva de acúmulo de nutrientes de dois híbridos de tomate, um tipo salada e outro tipo saladete, ambos de crescimento indeterminado, cultivados em pé franco e enxertados em dois porta-enxertos. Dessa forma buscou-se:

- Determinar a curva de acúmulo de massa seca e nutrientes em híbridos de tomate cultivados em pé franco;
- Determinar a curva de acúmulo de massa seca e nutrientes em híbridos de tomate enxertados;
- Verificar se há diferença no acúmulo de massa seca e de nutrientes entre as formas de cultivo, pé franco ou enxertado.

4 – Revisão Bibliográfica

4.1. A cultura do tomate

O tomate (Solanum lycopersicum L.), pertencente ao gênero Solanum (Solanaceae), é

originário das regiões andinas e foi amplamente cultivado e adaptado para diversas regiões do mundo (SPOONER et al., 1993; OLMSTEAD & PALMER, 1997; CHETELAT et al., 2009). É uma planta tipicamente sul-americana, e há relatos de que fez parte da alimentação dos povos astecas na região do México (OLMSTEAD & PALMER, 1997; CHETELAT et al., 2009).

Acredita-se que tenha sido introduzido na Europa pelos espanhóis que colonizaram a região sul-americana, onde teria sido utilizado inicialmente como planta ornamental. Seu uso como alimento na Europa iniciou-se apenas com os tomateiros de coloração amarelada, chamados na Itália de "Pomi d'oro" ou maçã dourada (ALVARENGA, 2013). Desde então, centenas de variedades foram selecionadas e melhoradas, em várias partes do mundo, de acordo com necessidades, preferências e adaptações locais.

No Brasil, a introdução do tomateiro ocorreu após a Primeira Guerra Mundial (1914–1918), especialmente com a chegada de imigrantes europeus (ALVARENGA, 2013). Desde então, o tomate é cultivado e consumido por todo o país. Em 2017, o Brasil ocupava o nono lugar na produção mundial de tomate (DOSSA & FUCHS, 2017). É uma cultura de grande importância econômica e social, pois, além do valor econômico, o cultivo gera muitos empregos.

Em 2023, foram cultivados 59 mil hectares de tomate, levando a uma produção de 4,17 milhões de toneladas de fruto (IBGE, 2024). O estado de São Paulo se destaca na produção de tomate envarado, com produto destinado ao consumo "in natura"; em 2024, a expectativa de produção é de 392,8 mil toneladas, segundo estimativa do Instituto de Economia Agrícola (IEA-Apta), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

4.2. Enxertia em tomateiro

A enxertia tem sido amplamente empregada na cultura do tomateiro (Solanum lycopersicum) como técnica para incrementar o vigor das plantas, aumentar a tolerância a estresses bióticos e abióticos e melhorar a eficiência produtiva. Ao unir um porta-enxerto — geralmente mais resistente e com maior desenvolvimento radicular — com uma cultivar de interesse comercial, a planta resultante tende a apresentar alterações significativas no crescimento, na fisiologia e na absorção de nutrientes.

Estudos realizados no Brasil mostram que a enxertia pode promover maior exploração do solo ou substrato, elevando a absorção de macronutrientes como nitrogênio (N), potássio (K) e cálcio (Ca) (Perin et al., 2020). Esse efeito é particularmente importante em condições adversas, como solos degradados, alta salinidade, estresse hídrico ou presença de patógenos. Além disso, plantas enxertadas geralmente apresentam maior biomassa e maior número de frutos, o que eleva a demanda nutricional total da planta ao longo do ciclo (Villas Bôas et al., 2018).

Pozzan (2024), ao comparar tomateiros enxertados e pé-franco em sistema semi-hidropônico, observou que ambos apresentaram acúmulo de nutrientes em ordem decrescente de K > N > Ca > S > Mg > P. No entanto, plantas enxertadas apresentaram maiores concentrações de micronutrientes como manganês (Mn), ferro (Fe) e cobre (Cu), indicando maior capacidade de absorção ou exigência nutricional diferenciada. Esses dados sugerem que o manejo da adubação em plantas enxertadas deve ser ajustado não apenas em quantidade, mas também em frequência e equilíbrio nutricional.

Outro aspecto relevante é que o sistema radicular do porta-enxerto pode conferir maior eficiência na absorção de fósforo (P) em solos com baixa disponibilidade, especialmente quando associado a práticas de adubação fosfatada adequadas (Villas Bôas et al., 2012). A utilização de porta-

enxertos vigorosos pode, portanto, potencializar o aproveitamento de nutrientes aplicados ao solo, reduzindo perdas e aumentando a eficiência de uso.

No entanto, os benefícios da enxertia sobre o crescimento e a absorção de nutrientes não são universais. Alguns estudos, como o de Silva et al. (2019), mostram que em determinadas condições — como solo fértil ou combinações genéticas menos compatíveis — as diferenças entre plantas enxertadas e não enxertadas podem ser pequenas ou inexistentes. A compatibilidade entre o enxerto e o porta-enxerto é fator crítico para o sucesso da técnica, pois interfere diretamente na condução de seiva e nutrientes.

Quanto ao manejo nutricional, a literatura recomenda adubações ajustadas ao maior vigor das plantas enxertadas, especialmente em cultivos protegidos ou em substratos. É comum que essas plantas demandem entre 10% a 25% mais nutrientes, especialmente K e N, durante as fases de florescimento e frutificação (Andriolo et al., 2005; Pozzan, 2024). Estratégias como adubação de cobertura fracionada ou fertirrigação são fundamentais para atender essa demanda de forma eficiente.

Em resumo, a enxertia em tomateiro pode proporcionar melhorias significativas no desempenho agronômico e nutricional das plantas, desde que haja um manejo nutricional compatível com o novo padrão fisiológico da planta enxertada. A adequação da adubação deve considerar o maior vigor vegetativo, a maior produtividade potencial e as alterações na absorção e partição de nutrientes, visando otimizar o rendimento e a eficiência do sistema produtivo.

4.3. Nutrição da cultura do tomate

Segundo Macêdo e Alvarenga (2005), a água e os nutrientes estão entre os fatores que mais limitam o rendimento do tomateiro. Dessa forma, o controle eficiente da umidade do solo e da nutrição mineral é essencial para alcançar alta qualidade e produtividade.

Para manter a umidade adequada ao longo do ciclo, torna-se necessária a utilização de um sistema de irrigação apropriado. O tomateiro é uma planta muito sensível à ocorrência de doenças; por isso, sistemas de irrigação que provocam o molhamento da parte aérea devem ser evitados. O excesso de umidade no solo e nas folhas favorece o desenvolvimento de patógenos, o que leva os produtores a realizarem aplicações frequentes de defensivos, aumentando os custos de produção, reduzindo a qualidade dos frutos e potencializando os riscos de danos ambientais. Nesse contexto, a irrigação localizada, especialmente por gotejamento, constitui uma alternativa eficiente.

Esse sistema apresenta elevada eficiência, minimiza as perdas de água por evaporação e evita o molhamento da parte aérea, reduzindo a incidência de doenças e o apodrecimento dos frutos (SILVA et al., 1999; MAROUELLI; SILVA, 2000). Marouelli et al. (2003), ao compararem a irrigação localizada e por aspersão, verificaram que o gotejamento promoveu maior produtividade, reduziu significativamente a fração de frutos podres e aumentou a eficiência do uso da água.

Entre os produtores de tomate de mesa e/ou para processamento, é comum a associação da irrigação por gotejamento com a fertirrigação. Essa prática consiste na aplicação de fertilizantes dissolvidos na água de irrigação (HERNANDEZ, 1994), permitindo disponibilizar nutrientes e água na quantidade ideal para cada fase do ciclo da cultura, sem molhar folhas e frutos e sem causar encharcamento do solo.

Além das vantagens já descritas, a fertirrigação possibilita economia de fertilizantes por unidade produzida, redução da necessidade de mão de obra para adubação e maior uniformidade na distribuição de nutrientes (ELOI et al., 2007). Outra vantagem é a possibilidade de fornecer os nutrientes de forma parcelada e ajustada às necessidades da cultura. Considerando que o tomateiro é altamente exigente em adubação (ALVARENGA, 2004), e que as quantidades e proporções de

nutrientes variam ao longo do ciclo, a fertirrigação mostra-se uma opção viável e eficiente, desde que aplicada com embasamento técnico e de forma criteriosa.

4.4. Curva de acúmulo de nutrientes

Para um manejo adequado da fertirrigação, é imprescindível o conhecimento da demanda da planta por nutrientes ao longo de seu ciclo. Considerar a exigência nutricional da cultura e suas variações em períodos de maior ou menor demanda contribui para uma adubação equilibrada e eficiente, refletindo em maior produtividade (PRADO et al., 2011).

No cultivo do tomateiro, observa-se com frequência a aplicação de doses elevadas de fertilizantes com a finalidade de evitar deficiências nutricionais e aumentar a produção. Entretanto, essa prática, além de elevar os custos de produção, pode favorecer a incidência de doenças, o estresse salino e o desequilíbrio de nutrientes no solo e nas plantas. Por outro lado, a deficiência nutricional também compromete o desenvolvimento vegetal, ocasionando alterações em processos fisiológicos e bioquímicos (BACKES et al., 2018).

Nesse sentido, a adoção de uma adubação equilibrada constitui estratégia essencial para a obtenção de elevada produtividade, frutos de qualidade e redução dos custos de produção pelo uso racional de insumos. Para tanto, é necessário compreender o padrão de consumo de nutrientes da cultivar ao longo de seu ciclo, associado ao seu crescimento e produção. Esses parâmetros são fundamentais para o desenvolvimento de modelos de crescimento e produtividade (CASTOLDI et al., 2009), que possibilitam o manejo adequado da cultura e a plena expressão do potencial genético da cultivar (BACKES et al., 2018).

A enxertia, técnica amplamente utilizada no cultivo do tomateiro para aumentar a resistência a patógenos e melhorar a performance produtiva, pode modificar significativamente o padrão de absorção e partição de nutrientes pelas plantas. Isso ocorre devido às características fisiológicas e morfológicas dos porta-enxertos, que geralmente apresentam maior vigor radicular, capacidade de absorção e tolerância a condições adversas. Estudos demonstram que plantas enxertadas podem apresentar maior acúmulo de nutrientes, principalmente potássio (K), nitrogênio (N) e cálcio (Ca), além de maior eficiência na absorção de micronutrientes como ferro (Fe), manganês (Mn) e cobre (Cu) (POZZAN, 2024; PERIN et al., 2020). Diante disso, torna-se fundamental o desenvolvimento de curvas de absorção específicas tanto para plantas enxertadas quanto para aquelas conduzidas em pé-franco, a fim de garantir recomendações de adubação mais precisas e condizentes com as necessidades nutricionais reais de cada sistema de cultivo.

Parte dos nutrientes absorvidos destina-se ao crescimento vegetativo (parte aérea e sistema radicular), enquanto outra parcela é direcionada à produção de frutos. A quantificação dessa extração pode ser realizada por meio da avaliação sequencial do acúmulo de matéria seca pela planta e/ou por suas diferentes estruturas (CASTOLDI et al., 2009).

As curvas de absorção de nutrientes constituem ferramenta relevante para o manejo da adubação, uma vez que permitem adequar o fornecimento conforme as exigências da cultura, evitando excessos, deficiências e desequilíbrios nutricionais. Ademais, fornecem informações sobre a proporção relativa de cada nutriente ao longo do ciclo (NANNETTI et al., 2000; PURQUERIO, 2010; FURLANI e PURQUERIO, 2010).

De acordo com Villas Boas et al. (2002), até os 38 dias após o transplante (DAT) o tomateiro apresenta absorção lenta de nutrientes, seguida por um período aproximado de 32 dias de elevada taxa de absorção, caracterizando a fase de máxima exigência nutricional. Resultados semelhantes foram obtidos por Purquerio et al. (2012) e Oliveira et al. (2011), que observaram maior

acúmulo entre 42 e 56 DAT e entre 42 e 70 DAT, respectivamente. Felix et al. (2015) destacaram que esse período coincide com o início da frutificação.

Quanto à ordem de acúmulo, Villas Boas et al. (2002), Purquerio et al. (2012), Fayad et al. (2002) e Lucena et al. (2013), avaliando diferentes híbridos (Thomas, Gault, EF-50 e SM 16), verificaram a sequência decrescente: K > N > Ca > S > Mg > P. Por sua vez, Oliveira et al. (2011), ao estudarem o híbrido Dominador, observaram a ordem: K > Ca > N > S > Mg > P.

Cabe ressaltar que a quantidade de nutrientes extraída e exportada pela cultura depende de variáveis como a cultivar utilizada, o rendimento, o tipo de solo, o clima, a densidade de plantio e o manejo empregado. Assim, a definição de curvas de acúmulo específicas para novas cultivares torna-se fundamental para subsidiar recomendações de adubação mais precisas (BACKES et al., 2018).

5. Material e métodos

5.1. Localização

O ensaios foram conduzidos na Fazenda Taquara Branca, no município de Monte Mor – SP localizada a 22º89'32" de latitude sul e 47º28'01" de longitude oeste, apresentando altitude média de 597 metros (Figura 1).



Figura 1. Área experimental – 16/09/2024.

O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo segundo nomenclatura da EMBRAPA (2006) e possuía as características químicas apresentadas na Tabela 1 no momento do transplante das mudas.

Tabela 1. Análise do solo da área do solo da área experimental. _

pH	MO	P resina	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
$CaCl_2$	g/dm^3	mg/dm^3	----------	----------	$mmol_c\ dm^{-3}$	----------	----------	----------	----------	mg/dm^3	----------	----------	mg/dm^3	----------	----------
5,9	20	110	14	6,2	28	9	43	57	76	8	0,98	3,2	107	6	3,1

A saturação por bases (V%) era de 76 e o valor de pH encontrado, 5,9 é considerado médio. A saturação por bases (V%) estava um pouco abaixo do recomendado para a cultura. O teor

de P foi considerado alto, porém como a amostra foi coletada nas linhas de plantio, a presença de fertilizantes aplicados no plantio pode ter interferido nesse resultado. O teor de K foi considerado muito alto, portanto adequado ao cultivo. Considerando a CTC de 57 $mmol_c$ dm^{-3}, o potássio participou com 11% das cargas negativas do solo, seguido pelo magnésio (16%) e pelo cálcio (54%). Os micronutrientes encontravam-se dentro da faixa adequada.

5.2 Preparo da área e tratos culturais

As mudas dos híbridos avaliados, tanto em pé franco quanto enxertadas enxertadas em dois porta enxertos, foram produzidas em viveiro especializado e transplantadas no campo no dia 31/07/2024, com espaçamento de 1,50 x0,60 m, definindo-se uma densidade de 11.111 plantas ha^{-1}. O solo foi preparado como recomendado para a cultura.

As plantas foram conduzidas em canteiros com mulching, em fileiras únicas com duas hastes, sendo tutoradas por fitilho plástico. A colheita teve início no mês de outubro, aproximadamente aos 82 DAT e se estendeu até o mês de dezembro aos 124 DAT, quando a área do produtor foi encerrada.

As pulverizações para controle de pragas e doenças foram realizadas segundo normas técnicas recomendadas, priorizando a aplicação com drones que foram complementadas, quando necessário, por pulverização manual.

5.3 Irrigação e fertirrigação

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento. A frequência de fertirrigação foi manejada por meio de tensiometria e de acordo com a necessidade de aplicação de fertilizantes, sendo toda a irrigação realizada com a injeção de nutrientes.

5.4 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, composto de 8 coletas entre os dias 14/08/2022 a 02/12/2022, com 4 repetições. Em todas as coletas foram realizadas avaliações do crescimento, produção, acúmulo de matéria seca e análise química da parte aérea das plantas.

Após a segunda coleta de plantas, que ocorreu aos 47 DAT, as demais foram realizadas a cada 14 dias. Na 1ª coleta foram coletadas 12 plantas. Na 2ª coleta foram coletadas 8 plantas. Da 3ª até a 9ª coleta coletou-se 8 plantas. Após o início do amadurecimento dos frutos, estes foram coletados semanalmente entre 21/10 e 02/12/24.

5.5. Materiais avaliados

Foram avaliados dois híbridos de tomateiro chamados neste ensaio de híbridos 1 e 2. Ambos foram cultivados em pé franco e enxertados.

O primeiro material, que será chamado saladete, é um tomate saladete tipo italiano com resistência a vírus do vira cabeça, Stenfilium e Nematóides, tendo uma boa tolerância foliar a bactéria. Planta balanceada, com pegamento uniforme, internodeos curtos obtendo frutos padronizados em toda planta. Com frutos com alto preenchimento, pode chegar a medias de peso entre 180-220g, tendo um longo período pós colheita.

O segundo material, chamado de salada, é um tomate salada com resistência a TYLCV

(Geminivírus), com alta cobertura foliar, boa tolerância a bactéria foliar, frutos graúdos com bom comportamento na época das chuvas. Possui planta vigorosa com alta cobertura foliar, alto pegamento de frutos no ponteiro, com inicio de colheita entre 75-85 DAT. Frutos altos e graúdos em toda a planta, mantendo padrão em toda a planta, principalmente no ponteiro, media de peso 270-280g

O porta enxerto utilizado é compatível com todos os tipos de tomate e possui resistência a Fusarium 3 e Nematoides.

5.6. Parâmetros avaliados na cultura

As plantas foram coletadas na área experimental nas datas estabelecidas e levadas o Laboratório de Análise de Plantas do Departamento de Ciência Florestal, Solos e Ambiente da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP – Botucatu SP onde foram avaliadas e analisadas.

No laboratório foi realizada a avaliação do comprimento das plantas, do número de folhas, cachos e frutos (quando presentes). Em seguida, as plantas foram separadas em parte vegetativa (folhas + caule) e frutos (quando presentes).

A parte vegetativa das plantas foi preparada e analisada quimicamente quanto ao teor de macro e micronutrientes seguindo a metodologia citada por Malavolta et al. (1997).

Os frutos maduros foram classificados quanto ao diâmetro transversal em: classe 1A (menor que 60 mm); classe 2A (60 a 80 mm) e classe 3A (maior que 80 mm). Em seguida, os frutos de cada classe foram pesados, preparados: seco em estufa até massa constante, pesados, moídos e analisados quimicamente quanto ao teor de macro e micronutrientes pela mesma metodologia citada acima.

Com base nos teores de nutrientes na parte vegetativa e frutos foi calculado o acúmulo de nutrientes pelas plantas.

5.7. Análise dos resultados

Os dados obtidos ao longo do ciclo da cultura foram utilizados para o ajuste de modelos não lineares de regressão, por meio do software SigmaPlot 10.0 (Systat Software, Inc.). Diversas equações foram testadas, sendo selecionada aquela que apresentou o melhor ajuste com base no coeficiente de determinação (R^2). A partir das equações ajustadas, foram calculados os valores estimados, permitindo a descrição das curvas de crescimento e acúmulo de nutrientes nas plantas de tomate ao longo do tempo.

6. RESULTADOS SALADETE

6.1. Saladete produzido em “pé franco”

6.1.1. Altura e número de folhas

Na tabela 2 são apresentados os dados das avaliações de altura e número de folhas, real e estimado, por planta em cada uma das datas de coleta das plantas de tomate saladete “pé franco” (Figuras 3 e 4).

É importante ressaltar que a manutenção da capação e a desbrota das plantas não foi realizada de forma adequada, foram observadas brotações com cachos formados, o que certamente interfere no desenvolvimento e produção das plantas. As folhas das brotações não são computadas no número de folhas total, mas todo o material vegetal é seco e pesado para avaliação da biomassa seca.

Tabela 2. Altura e número de folhas por planta de tomate do saladete "pé franco" em função das datas de coleta.

DAT	Altura cm		Nº de folhas/planta	
	real	estimada*	real	estimado**
14	18,8	31,8	4	4
47	116,8	111,4	24	22
54	144,0	135,0	26	28
68	176,5	181,0	37	38
82	206,8	217,7	44	44
96	244,0	241,9	51	48
110	255,5	256,1	49	49
124	268,0	263,7	49	50

DAT: Dias após o transplante. * y=271,5693/(1+exp(-(x-54,2191)/19,8960)) R^2=0,99; **y=50,4079/(1+exp(-(x-50,9619)/15,4852)) R^2=0,99

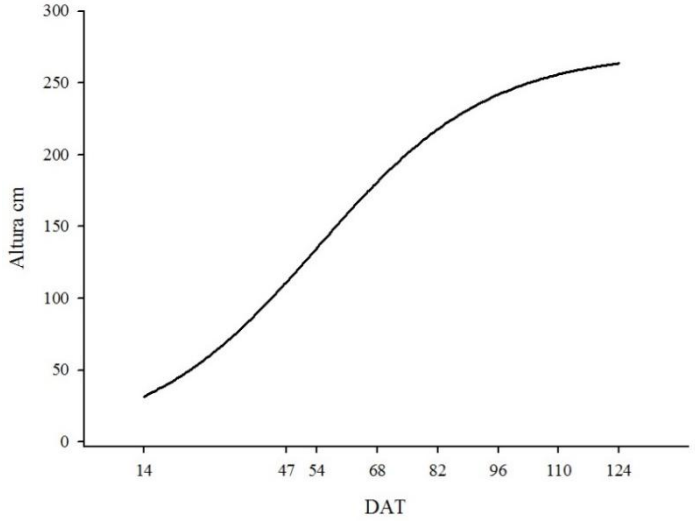


Figura 2. Altura plantas de tomate do saladete "pé franco" em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante). y=271,5693/(1+exp(-(x-54,2191)/19,8960)) R^2=0,99.

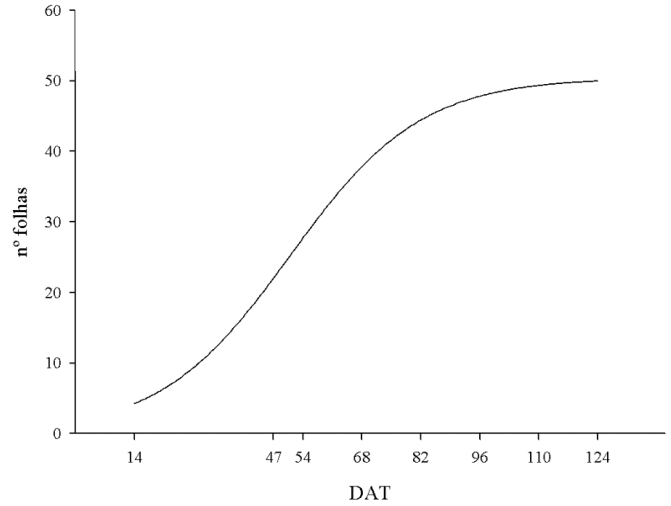


Figura 3. Número de folhas de planta de tomate do saladete "pé franco" em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante) y=50,8506/(1+exp(-(x-51,2598)/15,9088)) R^2=0,99.

6.1.2 Produção e classificação dos frutos

Na tabela 3 é apresentado o número de cachos com flores e frutos e a altura do primeiro cacho ao longo do ciclo das plantas. As plantas em pé franco atingiram em média 15 cachos, mantendo durante o intervalo de avaliação (14 dias), a emissão de 2 inflorescências. A altura do primeiro cacho avaliada em todas as plantas coletadas durante o ciclo ficou em torno de 26 cm.

Na tabela 4 é apresentado o número de frutos verdes, maduros e o número total de frutos por planta em cada coleta e os valores estimados pelas curvas para cada um desses parâmetros (Figura 4).

Observando-se os dados estimados pelas curvas, como era esperado, o número de frutos verdes avaliado apresentou ajuste quadrático, sendo o maior número de frutos verdes calculado aos 82 DAT. O número de frutos maduros, assim como o total apresentou comportamento sigmoidal (Figura 4). Considerando os frutos verdes aos 124 DAT pode-se supor que se a colheita fosse continuada por mais tempo, os frutos verdes se desenvolveriam e a produtividade aumentaria.

Tabela 3. Número de cachos com flores e com frutos e altura do primeiro cacho em planta de tomate do saladete "pé franco" em cada data de coleta.

DAT	Nº cachos flor	Nº cachos fruto	Altura do 1º cacho cm
14	-	-	-
47	2	3	-
54	2	5	26
68	2	9	27
82	2	12	26
96	2	12	26
110	-	15	25
124	-	15	25

DAT: Dias após o transplante. *A medida da altura do primeiro cacho foi iniciada aos 54 DAT.

Tabela 4. Número de frutos verdes, maduros e total de frutos por planta de tomate do saladete "pé franco" em cada data de coleta.

DAT	Nº de frutos verdes/planta		Nº de frutos maduros/planta		Nº de frutos total estimado/planta
	real	estimado*	real	estimado**	
14	-	-	-	-	-
47	13	14	-	-	14
54	24	26	-	-	26
68	46	43	-	-	43
82	56	52	5	8	60
96	53	52	28	24	76
110	34	43	43	46	88
124	30	24	60	59	83

DAT: Dias após o transplante; * $y= -0,0228x^2+4,0385x-125,8498$ $R^2= 0,96$; ** $y= 65,0938/(1+\exp(-(x-101,2622)/10,1151))$ $R^2=0,99$.

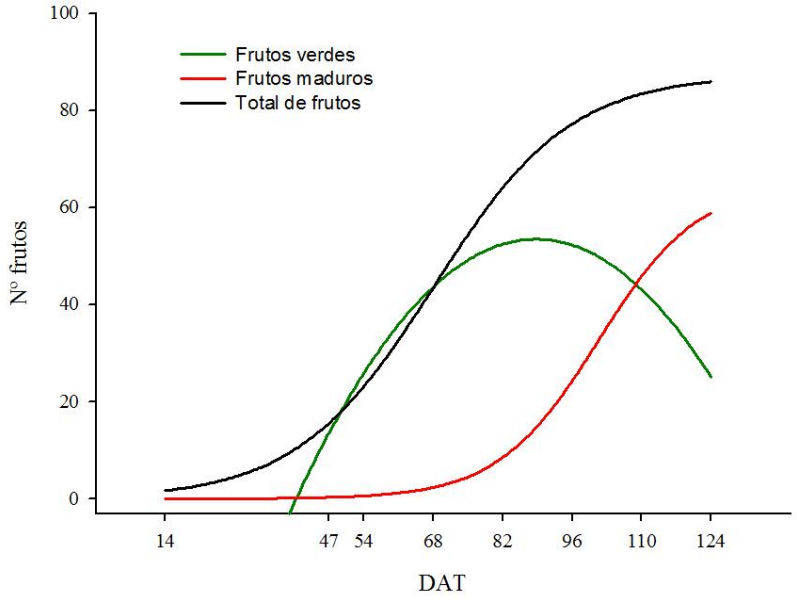


Figura 4. Número de frutos por planta de tomate do saladete "pé-franco" em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante). Frutos verdes: y= -0,0228x^2+4,0385x-125,8498 R^2= 0,96; Frutos maduros: y= 65,0938/(1+exp(-(x-101,2622)/10,1151))R^2=0,99.

Na tabela 5 é apresentada a massa de frutos verdes, maduros e a massa de frutos total em cada coleta e os valores estimados pelas curvas geradas por esses dados (Figura 5).

Tabela 5. Massa fresca de frutos verdes, maduros e massa total de frutos por planta de tomate do saladete "pé-franco" em cada data de coleta.

DAT	Massa fruto verde g/planta		Massa fruto maduro g/planta		Massa de frutos total estimada g/planta	Massa média fruto maduro (g/fruto)
	real	estimado*	real	estimado**		
14	-	-	-	-	-	-
47	175,3	-	-	-	-	-
54	355,5	839,4	-	-	839,4	-
68	2092,0	2645,5		-	2645,5	-
82	3807,5	3608,1	496,0	1020,8	4628,8	121,0
96	4418,5	3727,1	3395,5	2860,8	6587,9	117,9
110	2602,5	3002,6	5593,5	5896,4	8899,0	128,8
124	1427,0	1434,5	8554,0	8460,3	9894,9	143,7
Média Ponderada						133,6

DAT: Dias após o transplante; * y= -2,1519x^2+391,5408x-14028,9082 R^2= 0,95; ** y= 10240,4300/(1+exp(-(x-106,5864)/ 11,1717)) R^2=0,99.

Observa-se que nas coletas aos 47 e 68 DAT a massa de frutos total é formada exclusivamente pela massa de frutos verdes, assim como ocorreu com o número de frutos. Após essa data, a massa de frutos maduros foi aumentando progressivamente, tendo uma participação cada vez maior na massa de frutos total até o final do ciclo. O comportamento da massa de frutosfoi semelhante ao apresentado pelo número de frutos, como esperado, apresentando os mesmos tipos de ajuste de

curva (Figura 5), onde a massa de frutos verdes apresentou ajuste quadrático e a massa de frutos maduros e total apresentaram ajuste sigmoidal. Pode-se considerar que este material iniciou sua colheita aos 82 DAT.

A última coluna da tabela 4 apresenta a massa média estimada dos frutos maduros colhidos em cada coleta. A variação observada na massa média de frutos maduros entre as datas de coleta pode ser justificada pela carga de frutos verdes pendentes, onde foi observada uma correlação negativa de 0,9, significando que quanto maior o numero de frutos verdes pendentes, menor a massa dos frutos maduros colhidos.

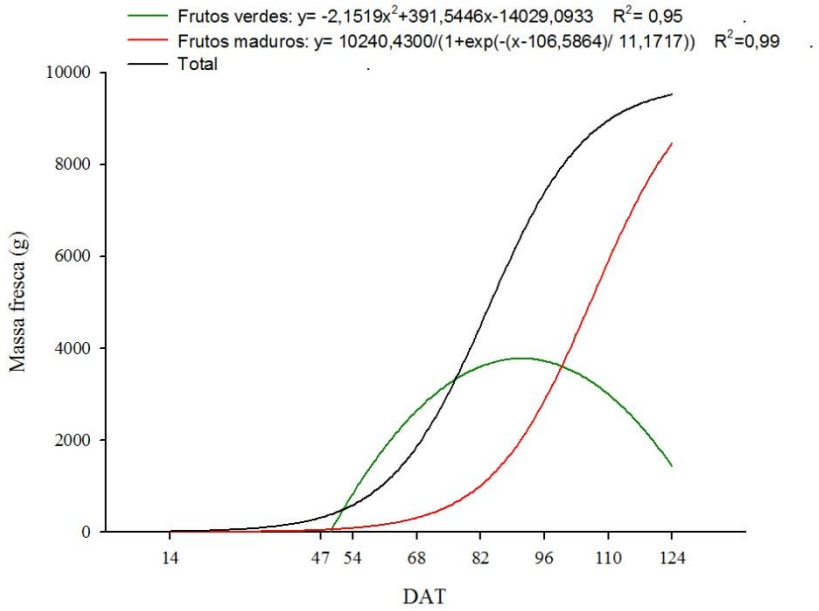


Figura 5. Massa fresca de fruto por planta de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante).

Os frutos que estavam no ponto de colheita no momento da coleta e que não apresentavam defeitos foram classificados quanto ao diâmetro transversal nas classes utilizadas comercialmente (Tabelas 6 e 7). Aos 124 DAT, observou-se a maior porcentagem de frutos com diâmetro entre 60 e 70 mm (51,1%), seguido pelos frutos com 50 a 60 mm de diâmetro (39,6), portanto 91% dos frutos apresentaram diâmetro entre 50 e 70 mm. Durante o ciclo, nas coletas realizadas aos 96 e 110 DAT foi observada alta ocorrência de frutos com defeito representaram respectivamente, 20 e 13%do total de frutos colhidos, sendo a maior parte destes os frutos com fundo preto.

Tabela 6. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	Classe 2 (< 50 mm)			Classe 3 (50-60 mm)			Classe 4 (60-70 mm)			Classe 5 (> 70 mm)			Defeito		
	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	1	102,5	21	2	229,0	46	1	125,0	25	-	-	-	1	39,5	8
96	3	201,5	6	12	1509,5	44	6	1011,5	30	-	-	-	8	673,0	20
110	3	195,0	3	18	2208,5	39	14	2343,5	42	1	110,5	2	8	736,0	13
124	4	282,0	3	27	3389,0	40	25	4372,5	51	1	172,5	2	4	338,0	4

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 7. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	1A			2A			3A			Frutos com defeito		
	nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa	
		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	3	331,5	67	1	125,0	25	-	-	-	1	39,5	8
96	15	1711,0	50	6	1011,5	30	-	-	-	8	673,0	20
110	21	2403,5	43	14	2343,5	42	1	110,5	2	8	736,0	13
124	31	3671,0	43	25	4372,5	51	1	172,5	2	4	338,0	4

DAT: Dias após o transplante.

Considerando-se a máxima colheita de frutos maduros por planta, estimada aos 124 DAT, a produtividade alcançada foi de 94 t de frutos/ha, considerando uma população de 11.111 plantas por hectare ou o equivalente a 423 caixas (20 kg) por 1000 plantas.

6.1.3 Biomassa seca

Na tabela 8 está apresentada a biomassa seca da planta: parte vegetativa (folha + caule), frutos e total. Observa-se que, inicialmente a biomassa é formada pela parte vegetativa e, a partir dos 47 DAT, surgem os primeiros frutos que passam a integrar a biomassa total até o final do ciclo.

Tabela 8. Biomassa seca real e estimada da parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do saladete "pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	MMS PV (g/planta)		MMS Fruto (g/planta)		MMS Total estimada (g/planta)
	real	estimado*	real	estimado**	
14	0,6	0,1	-	-	0,1
47	91,7	98,2	11,1	13,4	111,6
54	142,2	119,0	23,1	24,9	143,9
68	199,8	160,0	103,5	79,6	239,5
82	275,7	199,8	166,6	205,8	405,6
96	280,3	238,5	420,6	369,5	608,0
110	351,2	276,1	446,1	474,8	751,0
124	376,7	312,7	538,4	515,9	828,6

DAT: Dias após o transplante; *$y=-0,0028x^2+3,2646x-49,0892$ $R^2=0,99$; **$y=533,7677/(1+\exp(-(x-87,1098)/10,9696$ $R^2=0,99$.

Na tabela 9 e na figura 6 pode-se observar a contribuição das partes da planta na biomassa seca total ao longo do ciclo e o ganho diário de massa seca por planta de tomate do saladete "pé franco".

Na primeira coleta de frutos (54 DAT), estes representaram 14 % da biomassa total, já aos 96 DAT, a biomassa de fruto (60%) passou a ser superior à biomassa da parte vegetativa (40%).

Aos 124 DAT, quando as plantas de tomate atingiram a máxima biomassa seca, os frutos foram responsáveis por 59% da massa seca total das plantas. Este é um índice importante pois caracteriza o pontencial da planta em produzir fruto, permitindo avaliar a sua capacidade produtiva frente à sua massa total.

Tabela 9. Biomassa seca estimada da parte vegetativa (folhas + caule), frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do saladete "pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	Parte vegetativa		Fruto		Total		g/planta dia
	g/planta	%	g/planta	%	g/planta	%	
14	0,1	100	-	-	0,1	100	0,01
47	98,2	88	13,4	12	111,6	100	3,4
54	119,0	83	24,9	17	143,9	100	4,6
68	160,0	67	79,6	33	239,5	100	6,8
82	199,8	49	205,8	51	405,6	100	11,9
96	238,5	39	369,5	61	608,0	100	14,5
110	276,1	37	474,8	63	751,0	100	10,2
124	312,7	38	515,9	62	828,6	100	5,5

DAT: Dias após o transplante.

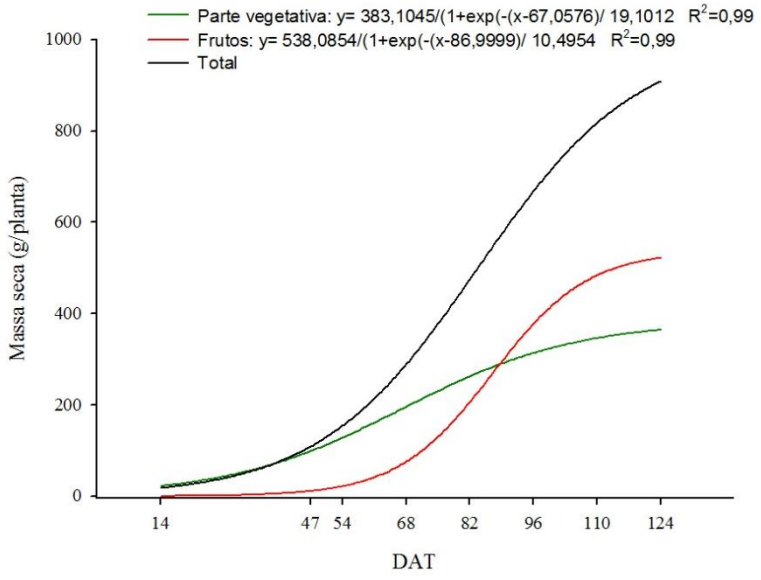


Figura 6. Biomassa seca da parte vegetativa (folha+caule), frutos e total de plantas de tomate do saladete "pé franco". (DAT: dias após o transplante).

6.1.4. Concentração de nutrientes ("pé franco")

6.1.4.1. Concentração de nutrientes na parte vegetativa das plantas

Na tabela 10 são apresentadas as concentrações de nutrientes na parte vegetativa dasplantas de tomate (folhas + caule).

Tabela 10. Concentração de nutrientes na parte vegetativa (folha + caule) da planta de tomate saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
14	48	5,6	38	13	3,5	12,6	43	243	202	207	116
47	41	5,7	48	19	5,3	15,6	45	114	158	173	146
54	37	5,6	42	18	4,6	13,9	44	74	132	174	164
68	28	3,5	30	19	4,2	17,4	49	165	191	206	160
82	26	2,4	26	22	4,2	16,6	60	174	186	268	168
96	24	2,6	29	27	5,1	15,8	47	112	211	251	180
110	24	2,2	29	27	4,6	12,5	58	201	208	275	166
124	23	2,1	21	33	5,3	11,7	65	174	263	278	207
Média	31	3,7	33	22	4,6	14,5	51	157	194	229	163
Referência	40-60	4-8	30-50	14-40	4-8	3-10	30-100	5-15	100-300	50-250	30-100

DAT: Dias após o transplante

De modo geral os teores de macronutrientes na parte vegetativa encontram-se próximos aos valores de referência, considerados adequados para tomateiro (Cantarella et al. 2022). Lembrando que os valores de referência são válidos para amostras de folha diagnose, a quarta folha com pecíolo a partir do ponteiro, por ocasião do 1ª fruto maduro (Cantarella et al. 2022) e estão sendo usados como um indicativo pois, neste caso, os teores apresentados envolvem as concentrações de nutrientes em amostras compostas por folhas + caule da planta toda, o que, certamente, ocasionou uma diminuição nos teores, pois no caule são encontradas concentrações de nutrientes menores que nas folhas.

Com o início do desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, a partir dos 54 - 82 DAT, observa-se uma queda nos teores de N, P e K, o que pode ser justificado pela translocação dos nutrientes que se encontravam na parte vegetativa para os frutos.

Os teores de Ca na parte vegetativa aumentaram ao longo do ciclo da cultura, chegando a valores de 33 g kg^{-1} aos 124 DAT.

Para os micronutrientes, os teores médios de B, Fe e Mn estão dentro das faixas consideradas adequadas para a cultura (Cantarella et al. 2022). Já os teores de Cu e Zn estão acima dos valores adequados. Esse fato certamente está relacionado aos resíduos de defensivos agrícolas aplicados nas plantas e que não são eliminados na lavagem realizada no preparo para a análise. Esses nutrientes (proveniente de defensivos) algumas vezes, penetram na epiderme da folha de forma passiva, porém permanecem sem serem absorvidos ativamente. Para essa situação também a lavagem da folha não é efetiva.

6.1.4.2 Concentração de nutrientes nos frutos (“pé franco”)

Na tabela 11 estão apresentados os teores dos nutrientes contidos nos frutos das plantas coletadas. O nutriente observado em maior concentração nos frutos de tomateiro foi o K, seguidodo N>P>S>Mg>Ca.

Para os micronutrientes, a concentração apresentou a seguinte ordem: Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Os teores de micronutrientes encontrados nos frutos também podem ter sido afetados pelaaplicação de fungicidas e/ou fertilizantes foliares.

Tabela 11. Concentração de nutrientes nos frutos da planta de tomate saladete "pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
47	33	6,0	39	1	1,6	2,1	9	19	88	21	56
54	31	6,5	42	1	1,9	2,1	8	18	81	23	59
68	29	5,4	39	1	1,8	2,4	13	16	69	25	53
82	29	5,4	45	1	2,0	2,4	15	17	60	31	48
96	20	2,8	30	1	1,4	1,6	8	13	54	18	35
110	22	3,1	34	2	1,5	1,6	11	15	51	22	32
124	20	2,4	28	1	1,3	1,6	12	15	37	18	29
Média	26	4,5	37	1	1,6	2,0	11	16	63	22	45

DAT: Dias após o transplante.

6.1.5 Acúmulo de nutrientes em plantas

Nas tabelas 12 e 13 são apresentadas as quantidades reais de macro e micronutrientes acumulados respectivamente na parte vegetativa (folha+caule) e nos frutos das plantas de tomate saladete ao longo do ciclo. Os valores apresentados representam a quantidade de nutrientes que a planta acumulou, permitindo que atingisse uma determinada produtividade.

Tabela 12. Quantidade real de nutrientes acumulada na parte vegetativa (folha + caule) de plantasde tomate saladete "pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,03	0,003	0,02	0,01	0,002	0,01	0,02	0,14	0,12	0,12	0,07
47	4,0	0,6	4,7	1,9	0,5	1,5	4,4	11,2	15,5	17,0	14,3
54	4,4	0,7	5,0	2,1	0,6	1,7	5,3	8,7	15,7	20,7	19,5
68	4,5	0,6	4,8	3,1	0,7	2,8	7,8	26,4	30,5	33,0	25,6
82	5,1	0,5	5,1	4,4	0,8	3,3	12,0	34,7	37,1	53,5	33,6
96	5,8	0,6	6,9	6,4	1,2	3,8	11,1	26,7	50,3	59,9	42,9
110	6,5	0,6	7,9	7,5	1,3	3,4	16,0	55,5	57,4	75,9	45,8
124	7,3	0,6	6,6	10,4	1,7	3,7	20,4	54,3	82,2	86,8	64,8

DAT: Dias após o transplante

Na parte vegetativa (folha+caule), o Ca foi o nutriente mais acumulado pelas plantas. Sendo os nutrientes acumulados na sequência: Ca>K>N>S>Mg>P>Mn>Fe>Zn>Cu>B. Nota-se que o N e o Ca atingiram o máximo acúmulo aos 124 DAT enquanto o K atingiu a máxima quantidade na parte vegetativa na coleta realizada aos100 DAT.

O máximo acúmulo dos micronutrientes na parte vegetativa ocorreu aos 124 DAT, com

exceção do Cu que apresentou maior acúmulo aos 110 DAT. Deve-se ressaltar que no caso do Fe, Mn e Cu a quantidade determinada pode não representar a exatamente a demanda da planta, considerando-se que parte desses micronutrientes, apesar de estar na folha pode não ter sido incorporada ativamente, conforme discutido anteriormente.

Observa-se que a quantidade de nutrientes acumulada nos frutos (Tabela 13) difere da quantidade acumulada na parte vegetativa e ocorreu na seguinte ordem decrescente: K>N>P>Ca=S<Mg>Fe>Zn>Mn>Cu>B

Tabela 13. Quantidade real de nutrientes acumulada nos frutos de plantas de tomate saladete "pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
47	0,4	0,1	0,4	0,01	0,02	0,02	0,1	0,2	1,0	0,2	0,6
54	0,7	0,1	1,0	0,03	0,04	0,05	0,2	0,4	1,9	0,5	1,4
68	2,9	0,6	4,0	0,1	0,2	0,2	1,3	1,7	7,2	2,6	5,5
82	4,8	0,9	7,5	0,2	0,3	0,4	2,5	2,9	9,9	5,1	8,0
96	8,2	1,2	12,5	0,4	0,6	0,7	3,2	5,3	22,7	7,6	14,7
110	9,6	1,4	14,9	0,9	0,7	0,7	5,0	6,8	22,5	9,6	14,2
124	10,8	1,3	15,1	0,7	0,7	0,9	6,2	8,1	19,8	9,6	15,5

DAT: Dias após o transplante.

Nas tabelas 14 e 15 estão apresentados os valores reais e estimados pelas curvas (Figuras 7 e 8) do acúmulo total de macro e micronutrientes pelas plantas.

Tabela 14. Quantidade real do total de nutrientes acumulados na parte aérea (folhas+caule+frutos) de plantas de tomate saladete "pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,03	0,003	0,02	0,01	0,002	0,01	0,02	0,14	0,12	0,12	0,07
47	4,4	0,6	5,1	1,9	0,5	1,6	4,5	11,4	16,5	17,2	15,0
54	5,1	0,8	6,0	2,1	0,6	1,7	5,4	9,2	17,6	21,2	20,9
68	7,5	1,1	8,8	3,2	0,9	3,0	9,1	28,1	37,7	35,5	31,1
82	9,9	1,4	12,7	4,6	1,2	3,7	14,4	37,5	47,0	58,6	41,6
96	14,0	1,8	19,4	6,9	1,8	4,5	14,2	31,9	73,0	67,5	57,7
110	16,1	2,0	22,8	8,4	2,0	4,1	21,0	62,3	80,0	85,5	59,9
124	18,0	1,9	21,7	11,1	2,4	4,5	26,6	62,4	101,9	96,3	80,3

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 15. Quantidade estimada do total de nutrientes acumulados na parte aérea (folhas+caule+frutos) de plantas de tomate saladete "pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	1,1	0,11	0,8	0,5	0,1	0,2	1,7	3,1	3,9	3,6	4,8
26	1,7	0,2	1,4	0,8	0,2	0,4	2,4	4,9	6,6	6,4	7,5
40	3,0	0,4	2,9	1,3	0,3	0,9	3,8	8,4	11,8	12,1	12,3
54	4,9	0,7	5,5	2,1	0,6	1,9	5,7	14,0	20,3	21,8	19,5
68	7,5	1,1	9,4	3,2	0,9	3,0	8,4	22,1	33,2	36,2	29,5
82	10,6	1,5	14,1	4,7	1,3	3,8	12,0	32,5	50,1	54,1	41,8
96	13,6	1,8	18,4	6,6	1,7	4,2	16,4	44,1	68,8	71,8	54,9
110	16,2	1,9	21,3	8,8	2,1	4,4	21,3	55,0	85,9	85,8	66,9
124	18,0	2,0	23,0	11,0	2,4	4,4	26,1	63,8	99,1	95,0	76,6

DAT: Dias após o transplante. N: $y= 20,7946/(1+\exp(-(x-81,2890)/ 22,9837))$ $R^2=0,99$; P: $y= 2,0462/(1+\exp(-(x-64,2522)/17,8041))$ $R^2=0,99$; K: $y= 24,7408/(1+\exp(-(x-76,7819)/18,1443))$ $R^2=0,98$; Ca: $y= 17,6790/(1+\exp(-(x-110,3901)/27,9286))$ $R^2=0,99$; Mg: $y= 3,0555/(1+\exp(-(x-82,8868)/ 21,7187))$ $R^2=0,99$; S: $y= 4,4700/(1+\exp(-(x-58,3119)/ 13,7441))$ $R^2=0,98$; B: $y= 41,8122/(1+\exp(-(x-108,9515)/ 29,7789))$ $R^2=0,97$; Cu: $y= 79,8783/(1+\exp(-(x-91,0318)/ 23,9039))$ $R^2=0,92$; Fe: $y= 120,2590/(1+\exp(-(x-89,5418)/ 22,3039))$ $R^2=0,99$; Mn: $y= 106,3377/(1+\exp(-(x-81,28391)/ 20,1183))$ $R^2=0,99$; Zn: $y= 94,8660 /(1+\exp(-(x-87,9849)/ 25,1739))$ $R^2=0,98$.

Ressalta-se que, a partir de sua somatória dos valores apresentados do acúmulo real da parte aérea e dos frutos obtemos dados de acúmulo total real e com base nestes são geradas curvas que permitem estimar o acúmulo total ao longo do ciclo (acúmulo estimado).

O máximo acúmulo estimado ocorreu aos 125 DAT para todos os macronutrientes. Para os micronutrientes, o máximo acúmulo ocorreu aos 125 DAT para todos, exceto o Cu que apresentou máximo acumulo aos 112 DAT. O K foi o elemento acumulado em maior quantidade na planta, seguido pelo N, Ca, P, S e Mg. Para os micronutrientes a ordem foi: Mn, Cu, Zn, Fe e B.

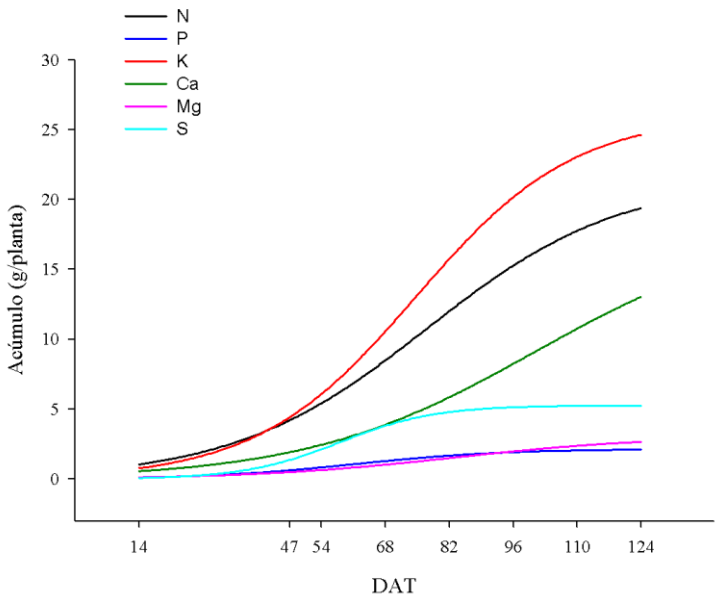


Figura 7. Quantidade real do total de macronutrientes acumulados por planta na parte aérea (folhas+caule+frutos) do tomate saladete "pé franco" ao longo das coletas.
N: y= 20,7946/(1+exp(-(x-81,2890)/ 22,9837)) R^2=0,99; P: y= 2,0462/(1+exp(-(x-64,2522)/17,8041)) R^2=0,99; K: y= 24,7408/(1+exp(-(x-76,7819)/18,1443)) R^2=0,98; Ca: y= 17,6790/(1+exp(-(x-110,3901)/27,9286)) R^2=0,99; Mg: y= 3,0555/(1+exp(-(x-82,8868)/ 21,7187)) R^2=0,99; S: y= 4,4700/(1+exp(-(x-58,3119)/ 13,7441)) R^2=0,98

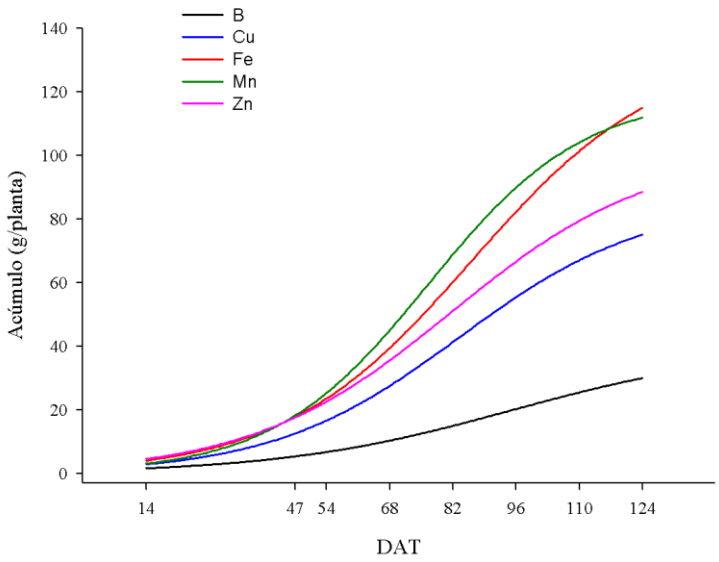


Figura 8. Quantidade real do total de micronutrientes acumulados por planta na parte aérea (folhas+caule+frutos) do tomate saladete "pé franco" ao longo das coletas.
B: y= 41,8122/(1+exp(-(x-108,9515)/ 29,7789)) R^2=0,97; Cu: y= 79,8783/(1+exp(-(x-91,0318)/ 23,9039)) R^2=0,92; Fe: y= 120,2590/(1+exp(-(x-89,5418)/ 22,3039)) R^2=0,99; Mn: y= 106,3377/(1+exp(-(x-81,28391)/ 20,1183)) R^2=0,99; Zn: y= 94,8660 /(1+exp(-(x-87,9849)/ 25,1739)) R^2=0,98.

Na tabela 16 estão apresentados os resultados do acúmulo dos nutrientes estimados transformados em porcentagem. Para todos os nutrientes o máximo de acúmulo foi atingido no período de 110 a 124 DAT.

Tabela 16. Distribuição percentual estimada dos nutrientes acumulados nas plantas de tomate híbrido Saladete "pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- % ----------										
0-14	6	6	3	5	5	4	6	5	4	4	6
15-26	10	11	6	7	9	9	9	8	7	7	10
27-40	16	21	13	12	15	21	14	13	12	13	16
41-54	27	37	24	19	24	43	22	22	20	23	26
55-68	42	57	41	29	38	67	32	35	33	38	39
69-82	59	76	61	43	54	86	46	51	51	57	55
83-96	76	89	80	60	72	95	63	69	69	76	72
97-110	90	96	93	80	88	99	82	86	87	90	87
111-124	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

DAT: Dias após o transplante.

6.1.6. Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para fornecer nutrição adequada às plantas ao longo do ciclo

Com base na quantidade de nutrientes acumulada pelas plantas (Tabela 15) foi calculada a distribuição percentual destes ao longo do ciclo da cultura (Tabela 16). Considerando-se esses dados foi proposta uma distribuição percentual dos nutrientes N, P e K ao longo do ciclo da cultura (Tabela 17).

Tabela 17. Proposta de distribuição porcentual dos nutrientes N e K acumulados nas plantas de tomate saladete "pé franco" em função do ciclo da cultura.

Período (DAT)	Distribuição do acúmulo de N e K		Proposta de distribuição	
	% média	% acumulada	%	% acumulada
0-14	5	5	5	5
15-26	3	8	5	10
27-40	7	14	7	17
41-54	11	25	12	29
55-68	16	41	15	44
69-82	19	60	20	64
83-96	18	78	20	84
97-110	13	91	10	94
111-124	9	100	6	100

DAT: Dias após o transplante.

Os resultados de acúmulo de nutrientes em cada estádio de desenvolvimento das plantas de tomate podem orientar a adubação que deve ser aplicada neste material. Porém, a quantidade de nutrientes extraída e acumulada pelas plantas não reflete exatamente o que deve ser aplicado no solo, uma vez que, para cada nutriente,há um fator de eficiência que indica o quanto realmente é absorvido da quantidade do nutriente aplicado.

Na tabela 18 está apresentada a quantidade de nutrientes e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete em "pé franco" ao longo do ciclo.

Esses valores foram convertidos para kg/ha, considerando-se uma população de 11.111 plantas/ha, perfazendo um total de 200 kg de N, 22 kg de P e 256 kg de K por hectare.

Foi então considerado um fator de eficiência de 75% para N, 20% para P e 80% para K, obtendo-se a quantidade de nutrientes a ser aplicada por hectare ao longo do ciclo da cultura: 267 kg de N; 110 kg de P, 320 kg de K.

Em seguida foi feita a transformação das quantidades de P em P_2O_5 e K em K_2O, que são as formas de garantia desses nutrientes nos fertilizantes (N, P_2O_5 e K_2O), obtendo-se a quantidade de fertilizantes a ser aplicada por hectare: 267 kg de N, 252 kg de P_2O_5 e 384 kg de K_2O.

Finalmente os valores foram divididos pelo número de dias nos períodos considerados obtendo-se a quantidade diária de fertilizantes a ser aplicada por hectare em cada período.

Tabela 18. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete "pé franco" ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade diária x EF* (Kg/ha)		
DAT		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
0-14	5	0,9	0,1	1,2	10	1	13	13	5	16	13	13	19	1,0	0,9	1,4
15-26	5	0,9	0,1	1,2	10	1	13	13	5	16	13	13	19	1,0	0,9	1,4
27-40	7	1,3	0,1	1,6	14	2	18	19	8	22	19	18	27	1,3	1,3	1,9
41-54	12	2,2	0,2	2,8	24	3	31	32	13	38	32	30	46	2,3	2,2	3,3
55-68	15	2,7	0,3	3,5	30	3	38	40	16	48	40	38	58	2,9	2,7	4,1
69-82	20	3,6	0,4	4,6	40	4	51	53	22	64	53	50	77	3,8	3,6	5,5
83-96	20	3,6	0,4	4,6	40	4	51	53	22	64	53	50	77	3,8	3,6	5,5
97-110	10	1,8	0,2	2,3	20	2	26	27	11	32	27	25	38	1,9	1,8	2,7
111-124	6	1,1	0,1	1,4	12	1	15	16	7	19	16	15	23	1,1	1,1	1,6
Total	100	18,0	2,0	23,0	200	22	256	267	110	320	267	252	384	-	-	-

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Esses mesmos dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura, facilitando sua utilização em locais com características climáticas distintas, que possam interferirna duração das fases de desenvolvimento e no ciclo da cultura (Tabela 19).

Tabela 19. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete "pé franco" ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)		
DAT			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
0 - 40	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	17	3,1	0,3	3,9	34	4	44	45	19	54	45	43	65
41 - 68	Pleno florescimento e frutificação	27	4,9	0,5	6,2	54	6	69	72	30	86	72	68	104
69 - 82	Enchimento de frutos	20	3,6	0,4	4,6	40	4	51	53	22	64	53	50	77
83 - 96	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	20	3,6	0,4	4,6	40	4	51	53	22	64	53	50	77
97 - 110	Início do pico de colheita	10	1,8	0,2	2,3	20	2	26	27	11	32	27	25	38
111-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	6	1,1	0,1	1,4	12	1	15	16	7	19	16	15	23
Total		100	18,0	2,0	23,0	200	22	256	267	110	320	267	252	384

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Para Ca, Mg, S e para os micronutrientes também foi considerada a distribuição percentual média ao longo do ciclo e calculada a quantidade de nutrientes em cada período (Tabela 20) e na tabela 21 os dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura.

No entanto, não há uma referência quanto à eficiência no aproveitamento desses nutrientes, podendo esta variar em função da fonte utilizada, forma de aplicação e manejo. Os nutrientes Ca, Mg e S são comumente fornecidos como íon acompanhante do fertilizante N P K e também podem ser fornecidos via calagem (Ca e Mg) e via gessagem (Ca, Mg e S).

Considerando a importância do cálcio para a cultura do tomate e seu comportamento nas plantas, deve-se ter um cuidado constante com seu fornecimento em quantidade adequada e com o fornecimento de água, uma vez que sua absorção está diretamente relacionada a esta, como discutido anteriormente.

Tabela 20. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete "pé franco" ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0-14	5	0,5	0,1	0,2	6	1	2	1,3	3,2	5,0	4,7	3,8	14	35	55	53	43
15-26	5	0,5	0,1	0,2	6	1	2	1,3	3,2	5,0	4,7	3,8	14	35	55	53	43
27-40	7	0,8	0,2	0,3	9	2	3	1,8	4,5	6,9	6,6	5,4	20	50	77	74	60
41-54	12	1,3	0,3	0,5	15	3	6	3,1	7,7	11,9	11,4	9,2	35	85	132	127	102
55-68	15	1,6	0,4	0,7	18	4	7	3,9	9,6	14,9	14,2	11,5	43	106	165	158	128
69-82	20	2,2	0,5	0,9	24	5	10	5,2	12,8	19,8	19,0	15,3	58	142	220	211	170
83-96	20	2,2	0,5	0,9	24	5	10	5,2	12,8	19,8	19,0	15,3	58	142	220	211	170
97-110	10	1,1	0,2	0,4	12	3	5	2,6	6,4	9,9	9,5	7,7	29	71	110	106	85
111-124	6	0,7	0,1	0,3	7	2	3	1,6	3,8	5,9	5,7	4,6	17	43	66	63	51
Total	100	11,0	2,4	4,4	122	26	49	26,1	63,8	99,1	95,0	76,6	290	709	1101	1055	851

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 21. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete "pé franco" ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT			Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0 - 40	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	17	1,9	0,4	0,8	21	4	8	4,4	10,8	16,8	16,1	13,0	49	121	187	179	145
41 - 68	Pleno florescimento e frutificação	27	3,0	0,6	1,2	33	7	13	7,0	17,2	26,8	25,6	20,7	78	191	297	285	230
69 - 82	Enchimento de frutos	20	2,2	0,5	0,9	24	5	10	5,2	12,8	19,8	19,0	15,3	58	142	220	211	170
83 - 96	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	20	2,2	0,5	0,9	24	5	10	5,2	12,8	19,8	19,0	15,3	58	142	220	211	170
97 - 110	Início do pico de colheita	10	1,1	0,2	0,4	12	3	5	2,6	6,4	9,9	9,5	7,7	29	71	110	106	85
111-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	6	0,7	0,1	0,3	7	2	3	1,6	3,8	5,9	5,7	4,6	17	43	66	63	51
Total		100	1,8	0,4	0,7	19	4	8	26,1	63,8	99,1	95,0	76,6	290	709	1101	1055	851

DAT: Dias após o transplante.

Para os micronutrientes, a quantidade necessária é muito pequena, podendo ser facilmente suprida por aplicações de fertilizantes foliares. No caso do cobre, as pulverizações com defensivos agrícolas que têm esse elemento certamente suprem sua demanda. Além disso, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes (por exemplo, os termofosfatos com micronutrientes) na adubação de plantio também pode ser uma forma de disponibilizá-los para as plantas.

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes apresentada se refere ao total que a planta acumulou, ou seja, a quantidade que ela necessita ao longo de todo o ciclo.

Quando há uma contribuição da adubação de plantio, esta deverá ser descontada do total, levando em conta o histórico da área, solo e clima da região, entre outros fatores que podem afetar a disponibilização dos nutrientes aplicados na adubação de base.

A adubação orgânica também deve ser considerada, uma vez que promove o aporte de nutrientes ao solo. Seu uso excessivo pode promover conteúdo de nutrientes no solo maior que o recomendado, podendo gerar crescimento excessivo, principalmente na fase inicial do ciclo.

Portanto, deve-se cuidar para que a quantidade de adubo aplicada no plantio, seja ela orgânica ou inorgânica, não comprometa a quantidade recomendada apresentada neste estudo, evitando-se principalmente os excessos.

6.2 Saladete enxertado

6.2.1 Altura e número de folhas

Na tabela 22 são apresentados os dados das avaliações de altura e número de folhas, real e estimado, por planta em cada uma das datas de coleta das plantas de tomate saladete enxertado (Figuras 9 e 10).

Ressaltamos que a manutenção da capação e a desbrota das plantas não foi realizada de forma adequada, foram observadas brotações com cachos formados, o que certamente interfere no desenvolvimento e produção das plantas. As folhas das brotações não são computadas no número de folhas total, mas todo o material vegetal é seco e pesado para avaliação da biomassa seca.

Tabela 22. Altura e número de folhas por planta de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta.

DAT	Altura cm		Nº de folhas/planta	
	real	estimada*	real	estimado**
14	21,3	19,9	4	4
47	129,8	134,9	22	22
54	152,3	155,1	27	27
68	196,0	191,2	38	38
82	233,5	221,4	46	45
96	236,5	245,8	47	49
110	261,3	264,3	46	50
124	280,8	277,0	55	51

DAT: Dias após o transplante. * y = -0,0149x2+4,3941x-38,7435 R^2=0,99; y = 51,4246/(1+exp(-(x-51,9020)/15,4401)) R^2=0,99

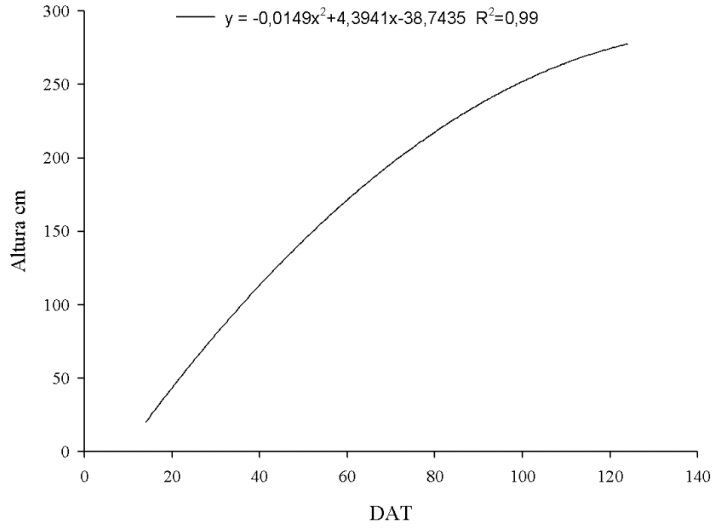


Figura 9. Altura plantas de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante).

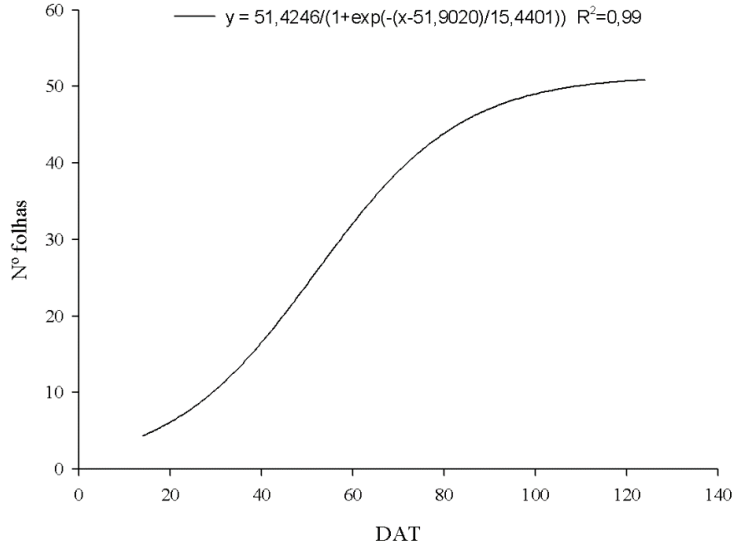


Figura 10. Número de folhas de planta de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante).

6.2.2 Produção

Na tabela 23 é apresentado o número de cachos com flores e frutos e a altura do primeiro cacho ao longo do ciclo das plantas

Tabela 23. Número de cachos com flores e com frutos e altura do primeiro cacho em planta de tomate do saladete enxertado em cada data de coleta.

DAT	Nº cachos flor	Nº cachos fruto	Altura do 1º cacho cm
14	-	-	-
47	3	3	-
54	2	5	33
68	2	9	31
82	3	13	25
96	-	15	27
110	-	14	26
124	-	14	36

DAT: Dias após o transplante. *A medida da altura do primeiro cacho foi iniciada aos 54 DAT.

Novamente observa-se variação da altura do 1º cacho entre de 25 a 36 cm o que pode ser devido à altura do corte das plantas no momento da coleta, visto que com o desenvolvimento das plantas e seu maior peso, estas tendem a dobrar o colo e este encosta no solo, formando inclusive raízes, o que dificulta a precisão do corte no local onde seria o colo das plantas.

Na tabela 24 é apresentado o número de frutos verdes, maduros e o número total de frutos por planta em cada coleta e os valores estimados pelas curvas para cada um desses parâmetros (Figura 18).

O número de frutos verdes avaliado apresentou ajuste quadrático, sendo o maior número de frutos verdes calculado aos 92 DAT. O número de frutos maduros, assim como o total apresentou comportamento sigmoidal (Figura 11).

Tabela 24. Número de frutos verdes, maduros e total de frutos por planta de tomate do saladete enxertado em cada data de coleta.

DAT	Nº de frutos verdes/planta		Nº de frutos maduros/planta		Nº de frutos total/planta
	real	estimado*	real	estimado**	
14	-	-	-	-	-
47	11	12	-	-	12
54	18	32	-	-	32
68	55	61	-	-	61
82	72	77	3	1	79
96	58	80	22	22	103
110	39	70	59	58	129
124	21	47	63	62	109

DAT: Dias após o transplante; *$y=-0,0335x^2+6,1802x-204,3273$ $R^2=0,93$; ** $y = 62,6643/(1+\exp(-(x-98,5839)/4,3599))$ $R^2=0,99$.

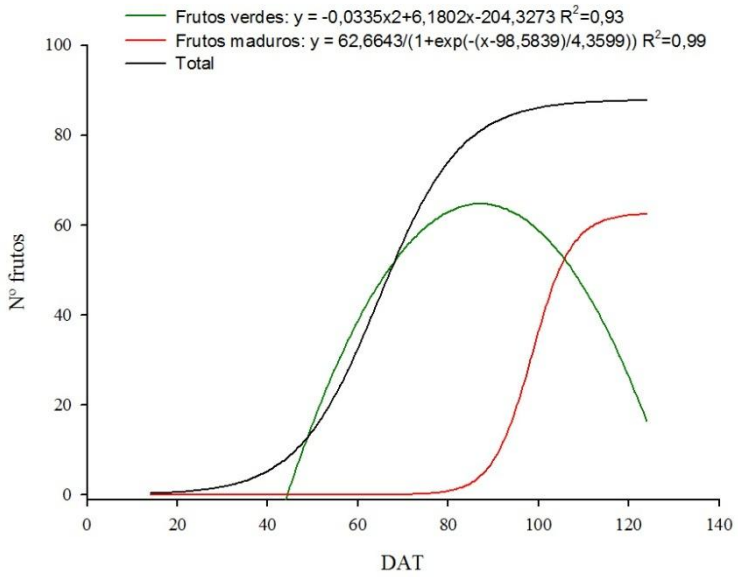


Figura 11. Número de frutos por planta de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante).

Na tabela 25 é apresentada a massa de frutos verdes, maduros e a massa de frutos total em cada coleta e os valores estimados pelas curvas geradas por esses dados (Figura 12).

Tabela 25. Massa fresca de frutos verdes, maduros e massa total de frutos por planta de tomate do saladete enxertado em cada data de coleta.

DAT	Massa fruto verde g/planta		Massa fruto maduro g/planta		Massa total de frutos g/planta	massa média fruto maduro (g/fruto)
	real	estimado*	real	estimado**		
14	-	-	-	-	-	-
47	155,0	-	-	-	155,0	-
54	360,4	-	-	-	360,4	-
68	2459,0	-	-		2459,0	-
82	5217,5	-	287,0	113,9	5331,4	83,4
96	5273,3	-	2364,0	2387,0	7660,3	107,0
110	2442,0	-	7875,5	7843,3	10285,3	134,3
124	904,5	-	8558,0	8522,4	9426,9	136,4
Média ponderada						131,5

DAT: Dias após o transplante; *não significativo. ** y=8549,1790/(1+exp(-(x-99,9558)/41711)) R2=0,99.

A massa fresca dos frutos verdes não apresentou ajuste significativo e, portanto, seu uso para estimativas não indicaria valores confiáveis. As massas de frutos maduros e total apresentaram ajuste sigmoidal significativo. Observa-se que nas coletas entre os 47 e 68 DAT a massa de frutos total é formada exclusivamente pela massa de frutos verdes, assim como ocorreu com o número de frutos. Após essa data, a massa de frutos maduros foi aumentando progressivamente, tendo uma participação cada vez maior na massa de frutos total até o final do ciclo. Considerando os frutos verdes aos 124 DAT pode-se supor que se a colheita fosse continuada por mais tempo, os frutos

verdes se desenvolveriam e a produtividade aumentaria.

A última coluna da tabela 25 está apresentada a massa média estimada dos frutos maduros colhidos em cada coleta.

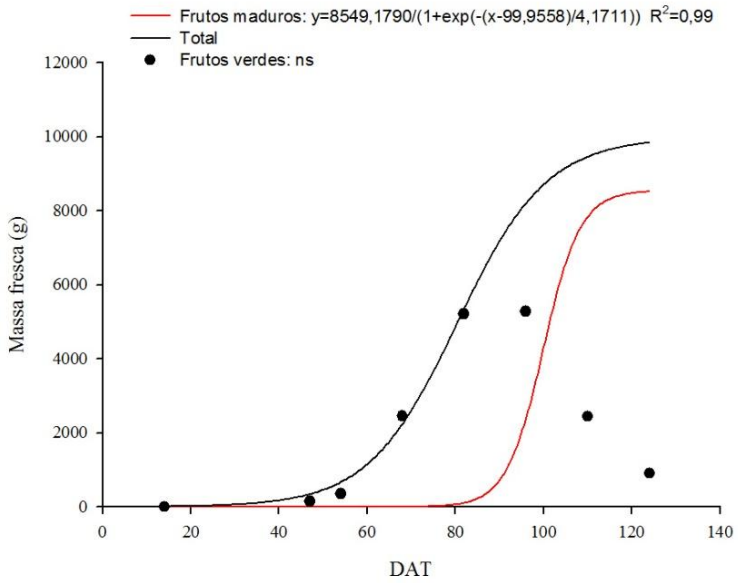


Figura 12. Massa fresca de fruto por planta de tomate do saladete enxertado em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante; ns: não significativo).

Os frutos que estavam no ponto de colheita no momento da coleta e que não apresentavam defeitos foram classificados quanto ao diâmetro transversal nas classes utilizadas comercialmente (Tabelas 26 e 27). Aos 124 DAT, observou-se a maior porcentagem de frutos com diâmetro entre 60 e 70 mm (51,1%), seguido pelos frutos com 50 a 60 mm de diâmetro (39,6), portanto 91% dos frutos apresentaram diâmetro entre 50 e 70 mm.

Considerando-se a máxima colheita de frutos maduros por planta, estimada aos 124 DAT, a produtividade alcançada é de 94,7 t de frutos/ha, considerando uma população de 11.111 plantas por hectare ou o equivalente a 426 caixas (20 kg) por 1000 plantas.

Tabela 26. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	Classe 2 (< 50 mm)			Classe 3 (50-60 mm)			Classe 4 (60-70 mm)			Classe 5 (> 70 mm)			Defeito		
	nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa	
		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	1	37,0	13	1	144,5	50	-	-	-	-	-	-	1	105,5	37
96	2	139,0	6	6	715,8	30	4	670,8	28	0,3	58,5	2	9	780,0	33
110	3	188,5	2	16	1964,5	25	27	4672,0	59	1	119,5	2	13	931,0	12
124	3	180,5	2	33	4372,5	51	17	3072,5	36	-	-	-	9	932,5	11

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 27. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	1A			2A			3A			Frutos com defeito		
	nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa	
		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	2	181,5	63	-	-	-	-	-	-	1	105,5	37
96	8	854,8	36	4	670,8	28,4	0,3	58,5	2	9	780,0	33
110	19	2153,0	27	27	4672,0	59,3	1	119,5	2	13	931,0	12
124	36	4553,0	53	17	3072,5	35,9	-	-	-	9	932,5	11

DAT: Dias após o transplante.

6.2.3 Biomassa seca

Na tabela 28 está apresentada a biomassa seca da planta: parte vegetativa (folha + caule), frutos e total. Observa-se que, inicialmente a biomassa é formada pela parte vegetativa e, a partir dos 47 DAT, surgem os primeiros frutos que passam a integrar a biomassa total até o final do ciclo.

Tabela 28. Biomassa seca real e estimada da parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	MMS PV (g/planta)		MMS Fruto (g/planta)		MMS Total estimada (g/planta)
	real	estimado*	real	estimado**	
14	0,7	1,4	-	-	1,4
47	96,0	101,2	10,7	13,3	114,6
54	181,8	174,0	23,4	25,3	199,3
68	263,8	274,9	134,9	85,4	360,3
82	315,7	298,9	207,7	236,9	535,9
96	289,3	302,6	434,6	452,4	755,0
110	262,9	303,1	662,6	598,7	901,8
124	347,5	303,2	616,8	655,6	958,7

DAT: Dias após o transplante; * y= 303,1987/(1+exp(-(x-51,8923)/ 7,0817)) R^2=0,98; ** y= 679,2566/(1+exp(-(x-88,6484)/ 10,6482)) R^2=0,99.

Na tabela 29 e na figura 13 pode-se observar a contribuição das partes da planta na biomassa seca total ao longo do ciclo e o ganho diário de massa seca por planta de tomate do saladete enxertado.

Na primeira coleta de frutos (47 DAT), estes representaram 12 % da biomassa total, já aos 96 DAT, a biomassa de fruto (60%) passou a ser superior à biomassa da parte vegetativa (40%). Aos 124 DAT, quando as plantas de tomate atingiram a máxima biomassa seca, os frutos foram responsáveis por 68% da massa seca total das plantas.

Tabela 29. Biomassa seca estimada da parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	Parte vegetativa		Fruto		Total		g/planta dia
	g/planta	%	(g/planta)	%	(g/planta)	%	
14	1,4	100	-	-	1,4	100	0,05
47	101,2	88	13,3	12	114,6	100	8,1
54	174,0	87	25,3	13	199,3	100	6,1
68	274,9	76	85,4	24	360,3	100	11,5
82	298,9	56	236,9	44	535,9	100	12,5
96	302,6	40	452,4	60	755,0	100	15,7
110	303,1	34	598,7	66	901,8	100	10,5
124	303,2	32	655,6	68	958,7	100	4,1

DAT: Dias após o transplante

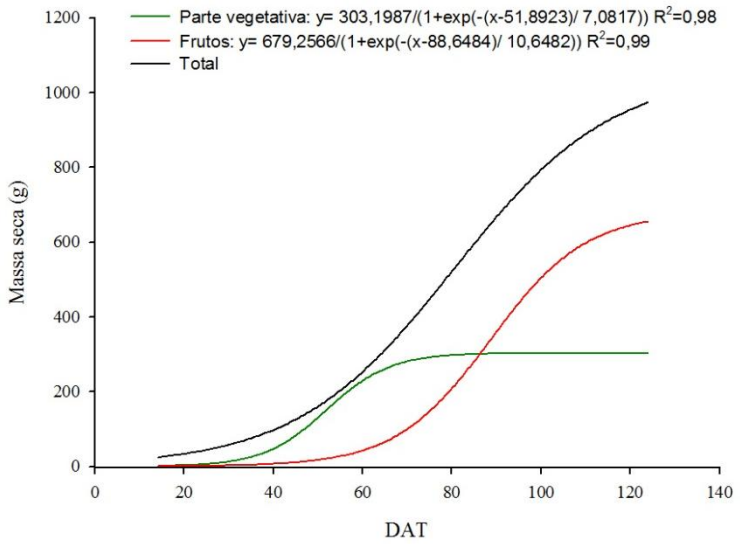


Figura 13. Biomassa seca da parte vegetativa (folha+caule), frutos e total de plantas de tomate do saladete enxertado. (DAT: dias após o transplante).

6.2.4 Concentração de nutrientes

6.2.4.1 Concentração de nutrientes na parte vegetativa das plantas

Na tabela 30 são apresentadas as concentrações de nutrientes na parte vegetativa das plantas de tomate (folhas + caule).

Os teores de macronutrientes na parte vegetativa encontram-se próximos aos valores de referência, usados neste caso como um indicativo.

Observa-se também neste caso uma queda dos teores de N, P e K proximo aos 68 DAT, quando se inicia o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, havendo maior translocação de nutrientes da parte vegetativa para estes.

Os teores de Ca na parte vegetativa aumentaram ao longo do ciclo da cultura, chegando a valores de 31 g kg^{-1} aos 124 DAT.

Para os micronutrientes, os teores médios de B, Fe e Mn estão dentro das faixas consideradas adequadas para a cultura (Cantarella et al. 2022). Já os teores de Cu e Zn estão acima dos valores adequados, o que pode ser devido a resíduos de defensivos agrícolas como já explicado.

Tabela 30. Concentração de nutrientes na parte vegetativa (folha + caule) da planta de tomate saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
14	51	6,1	43	11	3,8	12,4	47	233	179	177	134
47	38	6,4	46	21	5,8	14,8	51	101	139	136	151
54	36	6,4	48	24	5,4	13,2	42	96	147	155	162
68	27	4,8	39	23	4,6	14,5	31	147	195	195	156
82	24	3,9	33	27	5,7	13,7	64	158	158	178	158
96	24	3,7	37	29	5,3	15,0	48	115	177	220	188
110	24	3,1	36	28	4,4	11,3	58	279	211	263	193
124	22	2,8	28	31	4,9	11,9	61	170	179	232	203
Média	31	4,6	39	24	5,0	13,3	50	162	173	194	168
Referência	40-60	4-8	30-50	14-40	4-8	3-10	30-100	5-15	100-300	50-250	30-100

DAT: Dias após o transplante.

6.2.4.2 Concentração de nutrientes nos frutos (Saladete enxertado)

Na tabela 31 estão apresentados os teores dos nutrientes contidos nos frutos das plantas coletadas que apresentaram a seguinte sequencia: K>N>P>Mg>S>Ca>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Tabela 31. Concentração de nutrientes nos frutos da planta de tomate saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
47	32	6,3	40	1	1,8	1,8	11	21	82	17	61
54	31	6,9	44	1	1,9	1,7	7	18	84	17	55
68	27	5,5	43	1	1,8	1,6	11	16	63	21	46
82	30	5,7	49	2	2,4	1,6	11	17	64	26	49
96	21	3,7	35	1	1,6	1,5	12	12	43	18	32
110	20	3,4	37	1	1,5	1,5	11	14	43	19	29
124	21	3,4	34	1	1,6	1,5	11	14	36	19	30
Média	26	5,0	40	1	1,8	1,6	11	16	59	19	43

DAT: Dias após o transplante.

6.2.5 Acúmulo de nutrientes em plantas

Nas tabelas 32 e 33 são apresentadas as quantidades reais de macro e micronutrientes

acumulados respectivamente na parte vegetativa (folha+caule) e nos frutos das plantas de tomate saladete ao longo do ciclo. Os valores apresentados representam a quantidade de nutrientes que a planta acumulou, permitindo que atingisse uma determinada produtividade. Na parte vegetativa (folha+caule), os nutrientes foram acumulados na sequência: K>Ca>N>S>Mg>P> Cu>Mn>Zn>Fe>B.

Tabela 32. Quantidade real de nutrientes acumulada na parte vegetativa (folha + caule) de plantasde tomate saladete enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,07	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,07	0,33	0,26	0,25	0,19
47	3,8	0,6	4,7	2,1	0,6	1,5	5,2	10,2	14,1	13,7	15,2
54	6,3	1,1	8,4	4,2	0,9	2,3	7,2	16,7	25,5	27,0	28,1
68	7,4	1,3	10,6	6,4	1,3	4,0	8,5	40,3	53,7	53,7	42,8
82	7,2	1,2	10,0	8,0	1,7	4,1	19,3	47,1	47,2	53,1	47,2
96	7,3	1,1	11,1	8,7	1,6	4,5	14,6	34,9	53,6	66,4	56,9
110	7,3	0,9	10,9	8,3	1,3	3,4	17,6	84,4	63,8	79,6	58,4
124	6,7	0,8	8,5	9,5	1,5	3,6	18,6	51,5	54,2	70,2	61,6

DAT: Dias após o transplante

Observa-se que a quantidade de nutrientes acumulada nos frutos (Tabela 30) difere da quantidade acumulada na parte vegetativa e ocorreu na seguinte ordem decrescente: K>N>P>Mg>S>Ca>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Tabela 33. Quantidade real de nutrientes acumulada nos frutos de plantas de tomate saladete enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
47	0,34	0,07	0,43	0,01	0,02	0,02	0,11	0,22	0,88	0,18	0,65
54	0,72	0,16	1,03	0,02	0,04	0,04	0,17	0,41	1,95	0,39	1,29
68	3,7	0,7	5,7	0,1	0,2	0,2	1,5	2,2	8,5	2,8	6,2
82	6,2	1,2	10,1	0,4	0,5	0,3	2,3	3,5	13,3	5,3	10,1
96	9,2	1,6	15,3	0,4	0,7	0,7	5,2	5,1	18,8	7,9	13,7
110	13,1	2,3	24,7	0,7	1,0	1,0	7,3	9,1	28,5	12,8	19,2
124	12,8	2,1	20,8	0,6	1,0	0,9	6,8	8,5	22,0	11,6	18,3

DAT: Dias após o transplante.

Nas tabelas 34 e 35 estão apresentados os valores do acúmulo real e estimado total de macro e micronutrientes pelas plantas estimado pelas curvas geradas (Figuras 14 e 15). Ressalta-se que, a partir de sua somatória dos valores apresentados do acúmulo real da parte aérea e dos frutos obtemos dados de acúmulo total real e com base nestes são geradas curvas que permitem estimar o acúmulo total ao longo do ciclo (acúmulo estimado).

Tabela 34. Quantidade real do total de nutrientes acumulados na parte aérea (folhas+caule+frutos) de plantas de tomate saladete enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,07	0,009	0,06	0,02	0,005	0,02	0,07	0,33	0,26	0,25	0,19
47	4,2	0,7	5,1	2,1	0,6	1,5	5,3	10,4	15,0	13,9	15,9
54	7,0	1,3	9,5	4,3	1,0	2,3	7,4	17,2	27,4	27,4	29,4
68	11,0	2,0	16,3	6,5	1,5	4,2	10,0	42,5	62,1	56,5	49,0
82	13,4	2,4	20,1	8,4	2,2	4,4	21,6	50,6	60,5	58,4	57,3
96	16,5	2,7	26,4	9,2	2,3	5,2	19,8	40,0	72,4	74,4	70,6
110	20,4	3,2	35,6	9,0	2,4	4,4	24,9	93,5	92,3	92,4	77,6
124	19,5	3,0	29,3	10,1	2,5	4,5	25,4	60,0	76,2	81,8	80,0

DAT: Dias após o transplante.

Na tabela 35 está apresentado o valor do acúmulo total macro e micronutrientes pelas plantas estimado pelas curvas geradas (Figuras 14 e 15). Ressalta-se que, a partir de sua somatória dos valores apresentados do acúmulo real da parte aérea e dos frutos obtemos dados de acúmulo total real e com base nestes são geradas curvas que permitem estimar o acúmulo total ao longo do ciclo (acúmulo estimado).

Tabela 35. Quantidade estimada total (folhas+caule+frutos) de nutrientes acumulada nas plantas de tomate saladete enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,9	0,10	0,9	0,2	0,1	0,0	0,7	2,6	1,1	2,2	2,7
26	1,7	0,2	1,9	0,5	0,1	0,1	1,5	5,0	3,2	4,9	5,9
40	3,5	0,6	4,1	1,6	0,4	0,7	3,4	10,3	10,5	12,3	13,4
54	6,4	1,2	8,5	3,8	0,9	2,4	7,0	19,7	28,5	26,9	27,0
68	10,3	1,9	15,0	6,6	1,6	4,1	12,3	33,1	53,6	47,7	45,1
82	14,2	2,5	22,1	8,5	2,1	4,6	18,0	47,6	70,6	66,6	61,4
96	17,2	2,8	27,5	9,2	2,3	4,7	22,2	59,3	77,3	77,9	71,6
110	19,0	2,9	30,7	9,5	2,4	4,7	24,5	66,7	79,4	83,1	76,6
124	20,0	3,0	32,2	9,6	2,5	4,7	25,6	70,6	79,9	85,2	78,8

DAT: Dias após o transplante. N: $y=20,8847/(1+\exp(-(x-68,6366)/\ 17,6820))$ R^2 0,99; P: $y=3,0190/(1+\exp(-(x-60,1908)/13,4890))$ R^2 0,98; K: $y=33,3691/(1+\exp(-(x-71,1925)/\ 15,9601))$ R^2 0,96; Ca: $y=9,5603/(1+\exp(-(x-58,8446)/\ 11,5094))$ R^2 0,99; Mg: $y=2,4810/(1+\exp(-(x-60,5886)/\ 12,4788))$ R^2 0,99; S: $y= 4,6723/(1+\exp(-(x-53,4045)/\ 7,5342))$ R^2 0,98; B: $y=25,6942/(1+\exp(-(x-68,8127)/\ 14,5065))$ R^2 0,96; Cu= $y=74,0852/(1+\exp(-(x-71,7363)/17,4279))$ R^2=0,86; Fe $y=80,1496/(1+\exp(-(x-60,4174)/\ 10,7844))$ R^2 0,95; Mn $y= 86,4429/(1+\exp(-(x-65,1129)/\ 13,9565))$ R^2 0,96; Zn $y=80,2921/(1+\exp(-(x-64,2482)/\ 15,0396))$ R^2 0,99.

O máximo acúmulo estimado ocorreu aos 124 DAT para todos os nutrientes, com exceção do S. O K foi o elemento acumulado em maior quantidade na planta, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. Para os micronutrientes a ordem foi: Cu, Mn, Fe, Zn e B.

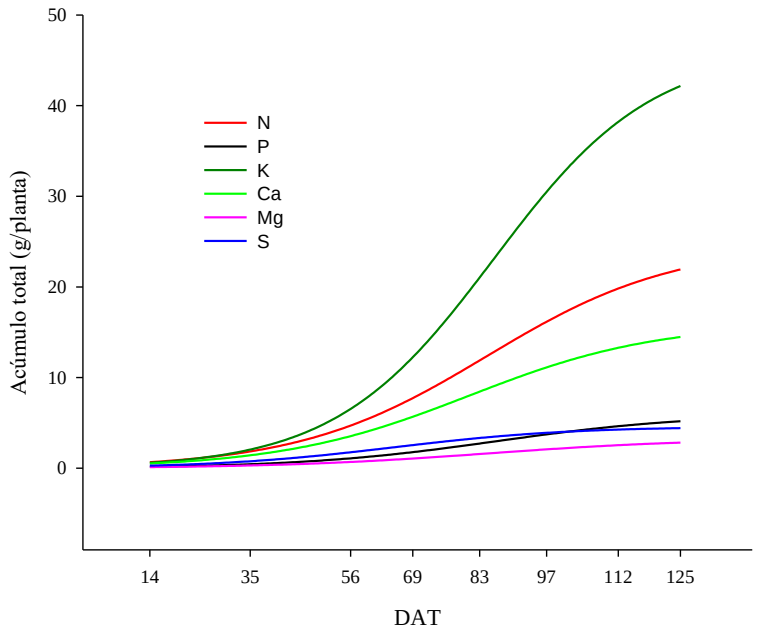


Figura 14. Quantidade total de macronutrientes acumulada por planta (folhas+caule+frutos) do tomate saladete enxertado ao longo das coletas.
*N: = 20,8847/(1+exp(-(x-68,6366)/ 17,6820)) R^2 0,99; P: y= 3,0190/(1+exp(-(x-60,1908)/ 13,4890)) R^2 0,98; K: y= 33,3691/(1+exp(-(x-71,1925)/ 15,9601)) R^2 0,96; Ca: y= 9,5603/(1+exp(-(x-58,8446)/ 11,5094)) R^2 0,99; Mg: y= 2,4810/(1+exp(-(x-60,5886)/ 12,4788)) R^2 0,99; S: y= 4,6723/(1+exp(-(x-53,4045)/ 7,5342)) R^2 0,98.

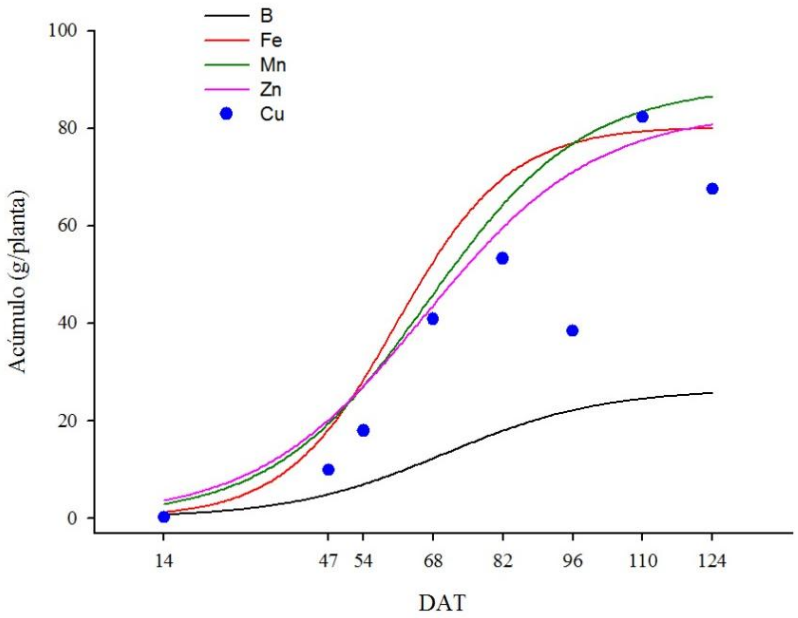


Figura 15. Quantidade total de micronutrientes acumulada por planta (folhas+caule+frutos) do tomate saladete enxertado ao longo das coletas.
B: y= 25,6942/(1+exp(-(x-68,8127)/ 14,5065)) R^2 0,96; Cu=não significativo; Fe y= 80,1496/(1+exp(-(x-60,4174)/ 10,7844)) R^2 0,95; Mn y= 86,4429/(1+exp(-(x-65,1129)/ 13,9565)) R^2 0,96; Zn y= 80,2921/(1+exp(-(x-64,2482)/ 15,0396)) R^2 0,99

Na tabela 36 estão apresentados os resultados do acúmulo dos nutrientes estimados transformados em porcentagem. Para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe e Zn o máximo de acúmulo foi

atingido no período de 113 a 125 DAT. As plantas atingiram o máximo acúmulo de Cu no período de 84 a 97 DAT e de Mn no período de 98 a 112 DAT.

Tabela 36. Distribuição percentual estimada dos nutrientes acumulados nas plantas de tomate híbrido Saladete enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- % ----------										
0-14	4,5	3,2	2,8	2,0	2,3	0,5	2,8	3,7	1,3	2,5	3,5
15-26	8,6	7,4	5,8	5,5	5,9	2,6	5,9	7,1	4,0	5,8	7,4
27-40	17,2	18,5	12,9	16,3	16,2	14,4	13,2	14,6	13,1	14,4	16,9
41-54	31,7	39,1	26,3	39,8	37,3	52,0	27,2	27,9	35,6	31,5	34,2
55-68	51,2	64,6	46,7	69,1	64,8	87,4	48,1	46,9	67,1	56,0	57,3
69-82	71,0	84,2	68,7	88,5	85,3	97,8	70,2	67,5	88,3	78,2	77,9
83-96	86,1	94,3	85,6	96,5	95,1	99,7	86,6	84,1	96,7	91,5	90,9
97-110	95,2	98,4	95,3	99,2	98,7	100,0	95,7	94,5	99,3	97,6	97,2
111-124	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

DAT: Dias após o transplante.

6.2.6 Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para fornecer nutrição adequada às plantas ao longo do ciclo (Saladete enxertado)

Com base na quantidade de nutrientes acumulada pelas plantas (Tabela 35) foi calculada a distribuição percentual destes ao longo do ciclo da cultura (Tabela 36). Considerando-se esses dados foi proposta uma distribuição percentual dos nutrientes N, P e K ao longo do ciclo da cultura (Tabela 37).

Tabela 37. Proposta de distribuição porcentual dos nutrientes N e K acumulados nas plantas de tomate saladete enxertado em função do ciclo da cultura.

Período (DAT)	Distribuição do acúmulo de N e K		Proposta de distribuição	
	% média	% acumulada	%	% acumulada
0-14	5	4	4	4
15-26	4	7	4	8
27-40	8	15	8	16
41-54	14	29	16	32
55-68	20	49	22	54
69-82	21	70	20	74
83-96	16	86	15	89
97-110	9	95	6	95
111-124	5	100	5	100

DAT: Dias após o transplante.

A partir dos resultados de acúmulo de nutrientes em cada estádio de desenvolvimento dasplantas de tomate, pode-se, numa primeira aproximação, indicar a adubação que deveria ser aplicada neste material. No entanto, vale lembrar que a quantidade de nutrientes extraída pelas plantas não reflete exatamente o que deve ser aplicado no solo, uma vez que, para cada nutriente,há um fator de eficiência que indica a quantidade do nutriente aplicado que é realmente absorvida pelas plantas.

Na tabela 38 está apresentada a quantidade de nutrientes e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete enxertado ao longo do ciclo. Esses valores foram convertidos para kg/ha, considerando-se uma população de 11.111 plantas/ha, perfazendo um total de 222 kg de N, 33 kg de P e 358 kg de K por hectare.

Foi então considerado um fator de eficiência de 75% para N, 20% para P e 80% para K, obtendo-se a quantidade de nutrientes a ser aplicada por hectare ao longo do ciclo da cultura: 296 kg de N; 166 kg de P, 447 kg de K. Em seguida foi feita a transformação das quantidades de P em P_2O_5 e K em K_2O, que são as formas de garantia desses nutrientes nos fertilizantes (N, P_2O_5 e K_2O), obtendo-se a quantidade de fertilizantes a ser aplicada por hectare: 296 kg de N, 381 kg de P_2O_5 e 537 kg de K_2O.

Finalmente os valores foram divididos pelo número de dias nos períodos considerados obtendo-se a quantidade diária de fertilizantes a ser aplicada por hectare em cada período.

Esses mesmos dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura, facilitando sua utilização em locais com características climáticas distintas, que possam interferirna duração das fases de desenvolvimento e no ciclo da cultura (Tabela 39).

Tabela 38. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete enxertado ao longo do ciclo.

Período DAT	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade diária x EF* (Kg/ha)		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
0-14	4	0,8	0,1	1,3	9	1	14	12	7	18	12	15	21	0,8	1,1	1,5
15-26	4	0,8	0,1	1,3	9	1	14	12	7	18	12	15	21	1,0	1,3	1,8
27-40	8	1,6	0,2	2,6	18	3	29	24	13	36	24	30	43	1,7	2,2	3,1
41-54	16	3,2	0,5	5,2	36	5	57	47	27	72	47	61	86	3,4	4,4	6,1
55-68	22	4,4	0,7	7,1	49	7	79	65	37	98	65	84	118	4,7	6,0	8,4
69-82	20	4,0	0,6	6,4	44	7	72	59	33	89	59	76	107	4,2	5,4	7,7
83-96	15	3,0	0,4	4,8	33	5	54	44	25	67	44	57	80	3,2	4,1	5,7
97-110	6	1,2	0,2	1,9	13	2	21	18	10	27	18	23	32	1,3	1,6	2,3
111-124	5	1,0	0,1	1,6	11	2	18	15	8	22	15	19	27	1,1	1,4	1,9
Total	100	20,0	3,0	32,2	222	33	358	296	166	447	296	381	537	-	-	-

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Tabela 39. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete enxertado ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)		
DAT			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
0 - 40	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	16	3,2	0,5	5,2	36	5	57	47	27	72	47	61	86
41 - 68	Pleno florescimento e frutificação	38	7,6	1,1	12,2	84	13	136	113	63	170	113	145	204
69 - 82	Enchimento de frutos	20	4,0	0,6	6,4	44	7	72	59	33	89	59	76	107
83 - 96	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	15	3,0	0,4	4,8	33	5	54	44	25	67	44	57	80
97 - 110	Início do pico de colheita	6	1,2	0,2	1,9	13	2	21	18	10	27	18	23	32
111-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	5	1,0	0,1	1,6	11	2	18	15	8	22	15	19	27
Total		100	20,0	3,0	32,2	222	33	358	296	166	447	296	381	537

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Para Ca, Mg, S e para os micronutrientes também foi considerada a distribuição percentual média ao longo do ciclo e calculada a quantidade de nutrientes em cada período (Tabela 40) e na tabela 41 os dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura.

Tabela 40. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete enxertado ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0-14	4	0,4	0,1	0,2	4	1	2	1,0	2,8	3,2	3,4	3,2	11	31	36	38	35
15-26	4	0,4	0,1	0,2	4	1	2	1,0	2,8	3,2	3,4	3,2	11	31	36	38	35
27-40	8	0,8	0,2	0,4	8	2	4	2,1	5,6	6,4	6,8	6,3	23	63	71	76	70
41-54	16	1,5	0,4	0,7	17	4	8	4,1	11,3	12,8	13,6	12,6	46	125	142	151	140
55-68	22	2,1	0,5	1,0	23	6	11	5,6	15,5	17,6	18,7	17,3	63	172	195	208	193
69-82	20	1,9	0,5	0,9	21	5	10	5,1	14,1	16,0	17,0	15,8	57	157	178	189	175
83-96	15	1,4	0,4	0,7	16	4	8	3,8	10,6	12,0	12,8	11,8	43	118	133	142	131
97-110	6	0,6	0,1	0,3	6	2	3	1,5	4,2	4,8	5,1	4,7	17	47	53	57	53
111-124	5	0,5	0,1	0,2	5	1	3	1,3	3,5	4,0	4,3	3,9	14	39	44	47	44
Total	100	9,6	2,5	4,7	106	27	52	25,6	70,6	79,9	85,2	78,8	285	784	888	947	876

DAT: Dias após o transplante.

No entanto, não há uma referência quanto à eficiência no aproveitamento desses nutrientes, podendo esta variar em função da fonte utilizada, forma de aplicação e manejo. Os nutrientes Ca, Mg e S são comumente fornecidos como íon acompanhante do fertilizante N P K e também podem ser fornecidos via calagem (Ca e Mg) e via gessagem (Ca, Mg e S).

Considerando a importância do cálcio para a cultura do tomate e seu comportamento nas plantas, deve-se ter um cuidado constante com seu fornecimento em quantidade adequada e com o fornecimento de água, uma vez que sua absorção está diretamente relacionada a esta, como discutido anteriormente.

Tabela 41. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladete enxertado ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT			Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0 - 40	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	16	1,5	0,4	0,7	17	4	8	4,1	11,3	12,8	13,6	12,6	46	125	142	151	140
41 - 68	Pleno florescimento e frutificação	38	3,6	0,9	1,8	40	10	20	9,7	26,8	30,4	32,4	29,9	108	298	337	360	333
69 - 82	Enchimento de frutos	20	1,9	0,5	0,9	21	5	10	5,1	14,1	16,0	17,0	15,8	57	157	178	189	175
83 - 96	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	15	1,4	0,4	0,7	16	4	8	3,8	10,6	12,0	12,8	11,8	43	118	133	142	131
97 - 110	Início do pico de colheita	6	0,6	0,1	0,3	6	2	3	1,5	4,2	4,8	5,1	4,7	17	47	53	57	53
111-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	5	0,5	0,1	0,2	5	1	3	1,3	3,5	4,0	4,3	3,9	14	39	44	47	44
Total		100	1,1	0,3	0,5	12	3	6	25,6	70,6	79,9	85,2	78,8	285	784	888	947	876

DAT: Dias após o transplante.

Para os micronutrientes, a quantidade necessária é muito pequena, podendo ser facilmente suprida por aplicações de fertilizantes foliares. No caso do cobre, as pulverizações com defensivos agrícolas que têm esse elemento certamente suprem sua demanda. Além disso, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes (por exemplo, os termofosfatos com micronutrientes) na adubação de plantio também pode ser uma forma de disponibilizá-los para as plantas.

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes apresentada refere-se ao total que a planta acumulou, ou seja a quantidade que ela necessita ao longo de todo o ciclo.

Quando há uma contribuição da adubação de plantio, esta deverá ser descontada do total, levando em conta o histórico da área, solo e clima da região, entre outros fatores que podem afetar a disponibilização dos nutrientes aplicados na adubação de base.

A adubação orgânica também deve ser considerada, uma vez que promove o aporte de nutrientes ao solo. Seu uso excessivo pode promover conteúdo de nutrientes no solo maior que o recomendado, podendo gerar crescimento excessivo, principalmente na fase inicial do ciclo.

Portanto, deve-se cuidar para que a quantidade de adubo aplicada no plantio, seja ela orgânica ou inorgânica, não comprometa a quantidade recomendada apresentada neste estudo, evitando-se principalmente os excessos.

7. Discussão Saladete

7.1. Altura, número de folhas e cachos

As plantas do saladete, quando enxertadas, apresentaram maior desenvolvimento em altura e número de folhas em comparação ao cultivo em pé franco. Esse comportamento é consistente com estudos que demonstram que a enxertia pode promover maior vigor vegetativo, maior eficiência no uso de nutrientes e maior resistência a estresses ambientais (Oztekin et al., 2009; Leonel et al., 2011).

O tratamento enxertado apresentou crescimento mais contínuo, atingindo a maior altura aos 124 DAT (280,5 cm), enquanto o pé franco obteve o menor valor ao final do ciclo (268,0 cm).

Resultados semelhantes foram observados por Sala et al. (2017), que relataram incremento na altura de plantas de tomateiro enxertadas, favorecendo o acúmulo de biomassa.

Quanto ao número de folhas, as plantas enxertadas também apresentaram vantagem, com até 6 folhas a mais por planta em relação ao pé franco, sendo o maior valor observado no tratamento enxertado (55 folhas). Segundo Silva et al. (2020), o maior número de folhas está diretamente relacionado à maior atividade fotossintética e, consequentemente, ao melhor desempenho da planta.

As variações observadas podem estar relacionadas à perda de folhas ao longo do ciclo e à emissão de rebrotas após a capação, que influenciaram os parâmetros avaliados. A correlação entre altura e número de folhas foi elevada (r = 0,99) para ambos os tratamentos, indicando uma forte relação entre essas variáveis, como também descrito por Diel et al. (2021) em cultivares de tomate.

Ao longo do ciclo, observou-se variação no número de cachos florais e de cachos com frutos entre os tratamentos. De modo geral, as plantas enxertadas apresentaram antecipação na formação de frutos em comparação ao pé franco, o que pode estar relacionado ao melhor equilíbrio fisiológico proporcionado pelo uso do porta-enxerto (Fernandes et al., 2013).

No entanto, é importante destacar que foram considerados cachos com fruto aqueles que apresentavam frutos visíveis, independentemente do estágio de desenvolvimento. Assim, o número registrado de cachos com frutos não reflete diretamente a produção comercial, uma vez que frutos em diferentes estágios de maturação podem estar presentes nos mesmos cachos. Isso está de acordo com as observações de Soares et al. (2018), que alertam para a necessidade de se considerar o grau de maturação na estimativa de produtividade real.

Dessa forma, embora os dados indiquem maior precocidade e potencial reprodutivo no tratamento enxertado, não é possível fazer inferências conclusivas sobre a produtividade final, sendo necessário considerar o grau de maturação e o desenvolvimento efetivo dos frutos ao longo do tempo (Oliveira et al., 2019).

7.2. Produção

A avaliação comparativa entre os materiais para massa fresca de frutos indica que o Saladete produzido em pé franco apresentou uma produção mais precoce em relação às plantas enxertadas. Aos 82 DAT, o Saladete pé franco já havia produzido 12% da massa total de frutos maduros, contra apenas 1% do material enxertado. Portanto, as plantas enxertadas apresentaram uma produção mais tardia. No entanto, aos 110 DAT, essa situação se inverteu. É interessante notar que 64% da produção do material enxertado foi gerada entre os 96 e 110 dias, demonstrando uma produção mais concentrada nesse intervalo. Por outro lado, o material cultivado em pé franco concentrou 36% da produção nesse mesmo período (Fernandes et al., 2013; Oztekin et al., 2009).

Em função dessa diferença no período de produção, pode-se inferir que os resultados de produtividade também podem ter sido influenciados, em maior ou menor intensidade, por fatores climáticos, como o período inicial de seca seguido por chuvas intensas. Sabe-se da importância da condição climática no período de formação e maturação dos frutos, o que ocorreu em momentos distintos para os materiais avaliados (Oliveira et al., 2019).

Apesar dessas diferenças, a produtividade final entre os dois materiais foi semelhante. O Saladete pé franco produziu 94 t/ha, enquanto o material enxertado alcançou 95 t/ha. Considerando-se a carga pendente (frutos verdes) e a diferença quanto ao início de produção, pode-se inferir que o material enxertado poderia não ter completado seu ciclo quando as coletas foram finalizadas, o que sugere a possibilidade de uma produtividade ainda maior caso o período de colheita tivesse sido estendido (Soares et al., 2018).

Para a massa média de frutos, observam-se oscilações que podem ser atribuídas aos efeitos climáticos, como uma intensificação do amadurecimento devido às altas temperaturas. Nota-se que aos 82 DAT, a massa média dos frutos do material enxertado foi de apenas 83 g, porém nesse período foi produzido apenas 1% do total de frutos. Já aos 110 DAT, período em que se concentrou a maior parte da produção, os valores médios de massa dos frutos foram de 129,4 g para o Saladete pé franco e 134,3 g para o material enxertado. Sendo assim, os dados não permitem uma conclusão definitiva sobre o efeito da enxertia na massa média dos frutos (Sala et al., 2017; Silva et al., 2020).

O número de frutos confirma o início antecipado da colheita para o Saladete em pé franco, que aos 96 DAT já havia produzido 41% do total, contra 36% do material enxertado. Além disso, confirma-se a concentração da produção no período de 96 a 124 DAT para as plantas enxertadas. Aos 110 DAT, o material enxertado já havia produzido 93% do total de sua produção (Diel et al., 2021).

Na produção por classe comercial, todos os frutos maduros foram classificados, sendo considerados como frutos com defeito aqueles que apresentavam anomalias não aceitas comercialmente. A classificação incluiu frutos com fundo preto, que, apesar de poderem amadurecer e mudar de cor, geralmente apresentam desenvolvimento incompleto e menor tamanho. Muitas das anomalias observadas também se refletem nas massas e nos números de frutos apresentados em outras análises, reforçando a diferença de qualidade entre os materiais (Silva et al., 2020).

O material enxertado destacou-se por apresentar o maior número de frutos de primeira categoria, mas também o maior número de frutos com defeito. Por outro lado, o Saladete em pé franco apresentou um melhor equilíbrio, com menor incidência de frutos defeituosos e boa qualidade final (Fernandes et al., 2013; Soares et al., 2018).

7.3. Biomassa seca

Observa-se que a massa seca da parte vegetativa e dos frutos do material produzido em pé franco apresentou valores inferiores quando comparada às plantas enxertadas. A massa seca total das plantas enxertadas superou em mais de 100 g/planta a massa seca total das plantas cultivadas em pé franco, indicando um desenvolvimento vegetativo mais acentuado nos tratamentos com enxertia (Oztekin et al., 2009; Leonel et al., 2011).

Ao considerar a contribuição dos frutos na massa seca total da planta aos 124 dias após o transplante (DAT), verifica-se que os frutos representaram 62% da massa total no Saladete pé franco e 68% no material enxertado. Esses dados indicam que as plantas enxertadas foram mais eficientes na alocação de biomassa para a formação de frutos em relação à massa total da planta (Fernandes et al., 2013; Silva et al., 2020).

7.4. Concentração de nutrientes

A concentração média de nutrientes ao longo do ciclo nas partes vegetativas e nos frutos das plantas de tomate do saladete mostrou variações significativas entre os materiais avaliados. Apesar de a concentração ser uma medida relativa, influenciada pela quantidade total de massa produzida, observou-se que as plantas enxertadas apresentaram maior concentração de alguns nutrientes importantes, como fósforo, potássio e cálcio, em comparação ao tomate cultivado em pé franco. Esse aumento pode estar relacionado ao maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pela enxertia, favorecendo a absorção e o transporte desses elementos essenciais (Oztekin et al., 2009; Leonel et al., 2011).

Em relação ao magnésio, o material enxertado apresentou concentração superior quando comparado ao pé franco, evidenciando que a resposta nutricional pode variar conforme o porta-enxerto utilizado (Fernandes et al., 2013; Silva et al., 2020).

7.5. Acúmulo de nutrientes e recomendação

Os resultados obtidos ao longo do ciclo evidenciam que a utilização de porta-enxertos influenciou significativamente o acúmulo de nutrientes nas plantas de tomate do saladete. O maior acúmulo de macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e enxofre (S) nas partes vegetativas das plantas enxertadas sugere que a enxertia contribui para o desenvolvimento de um sistema radicular mais eficiente, capaz de absorver e translocar maiores quantidades de nutrientes. Esse comportamento pode estar relacionado tanto ao vigor conferido pelos porta-enxertos quanto à sua maior capacidade de exploração do solo (Oztekin et al., 2009; Leonel et al., 2011).

Esse incremento no acúmulo de nutrientes reflete-se diretamente no maior desenvolvimento vegetativo e, potencialmente, em maior produtividade e qualidade dos frutos. No caso dos frutos, observou-se um acúmulo expressivamente superior de N, P, K, Mg, Fe, Mn e Zn nas plantas enxertadas, o que indica uma melhora não apenas em termos de rendimento, mas também em aspectos qualitativos, como o aumento das propriedades nutracêuticas dos frutos — aspecto de grande interesse para consumidores e mercados mais exigentes (Fernandes et al., 2013; Silva et al., 2020).

Quando se considera o acúmulo total de nutrientes ao longo do ciclo, observa-se que as plantas enxertadas apresentaram valores superiores para praticamente todos os elementos avaliados, com destaque para N, P, K, Mg, S, Cu e Zn. Esses dados indicam que as plantas enxertadas, ao produzirem mais biomassa, demandam maior quantidade de nutrientes, o que impacta diretamente no planejamento da adubação (Oliveira et al., 2019).

Com base nesses valores de acúmulo, estimou-se a quantidade de fertilizantes a ser fornecida ao longo do ciclo para os diferentes materiais, sem considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes. Os resultados mostram que a demanda nutricional foi maior nas plantas enxertadas em relação ao Saladete cultivado em pé franco. O material enxertado demandou 222 kg/ha de N, 33 kg/ha de P e 358 kg/ha de K, valores superiores ao pé franco, que exigiu 200, 22 e 256 kg/ha, respectivamente. Em relação ao cálcio, o pé franco apresentou maior exigência (122 kg/ha) em comparação ao material enxertado (106 kg/ha). Esses dados indicam que, do ponto de vista da reposição nutricional, a enxertia pode demandar ajustes substanciais no manejo da adubação, especialmente quando se busca alto desempenho produtivo (Diel et al., 2021).

Outro aspecto relevante refere-se ao balanço entre os nutrientes acumulados. As razões K:N, K:Ca, K:Mg e N:Mg foram mais elevadas nas plantas enxertadas, sugerindo um melhor equilíbrio iônico, o que pode estar relacionado a maior estabilidade fisiológica e resistência a estresses ambientais (Soares et al., 2018). Essas relações nutricionais indicam que, além do maior acúmulo, a distribuição e o uso dos nutrientes também podem ser otimizados pela prática da enxertia.

Portanto, os resultados demonstram que a enxertia não apenas influencia positivamente a absorção e o acúmulo de nutrientes, mas também altera o perfil nutricional das plantas, com implicações diretas no manejo e na recomendação de fertilizantes.

8. Conclusão Saladete

A comparação entre o tomateiro saladete cultivado em pé franco e o enxertado evidencia que a prática da enxertia proporciona vantagens claras no desenvolvimento vegetativo e no acúmulo

de nutrientes essenciais. As plantas enxertadas apresentaram maior altura, número de folhas e massa seca total, refletindo um maior vigor e eficiência no uso dos recursos disponíveis. Esse maior desenvolvimento está associado a um sistema radicular mais eficiente, que favorece a absorção e a translocação de macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, além de micronutrientes importantes para o metabolismo e a qualidade dos frutos (Oztekin et al., 2009; Leonel et al., 2011).

Embora o tomateiro em pé franco tenha apresentado início de produção mais precoce, as plantas enxertadas mostraram uma produção mais concentrada e potencialmente superior ao longo do ciclo, com maior acúmulo de nutrientes nos frutos e melhor perfil nutricional, o que pode contribuir para uma maior qualidade e valor agregado do produto final (Fernandes et al., 2013; Silva et al., 2020). No entanto, a maior biomassa e produção das plantas enxertadas demandam um manejo nutricional mais cuidadoso, com ajustes na adubação para atender às maiores exigências e manter o equilíbrio iônico ideal para a saúde e produtividade das plantas (Oliveira et al., 2019; Villas Boas, 2015).

Em suma, a enxertia se mostra como uma técnica promissora para melhorar o desempenho do tomateiro saladete, promovendo maior vigor, melhor aproveitamento dos nutrientes e potencial para incremento na produtividade e qualidade dos frutos. Contudo, é fundamental que o manejo nutricional e as práticas culturais sejam adequados para explorar plenamente os benefícios proporcionados por essa técnica, garantindo sustentabilidade e eficiência na produção (Diel et al., 2021; Villas Boas, 2015).

9. Resultados Salada

9.1 Salada produzido em “pé franco”

9.1.1 Altura e número de folhas

Na tabela 42 são apresentados os dados das avaliações de altura e número de folhas, real e estimado, por planta em cada uma das datas de coleta das plantas de tomate salada “pé franco” (Figuras 14 e 15).

Tabela 42. Altura e número de folhas por planta de tomate do salada “pé franco” em função das datas de coleta.

DAT	Altura cm		Nº de folhas/planta	
	real	estimada*	real	estimado**
14	17,1	17,1	4	3
47	110,8	114,9	21	23
61	155,5	149,8	31	31
75	181,5	180,8	38	37
90	210,0	209,6	46	43
103	226,0	231,0	47	48
117	246,3	250,2	48	52
124	262,8	258,3	57	54

DAT: Dias após o transplante. * $y=-0,0119x^2+3,9328x-35,2297$ $R^2=0,99$ **$y= -0,002x2+0,77x-6,4713$ $R^2=0,99$

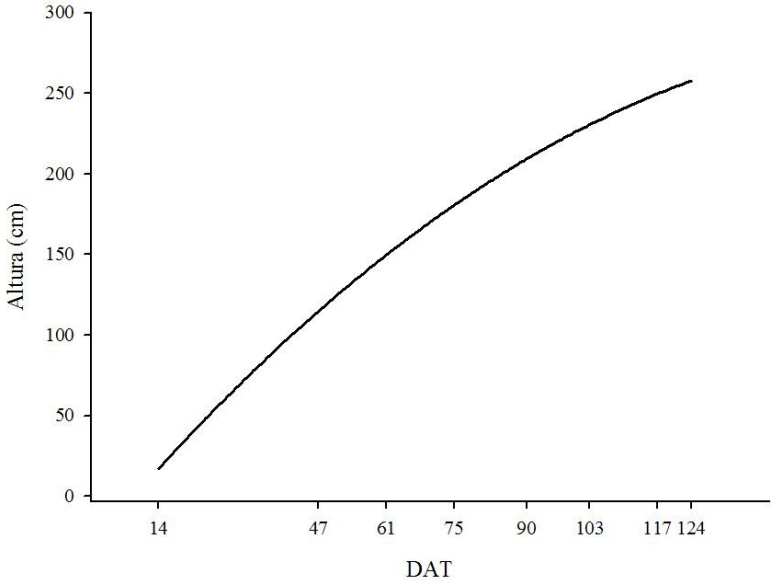


Figura 14. Altura plantas de tomate do salada“pé franco” em função das datas de coleta. DAT: dias após o transplante; $y=-0,01x^2+3,5729x-30,9623$ $R^2=0,99$

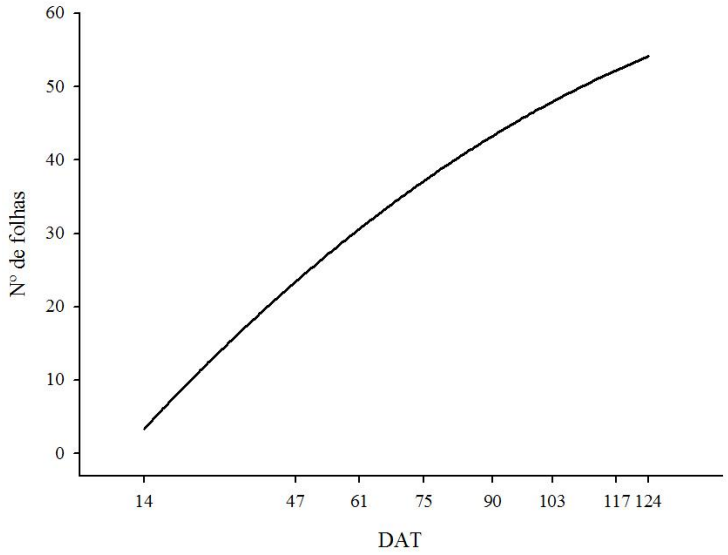


Figura 15. Número de folhas de planta de tomate do salada“pé franco” em função das datas de coleta. DAT:dias após o transplante; $y=-0,0019x^2+0,7211x-6,3741$ $R^2=0,98$

É importante ressaltar que a manutenção da capação e a desbrota das plantas não foi realizada de forma adequada, foram observadas brotações com cachos formados, o que certamente interfere no desenvolvimento e produção das plantas. As folhas das brotações não são computadas no número de folhas total, mas todo o material vegetal é seco e pesado para avaliação da biomassa seca.

9.1.2 Produção e classificação dos frutos

Na tabela 43 é apresentado o número de cachos com flores e frutos e a altura do primeiro cacho ao longo do ciclo das plantas.

Tabela 43. Número de cachos com flores e com frutos e altura do primeiro cacho em planta de tomate do salada“pé franco” em cada data de coleta.

DAT	Nº cachos flor	Nº cachos fruto	Altura do 1º cacho cm
14	-	-	-
47	4	3	-
61	2	7	34
75	3	9	21
90	-	14	20
103	-	16	23
117	-	15	20
124	-	13	18

DAT: Dias após o transplante. *A medida da altura do primeiro cacho foi iniciada aos 54 DAT.

As plantas em pé franco atingiram em média 15 cachos. A altura do primeiro cacho avaliada em todas as plantas coletadas durante o ciclo ficou em torno de 22 cm.

Na tabela 44 é apresentado o número de frutos verdes, maduros e o número total de frutos por planta em cada coleta e os valores estimados pelas curvas para cada um desses parâmetros (Figura 16). O número de frutos verdes apresentou ajuste quadrático, sendo o maior número de frutos verdes calculado aos 90 DAT. O número de frutos maduros e o total apresentaram comportamento sigmoidal (Figura 16).

Tabela 44. Número de frutos verdes, maduros e total de frutos por planta de tomate do salada“pé franco” em cada data de coleta.

DAT	Nº de frutos verdes/planta		Nº de frutos maduros/planta		Nº de frutos total/planta
	real	estimado*	real	estimado**	
14	-	-	-	-	-
47	8	10	-	-	10
61	36	31	-	-	31
75	38	43	0,3	1	45
90	47	48	7	6	54
103	49	44	21	21	65
117	28	32	44	44	76
124	24	23	52	52	75

DAT: Dias após o transplante; * $y=--0,0212x^2+3,7965x-122,0443$ R^2 0,92; ** $y=61,0987/(1+\exp(-(x-108,7856)/8,7707))$ R^2 0,99

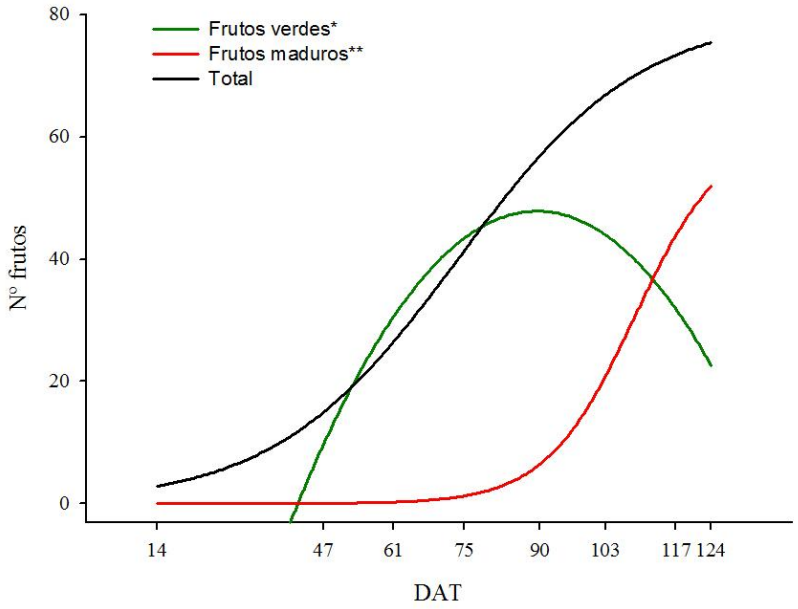


Figura 16. Número de frutos por planta de tomate do salada“pé-franco" em função das datas de coleta. DAT: dias após o transplante; * $y=-0,0212x^2+3,7965x-122,0443$ R^2 0,92; ** $y=61,0987/(1+\exp(-(x-108,7856)/8,7707))$ R^2 0,99

Na tabela 45 é apresentada a massa de frutos verdes, maduros e a massa de frutos total em cada coleta e os valores estimados pelas curvas geradas por esses dados (Figura 17).

Tabela 45. Massa fresca de frutos verdes, maduros e massa total de frutos por planta de tomate do salada“pé-franco” em cada data de coleta.

DAT	Massa fruto verde g/planta		Massa fruto maduro g/planta		Massa total de frutos g/planta	Massa média fruto maduro (g/fruto)
	real	estimado*	real	estimado**		
14	-	-	-	-	-	-
47	46,3	-	-	-	46,3	-
61	1112,0	-	-	-	1112,0	-
75	3102,0	-	52,5	204,7	3306,7	161,1
90	6583,8	-	1179,0	1288,1	7871,9	200,6
103	6635,0	-	4811,0	4671,0	11306,0	224,3
117	2777,5	-	9208,0	9400,1	12177,6	214,2
124	2586,0	-	10782,5	10658,3	13244,3	205,2
Média Ponderada						211,7

DAT: Dias após o transplante; *não significativo; ** $y=11725,4011/(1+\exp(-(x-106,1904)/7,7385))$ R^2 0,99

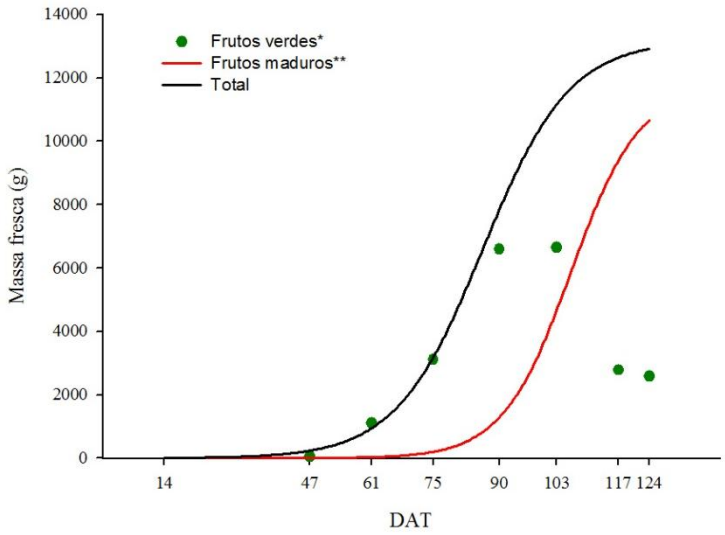


Figura 17. Massa fresca de fruto por planta de tomate do saladaem pé franco em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante).
y= -2,9895x^2+558,4621x-20623,4632 R^2 0,77; ** y=11725,4011/(1+exp(-(x-106,1904)/7,7385)) R^2 0,99

Observa-se que nas coletas aos 47 e 61 DAT a massa de frutos total é formada exclusivamente pela massa de frutos verdes, assim como ocorreu com o número de frutos. Após essa data, a massa de frutos maduros foi aumentando progressivamente, tendo uma participação cada vez maior na massa de frutos total até o final do ciclo. O comportamento da massa de frutosfoi semelhante ao apresentado pelo número de frutos, apresentando os mesmos tipos de ajuste de curva (Figura 17), onde a massa de frutos verdes apresentou ajuste quadrático e a massa de frutos maduros e total apresentaram ajuste sigmoidal. Pode-se considerar que este material iniciou sua colheita aos 75 DAT com uma pequena produção e mais efetivamente aos 90 DAT quando produziu aproximadamente 1,3 kg de frutos maduros por planta.

A útima coluna da tabela 45 apresenta a massa média estimada dos frutos maduros colhidos em cada coleta, cujo valor chegou aos 240,3 g/fruto aos 103 DAT

Considerando-se a máxima colheita de frutos maduros por planta, estimada aos 124 DAT, a produtividade alcançada é de 118,4 t de frutos/ha, considerando uma população de 11.111 plantas por hectare ou o equivalente a 533 caixas (20 kg) por 1000 plantas.

Os frutos que estavam no ponto de colheita, no momento da coleta, e que não apresentavam defeitos foram classificados quanto ao diâmetro transversal nas classes utilizadas comercialmente (Tabelas 46 e 47).

Tabela 46. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	Classe 2 (< 50 mm)			Classe 3 (50-60 mm)			Classe 4 (60-70 mm)			Classe 5 (> 70 mm)			Defeito		
	nº	Massa		nº	Massa		nº	Massa		nº	Massa		nº	Massa	
	frutos/pl	(g/pl)	%	frutos/pl	(g/pl)	%	frutos/pl	(g/pl)	%	frutos/pl	(g/pl)	%	frutos/pl	(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	210,0	100	-	-	-
90	-	-	-	1	42,0	4	3	422,0	36	3	694,5	59	1	20,5	2
103	-	-	-	0	26,5	1	4	591,0	12	16	4007,5	83	1	186,0	4
117	1	24,5	0,3	2	195,5	2	7	986,0	11	34	7881,5	86	1	120,5	1
124	-	-	-	3	384,0	4	25	3882,0	44	22	4520,0	51	-	-	-

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 47. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	1A			2A			3A			Frutos com defeito		
	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%	nº frutos/pl	Massa (g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	1	210	-	-	-	-
90	1	42	4	3	422,0	36	3	694,5	59	1	20,5	2
103	0,3	27	1	4	591,0	12	16	4007,5	83	1	186,0	4
117	3	220	2	7	986,0	11	34	7881,5	86	1	120,5	1
124	3	384	4	25	3882,0	44	22	4520,0	51	-	-	0

DAT: Dias após o transplante.

Observando-se a tabela 46, aos 124 DAT, observou-se a maior porcentagem de frutos com diametro maior que 70 mm (51%), seguido pelos frutos com 60 a 70 mm de diametro (44), portanto 95% dos frutos apresentaram diametro maior que 60 mm.

No entanto, no momento de maior produção 86 % dos frutos eram classificados na classe 5, maiores que 70 mm, o seja classe 3 A (tabela 47).

9.1.3 Biomassa seca

Na tabela 48 está apresentada a biomassa seca da planta: parte vegetativa (folha + caule), frutos e total. Observa-se que, inicialmente a biomassa é formada pela parte vegetativa e, a partir dos 47 DAT, surgem os primeiros frutos que passam a integrar a biomassa total até o final do ciclo.

Na tabela 49 e na figura 6 pode-se observar a contribuição das partes da planta na biomassa seca total ao longo do ciclo e o ganho diário de massa seca por planta.

Tabela 48. Biomassa seca real e estimadada parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do salada "pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	MMS PV (g)		MMS Fruto (g)		MMS Total estimada (g)
	real	estimado*	real	estimado**	
14	0,6	0,01	-	-	0,01
47	94,0	110,2	2,9	4,3	114,5
61	187,0	164,3	70,2	24,8	189,1
75	206,6	222,1	115,7	123,9	346,0
90	286,9	288,1	392,0	403,2	691,3
103	365,3	348,9	615,9	592,4	941,2
117	409,2	417,8	660,2	653,0	1070,8
124	453,8	453,7	639,6	661,1	1114,9

DAT: Dias após o transplante;

* $y=0,00951x^2+2,8371x-44,1488$ $R^2=0,99$; ** $y=666,9493/(1+\exp(-(x-86,6536)/7,8888$ $R^2=0,99$.

Tabela 49. Biomassa seca estimada da parte vegetativa (folhas + caule), frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do salada“pé franco” em função das épocas de coleta.

DAT	Parte vegetativa		Fruto		Total		g/planta dia
	g/planta	%	(g/planta)	%	(g/planta)	%	
14	0,01	100	-	-	0,01	100	0,001
47	110,2	96	4,3	4	115	100	3,5
61	164,3	87	24,8	13	189	100	5,3
75	222,1	64	123,9	36	346	100	11,2
90	288,1	42	403,2	58	691	100	23,0
103	348,9	37	592,4	63	941	100	19,2
117	417,8	39	653,0	61	1071	100	9,3
124	453,7	41	661,1	59	1115	100	6,3

DAT: Dias após o transplante.

Na primeira coleta de frutos (47 DAT), estes representaram 4 % da biomassa total, já aos 90 DAT, a biomassa de fruto (58%) passou a ser superior à biomassa da parte vegetativa (42%). Aos 124 DAT, quando as plantas de tomate atingiram a máxima biomassa seca, os frutos foram responsáveis por 59% da massa seca total das plantas. Este é um índice importante pois caracteriza o pontencial da planta em produzir fruto, permitindo avaliar a sua capacidade produtiva frente à sua massa total.

No período de 75 a 90 DAT as plantas apresentaram maior incorporação de massa seca, 23 g planta/dia (tabela 49).

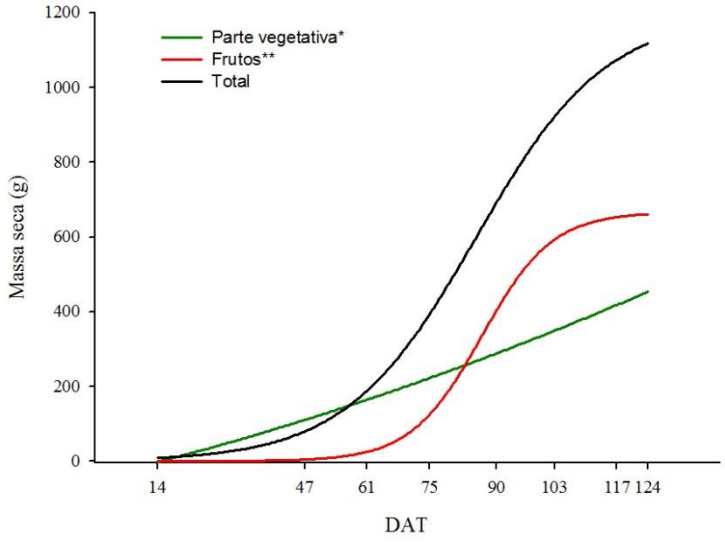


Figura 18. Biomassa seca da parte vegetativa (folha+caule), frutos e total de plantas de tomate do salada“pé franco”. (DAT: dias após o transplante).

* $y=0,00951x^2+2,8371x-44,1488$ $R^2=0,99$; ** $y=666,9493/(1+\exp(-(x-86,6536)/7,8888$ $R^2=0,99$.

9.1.4 Concentração de nutrientes

9.1.4.1 Concentração de nutrientes na parte vegetativa das plantas

Na tabela 50 são apresentadas as concentrações de nutrientes na parte vegetativa das plantas de tomate (folhas + caule).

De modo geral, os teores de macronutrientes na parte vegetativa encontram-se próximosaos valores de referência, considerados adequados para tomateiro (Cantarella et al. 2022). Lembrando que os valores de referência são válidos para amostras de folha diagnose, a quarta folha com pecíolo a partir do ponteiro, por ocasião do 1ª fruto maduro (Cantarella et al. 2022) e estão sendo usados como um indicativo pois,neste caso, os teores apresentados envolvem as concentrações de nutrientes em amostras compostas por folhas + caule da planta toda, o que, certamente, ocasionou uma diminuição nos teores, pois no caule são encontradas concentrações de nutrientes menores que nas folhas.

Com o início do desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, a partir dos 75 DAT,observa-se uma queda nos teores de N, P e K, o que pode ser justificado pela translocação dos nutrientes que se encontravam na parte vegetativa para os frutos.

Os teores de Ca na parte vegetativa aumentaram ao longo do ciclo da cultura, chegando a valores de 29 g kg^{-1} aos 124 DAT.

Para os micronutrientes, os teores médios de B, Fe e Mn estão dentro das faixas consideradas adequadas para a cultura (Cantarella et al. 2022). Já os teores de Cu e Zn estão acima dos valores adequados. Esse fato certamente está relacionado aos resíduos de defensivos agrícolas aplicados nas plantas e que não são eliminados na lavagem realizada no preparo para a análise. Esses nutrientes (proveniente de defensivos) algumas vezes, penetram na epiderme da folha de forma passiva, porém permanecem sem serem absorvidos ativamente. Para essa situação também a lavagem da folha não é efetiva.

Tabela 50. Concentração de nutrientes na parte vegetativa (folha + caule) da planta de tomate salada pé franco em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
14	51	5,7	39	11	3,5	11,9	40	233	189	149	127
47	39	7,5	58	20	5,8	17,4	53	128	138	122	149
61	33	7,0	44	22	4,8	13,4	63	73	160	168	149
75	26	4,7	37	20	4,0	13,8	59	131	166	192	168
90	24	4,1	36	25	4,6	15,7	64	206	178	262	168
103	26	4,3	38	27	4,4	16,5	48	172	200	223	171
117	23	3,7	35	27	4,7	14,4	63	211	165	189	176
124	18	3,7	32	29	4,9	12,2	62	174	151	179	180
Média	30	5,1	40	23	4,6	14,4	56	166	168	185	161
Referência	40-60	4-8	30-50	14-40	4-8	3-10	30-100	5-15	100-300	50-250	30-100

DAT: Dias após o transplante

9.1.4.2 Concentração de nutrientes nos frutos (“pé franco”)

Na tabela 51 estão apresentados os teores dos nutrientes contidos nos frutos das plantas coletadas. O nutriente observado em maior concentração nos frutos de tomateiro foi o K, seguidodo N>P>S=Mg>Ca.

Tabela 51. Concentração de nutrientes nos frutos da planta de tomate salada“pé franco” em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
47	33	6,8	41	1	1,8	2,1	12	27	97	16	58
61	24	5,2	37	1	1,6	1,4	8	11	46	14	38
75	28	6,2	48	2	2,1	2,0	18	16	52	27	48
90	21	3,9	36	1	1,5	1,5	13	12	38	20	33
103	23	4,0	38	2	1,7	1,5	13	14	44	20	36
117	19	3,3	32	2	1,3	1,5	9	15	38	18	28
124	19	3,6	33	1	1,4	1,7	11	13	28	18	28
Média	24	4,7	38	1	1,6	1,6	12	15	49	19	38

DAT: Dias após o transplante.

Para os micronutrientes, a concentração apresentou a seguinte ordem: Fe>Zn>Mn>Cu>B.Os teores de micronutrientes encontrados nos frutos também podem ter sido afetados pelaaplicação de fungicidas e/ou fertilizantes foliares.

9.1.5 Acúmulo de nutrientes em plantas (“pé franco”)

Nas tabelas 52 e 53 são apresentadas as quantidades reais de macro e micronutrientes acumulados respectivamente na parte vegetativa (folha+caule) e nos frutos das plantas de tomate salada ao longo do ciclo. Os valores apresentados representam a quantidade de nutrientes que a planta acumulou, permitindo que atingisse uma determinada produtividade.

Tabela 52. Quantidade real de nutrientes acumulada na parte vegetativa (folha + caule) de plantas de tomate salada “pé franco” em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,03	0,003	0,02	0,01	0,002	0,01	0,02	0,14	0,11	0,09	0,08
47	3,6	0,7	5,4	1,9	0,5	1,6	5,0	12,0	13,0	11,4	14,0
61	6,1	1,3	8,3	4,2	0,9	2,5	11,8	13,6	29,9	31,5	27,8
75	5,3	1,0	7,6	4,0	0,8	2,9	12,1	27,1	34,3	39,7	34,7
90	7,0	1,2	10,3	7,2	1,3	4,5	18,4	59,1	50,9	75,0	48,2
103	9,5	1,6	13,7	10,0	1,6	6,0	17,6	62,7	73,1	81,3	62,6
117	9,4	1,5	14,4	11,2	1,9	5,9	25,8	86,2	67,4	77,1	71,9
124	8,2	1,7	14,6	13,3	2,2	5,5	28,3	78,9	68,3	81,3	81,8

DAT: Dias após o transplante

Tabela 53. Quantidade real de nutrientes acumulada nos frutos de plantas de tomate salada"pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g planta^{-1}						mg planta^{-1}				
47	0,09	0,02	0,12	0,004	0,01	0,01	0,03	0,08	0,28	0,05	0,17
61	1,7	0,4	2,6	0,1	0,1	0,1	0,6	0,8	3,2	1,0	2,7
75	3,2	0,7	5,6	0,2	0,2	0,2	2,1	1,8	6,0	3,1	5,6
90	8,2	1,5	13,9	0,4	0,6	0,6	5,1	4,6	14,7	7,6	12,9
103	14,0	2,5	23,4	1,1	1,1	0,9	8,2	8,8	27,3	12,5	21,9
117	12,2	2,2	21,0	1,2	0,9	1,0	5,8	9,9	25,3	11,6	18,2
124	12,0	2,3	21,3	0,8	0,9	1,1	6,9	8,3	17,7	11,5	18,1

DAT: Dias após o transplante.

Na parte vegetativa (folha+caule), o K foi o nutriente mais acumulado pelas plantas. Sendo os nutrientes acumulados na sequência: K>Ca>N>S>Mg>P>Zn>Mn>Cu>Fe>B. Nota-se que o K e o Ca atingiram o máximo acúmulo aos 124 DAT enquanto o N atingiu a máxima quantidade na parte vegetativa na coleta realizada aos103 DAT.

O máximo acúmulo dos micronutrientes na parte vegetativa ocorreu aos 124 DAT, com exceção do Cu que apresentou maior acúmulo aos 117 DAT. Deve-se ressaltar que no caso do Fe, Mn e Cu a quantidade determinada pode não representar a exatamente a demanda da planta, considerando-se que parte desses micronutrientes, apesar de estar na folha pode não ter sido incorporada ativamente, conforme discutido anteriormente.

Observa-se que a quantidade de nutrientes acumulada nos frutos (Tabela 13) difere da quantidade acumulada na parte vegetativa e ocorreu na seguinte ordem decrescente: K>N>P>S<Mg>Ca>Zn>Fe>Mn>Cu>B.

Nas tabelas 54 e 55 estão apresentados os valores reais e estimados pelas curvas (Figuras 19 e 20) do acúmulo total de macro e micronutrientes pelas plantas.

Tabela 54. Quantidade real do total de nutrientes acumulados na parte aérea (folhas+caule+frutos) de plantas de tomate salada"pé franco" em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g planta^{-1}						mg planta^{-1}				
14	0,03	0,003	0,02	0,01	0,002	0,01	0,02	0,14	0,11	0,09	0,08
47	3,7	0,7	5,5	1,9	0,5	1,6	5,0	12,1	13,3	11,5	14,2
61	7,8	1,7	10,8	4,2	1,0	2,6	12,3	14,3	33,1	32,5	30,5
75	8,5	1,7	13,2	4,2	1,1	3,1	14,1	28,9	40,3	42,8	40,2
90	15,2	2,7	24,2	7,6	1,9	5,1	23,5	63,7	65,6	82,7	61,1
103	23,5	4,0	37,1	11,0	2,7	6,9	25,8	71,4	100,3	93,8	84,4
117	21,6	3,7	35,4	12,3	2,8	6,9	31,6	96,1	92,7	88,7	90,1
124	20,2	4,0	35,9	14,1	3,1	6,6	35,1	87,2	86,1	92,9	99,9

DAT: Dias após o transplante.

Ressalta-se que, a partir de sua somatória dos valores apresentados do acúmulo real da parte aérea e dos frutos obtemos dados de acúmulo total real e com base nestes são geradas curvas que permitem estimar o acúmulo total ao longo do ciclo (acúmulo estimado).

O máximo acúmulo estimado ocorreu aos 124 DAT para todos os macronutrientes. E micronutrientes. O K foi o elemento acumulado em maior quantidade na planta, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. Para os micronutrientes a ordem foi: Zn, Fe=Mn, Cu e B.

Tabela 55. Quantidade estimada do total de nutrientes acumulados na parte aérea (folhas+caule+frutos) de plantas de tomate salada"pé franco" em função das coletas.

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,4	0,2	0,5	0,5	0,1	0,2	1,6	0,7	1,4	0,8	3,2
30	1,1	0,3	1,4	1,0	0,2	0,6	3,1	2,0	4,2	2,9	6,8
47	2,9	0,7	4,0	1,9	0,5	1,3	6,1	6,4	12,2	10,6	14,8
61	6,1	1,3	8,6	3,2	0,8	2,3	10,0	15,6	26,3	26,8	26,3
75	10,9	2,1	16,3	5,1	1,3	3,7	15,4	33,0	47,8	52,4	42,7
90	16,3	2,9	25,7	7,8	2,0	5,2	22,0	58,3	71,1	77,0	63,4
103	19,6	3,5	32,2	10,3	2,5	6,2	27,4	76,9	84,7	88,4	80,1
117	21,6	3,9	36,3	12,8	2,9	6,8	32,2	88,7	92,4	93,3	93,6
124	22,2	4,0	37,5	13,9	3,1	7,0	34,0	91,9	94,4	94,4	98,4

DAT: Dias após o transplante. N: y= 23,2301/(1+exp(-(x-76,8103)/ 15,4264)) R2=0,95; P: y= 4,3823/(1+exp(-(x-77,2881)/18,9568)) R^2=0,96; K: y= 39,6974/(1+exp(-(x-80,6124)/15,3367)) R^2=0,97; Ca: y= 182159/(1+exp(-(x-96,849)/23,2018)) R^2=0,99; Mg: y= 3,5614/(1+exp(-(x-85,9344)/ 20,4457)) R^2=0,98; S: y= 7,4945/(1+exp(-(x-75,2213)/ 17,9563)) R^2=0,97; B: y= 40,3213/(1+exp(-(x-85,9526)/ 22,5292)) R^2=0,98; Cu: y= 97,4556/(1+exp(-(x-84,4118)/ 14,0955)) R^2=0,98; Fe: y= 97,9317/(1+exp(-(x-75,6845)/ 14,0955)) R^2=0,95; Mn: y= 95,8802/(1+exp(-(x-72,6832)/ 12,3076)) R^2=0,98; Zn: y= 112,372/(1+exp(-(x-84,8049)/ 20,0402)) R^2=0,99.

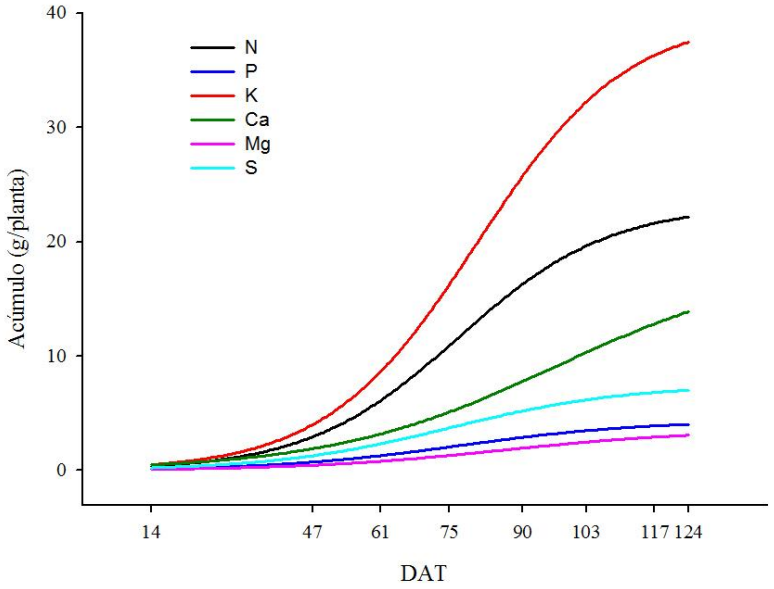


Figura 19. Quantidade real do total de macronutrientes acumulados por planta na parte aérea (folhas+caule+frutos) do tomate salada"pé franco" ao longo das coletas.

DAT: Dias após o transplante.. N: y= 23,2301/(1+exp(-(x-76,8103)/ 15,4264)) R2=0,95; P: y= 4,3823/(1+exp(-(x-77,2881)/18,9568)) R^2=0,96; K: y= 39,6974/(1+exp(-(x-80,6124)/15,3367)) R^2=0,97; Ca: y= 182159/(1+exp(-(x-96,849)/23,2018)) R^2=0,99; Mg: y= 3,5614/(1+exp(-(x-85,9344)/ 20,4457)) R^2=0,98; S: y= 7,4945/(1+exp(-(x-75,2213)/ 17,9563)) R^2=0,97.

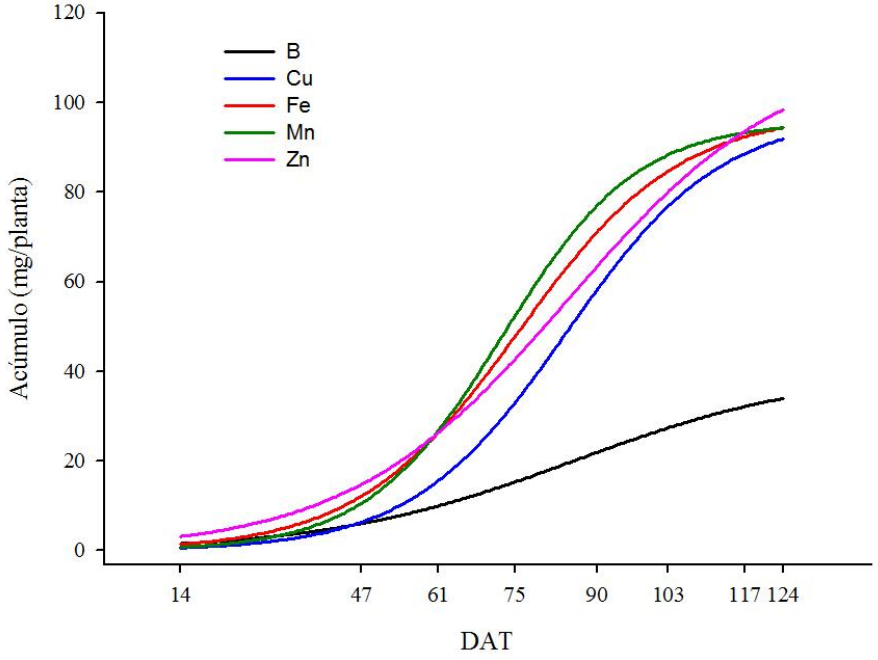


Figura 20. Quantidade real do total de micronutrientes acumulados por planta na parte aérea (folhas+caule+frutos) do tomate salada"pé franco" ao longo das coletas.

DAT: Dias após o transplante.. B: y= 40,3213/(1+exp(-(x-85,9526)/ 22,5292)) R^2=0,98; Cu: y= 97,4556/(1+exp(-(x-84,4118)/ 14,0955)) R^2=0,98; Fe: y= 97,9317/(1+exp(-(x-75,6845)/ 14,0955)) R^2=0,95; Mn: y= 95,8802/(1+exp(-(x-72,6832)/ 12,3076)) R^2=0,98; Zn: y= 112,372/(1+exp(-(x-84,8049)/ 20,0402)) R^2=0,99.

Na tabela 56 estão apresentados os resultados do acúmulo dos nutrientes estimados transformados em porcentagem. Para todos os nutrientes o máximo de acúmulo foi atingido no período de 117 a 124 DAT.

Tabela 56. Distribuição percentual estimada dos nutrientes acumulados nas plantas de tomate híbridoSalada"pé franco" em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- % ----------										
0-14	2	4	1	4	3	3	5	1	2	1	3
15-30	5	8	4	7	7	8	9	2	4	3	7
31-47	13	18	11	14	15	18	18	7	13	11	15
48-61	28	32	23	23	26	33	29	17	28	28	27
62-75	49	51	43	37	43	53	45	36	51	56	43
76-90	73	72	69	56	63	74	65	63	75	82	64
91-103	88	86	86	74	81	88	81	84	90	94	81
104-117	97	97	97	92	95	97	95	96	98	99	95
118-124	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

DAT: Dias após o transplante.

9.1.6 Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para fornecer nutrição adequada às plantas ao longo do ciclo (“pé franco”)

Com base na quantidade de nutrientes acumulada pelas plantas (Tabela 15) foi calculada a distribuição percentual destes ao longo do ciclo da cultura (Tabela 16). Considerando-se esses dados foi proposta uma distribuição percentual dos nutrientes N e K ao longo do ciclo da cultura (Tabela 57).

Os resultados de acúmulo de nutrientes em cada estádio de desenvolvimento das plantas de tomate, podem orientar a adubação que deveria ser aplicada neste material. Porém, a quantidade de nutrientes extraída e acumulada pelas plantas não reflete exatamente o que deve ser aplicado no solo, uma vez que, para cada nutriente,há um fator de eficiência que indica o quanto realmente é absorvido da quantidade do nutriente aplicado.

Tabela 57. Proposta de distribuição porcentual dos nutrientes N e K acumulados nas plantas de tomate salada “pé franco”em função do ciclo da cultura.

Período (DAT)	Distribuição do acúmulo de N e K		Proposta de distribuição	
	% média	% acumulada	%	% acumulada
0-14	2	2	3	3
15-30	3	4	3	6
31-47	8	12	8	14
48-61	13	25	15	29
62-75	21	46	22	51
76-90	25	71	25	76
91-103	16	87	16	92
104-117	10	97	5	97
118-124	3	100	3	100

DAT: Dias após o transplante

Na tabela 58 está apresentada a quantidade de nutrientes e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate saladaem “pé franco” ao longo do ciclo.

Esses valores foram convertidos para kg/ha, considerando-se uma população de 11.111 plantas/ha, perfazendo um total de 246 kg de N, 45 kg de P e 416 kg de K por hectare.

Foi então considerado um fator de eficiência de 75% para N, 20% para P e 80% para K, obtendo-se a quantidade de nutrientes a ser aplicada por hectare ao longo do ciclo da cultura: 329 kg de N; 224 kg de P, 521 kg de K.

Em seguida foi feita a transformação das quantidades de P em P_2O_5 e K em K_2O, que são as formas de garantia desses nutrientes nos fertilizantes (N, P_2O_5 e K_2O), obtendo-se a quantidade de fertilizantes a ser aplicada por hectare: 329 kg de N, 514 kg de P_2O_5 e 625 kg de K_2O.

Finalmente os valores foram divididos pelo número de dias nos períodos considerados obtendo-se a quantidade diária de fertilizantes a ser aplicada por hectare em cada período.

Tabela 58. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada“pé franco” ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade diária x EF* (Kg/ha)		
DAT		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
0-14	3	0,7	0,1	1,1	7	1	12	10	7	16	10	15	19	0,3	0,5	0,6
15-30	3	0,7	0,1	1,1	7	1	12	10	7	16	10	15	19	0,6	1,0	1,2
31-47	8	1,8	0,3	3,0	20	4	33	26	18	42	26	41	50	1,5	2,4	2,9
48-61	15	3,3	0,6	5,6	37	7	62	49	34	78	49	77	94	3,5	5,5	6,7
62-75	22	4,9	0,9	8,2	54	10	92	72	49	115	72	113	137	5,2	8,1	9,8
76-90	25	5,5	1,0	9,4	62	11	104	82	56	130	82	128	156	5,5	8,6	10,4
91-103	16	3,5	0,6	6,0	39	7	67	53	36	83	53	82	100	4,0	6,3	7,7
104-117	5	1,1	0,2	1,9	12	2	21	16	11	26	16	26	31	1,2	1,8	2,2
118-124	3	0,7	0,1	1,1	7	1	12	10	7	16	10	15	19	1,4	2,2	2,7
Total	100	22,2	4,0	37,5	246	45	416	329	224	521	329	514	625	-	-	-

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Esses mesmos dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura, facilitando sua utilização em locais com características climáticas distintas, que possam interferirna duração das fases de desenvolvimento e no ciclo da cultura (Tabela 59).

Tabela 59. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada ”pé franco” ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)		
DAT			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
0 - 47	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	17	4	1	6	42	8	71	56	38	89	56	87	106
48 - 75	Pleno florescimento e frutificação	35	8	1	13	86	16	146	115	79	182	115	180	219
76-90	Enchimento de frutos	25	6	1	9	62	11	104	82	56	130	82	128	156
91-103	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	15	3	1	6	37	7	62	49	34	78	49	77	94
104-117	Início do pico de colheita	5	1	0	2	12	2	21	16	11	26	16	26	31
118-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	3	1	0	1	7	1	12	10	7	16	10	15	19
Total		100	22,2	4,0	37,5	246	45	416	329	224	521	329	514	625

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Para Ca, Mg, S e para os micronutrientes também foi considerada a distribuição percentual média ao longo do ciclo e calculada a quantidade de nutrientes em cada período (Tabela 60) e na tabela 61 os dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura. No entanto, não há uma referência quanto à eficiência no aproveitamento desses nutrientes, podendo esta variar em função da fonte utilizada, forma de aplicação e manejo. Os nutrientes Ca, Mg e S são comumente fornecidos como íon acompanhante do fertilizante N P K etambém podem ser fornecidos via calagem (Ca e Mg) e via gessagem (Ca, Mg e S).

Considerando a importância do cálcio para a cultura do tomate e seu comportamento nas plantas, deve-se ter um cuidado constante com seu fornecimento em quantidade adequada e com o fornecimento de água, uma vez que sua absorção está diretamente relacionada a esta, como discutido anteriormente.

Para os micronutrientes, a quantidade necessária é muito pequena, podendo ser facilmente suprida por aplicações de fertilizantes foliares. No caso do cobre, as pulverizações com

defensivos agrícolas que têm esse elemento certamente suprem sua demanda. Além disso, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes (por exemplo, os termofosfatos com micronutrientes) na adubação de plantio também pode ser uma forma de disponibilizá-los para asplantas.

Tabela 60. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada"pé franco" ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0-14	3	0,4	0,1	0,2	5	1,0	2,3	1,0	2,8	2,8	2,8	3,0	11	31	31	31	33
15-30	3	0,4	0,1	0,2	5	1,0	2,3	1,0	2,8	2,8	2,8	3,0	11	31	31	31	33
31-47	8	1,1	0,2	0,6	12	2,7	6,2	2,7	7,4	7,6	7,6	7,9	30	82	84	84	88
48-61	15	2,1	0,5	1,1	23	5,1	11,7	5,1	13,8	14,2	14,2	14,8	57	153	157	157	164
62-75	22	3,1	0,7	1,5	34	7,5	17,2	7,5	20,2	20,8	20,8	21,7	83	225	231	231	241
76-90	25	3,5	0,8	1,8	39	8,6	19,5	8,5	23,0	23,6	23,6	24,6	95	255	262	262	273
91-103	16	2,2	0,5	1,1	25	5,5	12,5	5,4	14,7	15,1	15,1	15,8	61	163	168	168	175
104-117	5	0,7	0,2	0,4	8	1,7	3,9	1,7	4,6	4,7	4,7	4,9	19	51	52	52	55
118-124	3	0,4	0,1	0,2	5	1,0	2,3	1,0	2,8	2,8	2,8	3,0	11	31	31	31	33
Total	100	13,9	3,1	7,0	154	34	78	34,0	91,9	94,4	94,4	98,4	378	1021	1049	1049	1094

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 61. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada"pé franco" ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT			Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0 - 47	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	14	1,9	0,4	1,0	22	5	11	4,8	12,9	13,2	13,2	13,8	53	143	147	147	153
48 - 75	Pleno florescimento e frutificação	37	5,1	1,1	2,6	57	13	29	12,6	34,0	34,9	34,9	36,4	140	378	388	388	405
76-90	Enchimento de frutos	25	3,5	0,8	1,8	39	9	20	8,5	23,0	23,6	23,6	24,6	95	255	262	262	273
91-103	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	16	2,2	0,5	1,1	25	5	12	5,4	14,7	15,1	15,1	15,8	61	163	168	168	175
104-117	Início do pico de colheita	5	0,7	0,2	0,4	8	2	4	1,7	4,6	4,7	4,7	4,9	19	51	52	52	55
118-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	3	0,4	0,1	0,2	5	1	2	1,0	2,8	2,8	2,8	3,0	11	31	31	31	33
Total		100	13,9	3,1	7,0	154	34	78	34,0	91,9	94,4	94,4	98,4	378	1021	1049	1049	1094

DAT: Dias após o transplante.

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes apresentada se refere ao total que a planta acumulou, ou seja, a quantidade que ela necessita ao longo de todo o ciclo.

Quando há uma contribuição da adubação de plantio, esta deverá ser descontada do total, levando em conta o histórico da área, solo e clima da região, entre outros fatores que podem afetar a disponibilização dos nutrientes aplicados na adubação de base.

A adubação orgânica também deve ser considerada, uma vez que promove o aporte de nutrientes ao solo. Seu uso excessivo pode promover conteúdo de nutrientes no solo maior que o recomendado, podendo gerar crescimento excessivo, principalmente na fase inicial do ciclo.

Portanto, deve-se cuidar para que a quantidade de adubo aplicada no plantio, seja ela orgânica ou inorgânica, não comprometa a quantidade recomendada apresentada neste estudo, evitando-se principalmente os excessos.

9.2. Salada enxertado

9.2.1 Altura e número de folhas (Saladaenxertado)

Na tabela 62 são apresentados os dados das avaliações de altura e número de folhas, real e estimado, por planta em cada uma das datas de coleta das plantas de tomate saladaenxertado (Figuras 21 e 22).

Tabela 62. Altura e número de folhas por planta de tomate do salada enxertado em função das datas de coleta.

DAT	Altura cm		Nº de folhas/planta	
	real	estimada*	real	estimado**
14	21,1	19,2	5	5
47	117,8	120,5	25	26
61	153,5	156,9	32	33
75	188,5	189,3	41	38
90	229,0	219,8	45	43
103	243,0	242,5	44	47
117	259,0	263,2	50	49
124	273,3	272,1	52	50

DAT: Dias após o transplante. * $y=-0,0100x^2+3,6783x-30,2891$ $R^2=0,99$; $y=-0,0028x^2+0,7989x-5,7645$ $R^2=0,99$

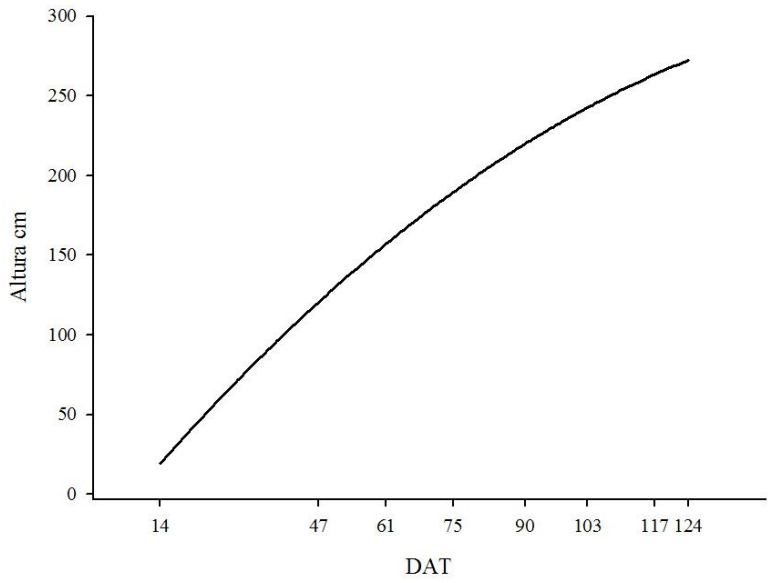


Figura 21. Altura plantas de tomate do salada enxertado em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante; * $y=-0,0100x^2+3,6783x-30,2891$ $R^2=0,99$)

Ressaltamos que a manutenção da capação e a desbrota das plantas não foi realizada de forma adequada, foram observadas brotações com cachos formados, o que certamente interfere no desenvolvimento e produção das plantas. As folhas das brotações não são computadas no número de folhas total, mas todo o material vegetal é seco e pesado para avaliação da biomassa seca.

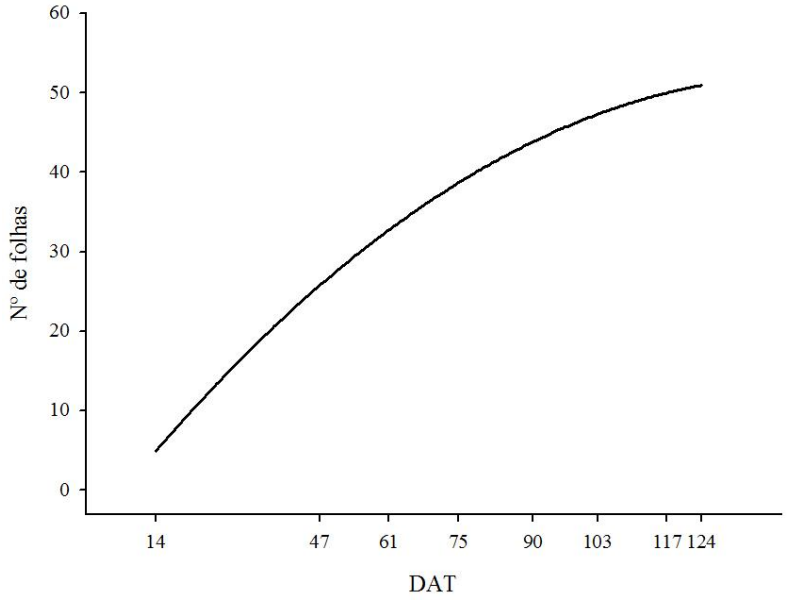


Figura 22. Número de folhas por planta de tomate do salada enxertado em função das datas de coleta. (DAT:dias após o transplante; $y=-0,0028x^2+0,7989x-5,7645$ $R^2=0,99$).

9.2.2 Produção (Salada enxertado)

Na tabela 63 é apresentado o número de cachos com flores e frutos e a altura do primeiro cacho ao longo do ciclo das plantas

Tabela 63. Número de cachos com flores e com frutos e altura do primeiro cacho em planta de tomate do salada enxertado em cada data de coleta.

DAT	Nº cachos flor	Nº cachos fruto	Altura do 1º cacho cm
14	-	-	-
47	3	3	-
61	2	8	29
75	2	11	26
90	-	15	25
103	-	15	20
117	-	16	21
124	-	16	22

DAT: Dias após o transplante. *A medida da altura do primeiro cacho foi iniciada aos 61 DAT.

Novamente observa-se variação da altura do 1º cacho entre de 20 a 29 cm o que pode ser devido à altura do corte das plantas no momento da coleta, visto que com o desenvolvimeto das plantas e seu maior peso, estas tendem a dobrar o colo e este encosta no solo, formando inclusive raizes, o que dificulta a precisão do corte no local onde seria o colo das plantas.

Na tabela 64 é apresentado o número de frutos verdes, maduros e o número total de frutos por planta em cada coleta e os valores estimados pelas curvas para cada um desses parâmetros (Figura 22).

O número de frutos verdes avaliado apresentou ajuste quadrático, sendo o maior número de frutos verdes calculado aos 92 DAT. O número de frutos maduros, assim como o total apresentou comportamento sigmoidal (Figura 23).

Tabela 64. Número de frutos verdes, maduros e total de frutos por planta de tomate do salada enxertado em cada data de coleta.

DAT	Nº de frutos verdes/planta		Nº de frutos maduros/planta		Nº de frutos total estimado/planta
	real	estimado*	real	estimado**	
14	-	-	-	-	-
47	10	9	-	-	9
61	30	32	-	-	32
75	46	47	-	-	47
90	57	54	3	3	57
103	54	52	12	12	64
117	35	43	42	42	85
124	40	35	61	61	96

DAT: Dias após o transplante; *$y=-0,0206x^2+3,8624x-126,9810$ $R^2=0,93$; ** $y=91,4373/(1+\exp(-(x-118,3349)/8,1450))$ $R^2=0,99$.

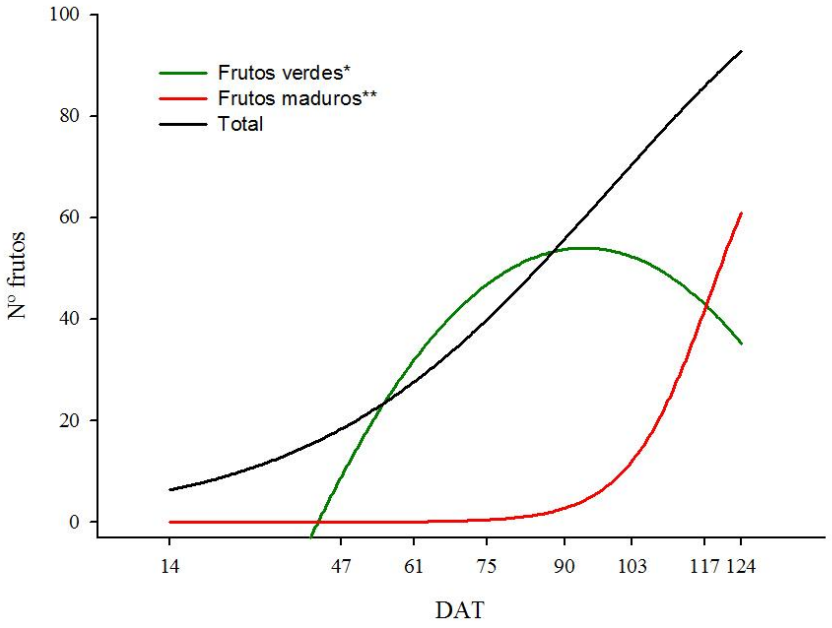


Figura 23. Número de frutos por planta de tomate do salada enxertado em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante).
*$y=-0,0206x^2+3,8624x-126,9810$ $R^2=0,93$; ** $y=91,4373/(1+\exp(-(x-118,3349)/8,1450))$ $R^2=0,99$.

Na tabela 65 é apresentada a massa de frutos verdes, maduros e a massa de frutos total em cada coleta e os valores estimados pelas curvas geradas por esses dados (Figura 24). A massa fresca dos frutos verdes não apresentou ajuste significativo e, portanto, seu uso para estimativas não indicaria valores confiáveis. As massas de frutos maduros e total apresentaram ajuste sigmoidal significativo.

Observa-se que nas coletas entre os 47 e 68 DAT a massa de frutos total é formada exclusivamente pela massa de frutos verdes, assim como ocorreu com o número de frutos. Após essa data, a massa de frutos maduros foi aumentando progressivamente, tendo uma participação cada vez maior na massa de frutos total até o final do ciclo. Considerando os frutos verdes aos 124 DAT pode-

se supor que se a colheita fosse continuada por mais tempo, os frutos verdes se desenvolveriam e a produtividade aumentaria. A útima coluna da tabela 45 está apresentada a massa média estimada dos frutos maduros colhidos em cada coleta.

Tabela 65. Massa fresca de frutos verdes, maduros e massa total de frutos por planta de tomate do salada enxertado em cada data de coleta.

DAT	Massa fruto verde (g/planta)		Massa fruto maduro (g/planta)		Massa total de frutos (g/planta)	massa média fruto maduro (g/fruto)
	real	estimado*	real	estimado**		
14	-	-	-	-	-	-
47	126,6	-	-	-	126,6	-
61	870,5	-	-	-	870,5	-
75	3266,0	-	-	-	3266,0	-
90	6890,0	-	447,0	493,9	7383,9	180,5
103	8194,3	-	3093,0	3069,5	11263,8	254,2
117	5085,5	-	10266,5	10281,3	15366,8	244,9
124	2739,0	-	12829,3	12821,1	15560,1	210,2
Média Ponderada						228,1

DAT: Dias após o transplante; *não significativo. **y=14648,6727/(1+exp(-(x-111,5114)/6,4107)) R^2 0,99.

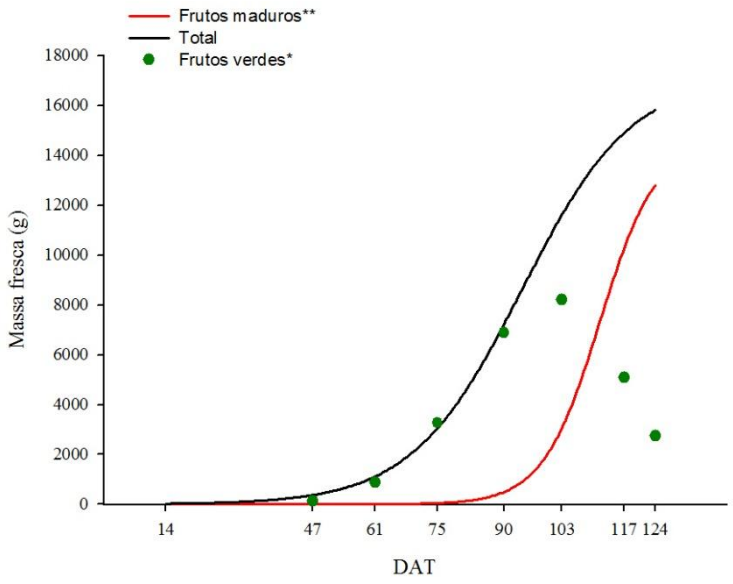


Figura 24. Massa fresca de fruto por planta de tomate do salada enxertado em função das datas de coleta (DAT: dias após o transplante).

*não significativo. ** y=14648,6727/(1+exp(-(x-111,5114)/6,4107)) R^2 0,99.

Considerando-se a máxima colheita de frutos maduros por planta, estimada aos 124 DAT, a produtividade alcançada é de 142,5 t de frutos/ha, considerando uma população de 11.111 plantas por hectare ou o equivalente a 641 caixas (20 kg) por 1000 plantas.

Os frutos que estavam no ponto de colheita, no momento da coleta, e que não apresentavam defeitos foram classificados quanto ao diâmetro transversal nas classes utilizadas comercialmente (Tabelas 66 e 66).

Tabela 66. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	Classe 2 (< 50 mm)			Classe 3 (50-60 mm)			Classe 4 (60-70 mm)			Classe 5 (> 70 mm)			Defeito		
	nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa	
		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	1	74	17	2	373	83	-	-	-
103	-	-	-	1	73	2	2	396	13	9	2518	81	1	107	3
117	1	14	0,1	2	243	2	6	1043	10	33	8815	86	1	152	1
124	1	32	0,2	3	291	2	14	2133	17	44	10256	80	1	118	1

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 67. Número e massa de frutos por planta de tomate em cada classe de comercialização função das datas de coleta.

DAT	1A			2A			3A			Frutos com defeito		
	nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa		nº frutos/pl	Massa	
		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%		(g/pl)	%
47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	1	74	17	2	373	83	-	-	-
103	1	73	2	2	396	13	9	2518	81	1	107	3
117	2	257	3	6	1043	10	33	8815	86	1	152	1
124	4	323	3	14	2133	17	44	10256	80	1	118	1

DAT: Dias após o transplante.

Aos 124 DAT, observou-se a maior porcentagem de frutos com diametro maior que 70 mm, classe 3 A (80%), seguido pelos frutos com 60 a 70 mm de diametro (17%), portanto 97% dos frutos apresentaram diametro maior que 60 mm. A última coluna da tabela 45 apresenta a massa média estimada de frutos maduros colhidas em cada coleta, nota-se aos 103 DAT que a massa média dos frutos chegou a 256,1 g/fruto.

9.2.3 Biomassa seca (Salada enxertado)

Na tabela 68 está apresentada a biomassa seca da planta: parte vegetativa (folha + caule), frutos e total. Observa-se que, inicialmente a biomassa é formada pela parte vegetativa e, a partir dos 47 DAT, surgem os primeiros frutos que passam a integrar a biomassa total até o final do ciclo.

Tabela 68. Biomassa seca real e estimadada parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do salada enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	MMS PV (g)		MMS Fruto (g)		MMS Total estimada (g)
	real	estimado*	real	estimado**	
14	0,7	10,1	-	-	10,1
47	90,5	106,4	8,0	16,7	123,1
61	239,3	221,8	54,7	48,2	270,1
75	350,2	347,6	103,9	129,9	477,5
90	412,5	432,6	358,9	311,9	744,5
103	464,9	465,1	462,0	518,3	983,4
117	465,0	478,6	748,5	689,2	1167,8
124	507,1	481,5	709,2	740,8	1222,3

DAT: Dias após o transplante; *y=485,6594/(1+exp(-(x-63,2140)/12,7618)) R^2=0,99; **y=824,6974/(1+exp(-(x-96,3193)/12,7114)) R^2=0,98.

Na tabela 69 e na figura 25 pode-se observar a contribuição das partes da planta na biomassa seca total ao longo do ciclo e o ganho diário de massa seca por planta de tomate do salada enxertado.

Na primeira coleta de frutos (47 DAT), estes representaram 14 % da biomassa total, já aos 103 DAT, a biomassa de fruto (53%) passou a ser superior à biomassa da parte vegetativa (47%). Aos 124 DAT, quando as plantas de tomate atingiram a máxima biomassa seca, os frutos foram responsáveis por 61% da massa seca total das plantas, indicando plantas mais eficientes na formação de frutos.

Tabela 69. Biomassa seca estimada da parte vegetativa (folhas + caule) e frutos e total de massa de matéria seca por planta de tomate do salada enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	Parte vegetativa		Fruto		Total		g/planta dia
	g/planta	%	(g/planta)	%	(g/planta)	%	
14	10,1	100	-	-	10,1	100	0,3
47	106,4	86	16,7	14	123,1	100	3,4
61	221,8	82	48,2	18	270,1	100	10,5
75	347,6	73	129,9	27	477,5	100	14,8
90	432,6	58	311,9	42	744,5	100	17,8
103	465,1	47	518,3	53	983,4	100	18,4
117	478,6	41	689,2	59	1167,8	100	13,2
124	481,5	39	740,8	61	1222,3	100	7,8

DAT: Dias após o transplante

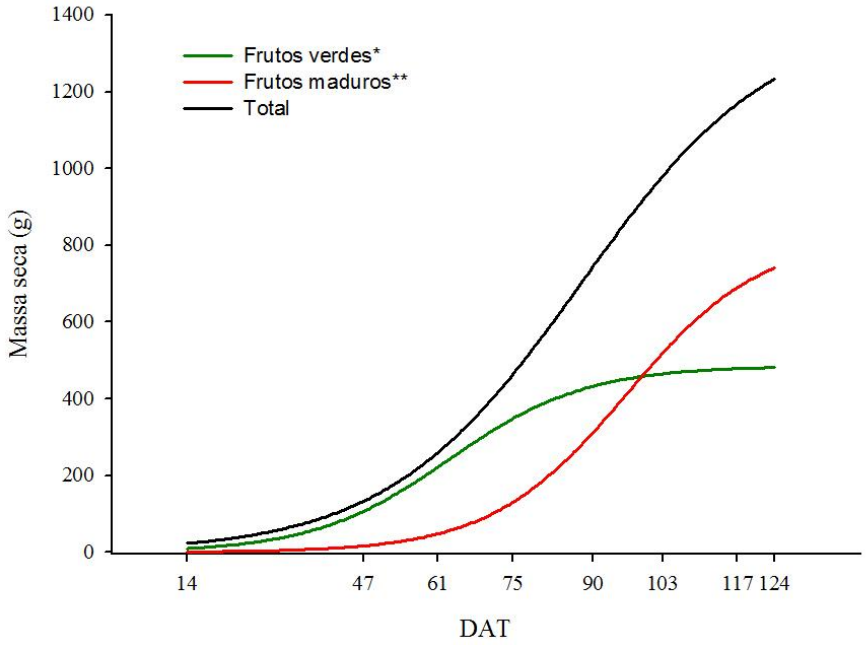


Figura 25. Biomassa seca da parte vegetativa (folha+caule), frutos e total de plantas de tomate do salada enxertado. (DAT: dias após o transplante).
*y=485,6594/(1+exp(-(x-63,2140)/12,7618)) R^2=0,99; **y=824,6974/(1+exp(-(x-96,3193)/12,7114)) R^2=0,98

9.2.4. Concentração de nutrientes (Salada enxertado)

9.2.4.1. Concentração de nutrientes na parte vegetativa das plantas

Na tabela 70 são apresentadas as concentrações de nutrientes na parte vegetativa das plantas de tomate (folhas + caule).

Os teores de macronutrientes na parte vegetativa encontram-se próximos aos valores de referência, usados neste caso como um indicativo.

Observa-se também neste caso uma queda dos teores de N, P e K próximo aos 68 DAT, quando se inicia o desenvolvimento e amadurecimento dos frutos, havendo maior translocação de nutrientes da parte vegetativa para estes.

Os teores de Ca na parte vegetativa aumentaram ao longo do ciclo da cultura, chegando a valores de 38 g kg^{-1} aos 124 DAT.

Para os micronutrientes, os teores médios de B, Fe e Mn estão dentro das faixas consideradas adequadas para a cultura (Cantarella et al. 2022). Já os teores de Cu e Zn estão acima dos valores adequados, o que pode ser devido a resíduos de defensivos agrícolas como já explicado.

Tabela 70. Concentração de nutrientes na parte vegetativa (folha + caule) da planta de tomate salada enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
14	51	6,1	42	11	3,9	11,8	46	280	234	195	136
47	38	7,3	56	21	5,1	13,4	40	106	168	205	163
61	34	6,0	49	26	4,8	16,1	40	82	212	239	172
75	27	4,5	44	24	4,1	14,1	40	146	224	273	175
90	23	3,0	40	25	4,0	13,3	42	154	190	247	178
103	21	3,4	38	27	4,0	11,4	35	186	187	254	195
117	22	3,5	40	34	4,5	13,2	47	223	207	253	184
124	23	3,6	37	38	5,0	12,4	62	177	199	290	203
Média	30	4,7	43	26	4,4	13,2	44	169	202	245	176
Referência	40-60	4-8	30-50	14-40	4-8	3-10	30-100	5-15	100-300	50-250	30-100

DAT: Dias após o transplante

9.2.4.2 Concentração de nutrientes nos frutos (Salada enxertado)

Na tabela 71 estão apresentados os teores dos nutrientes contidos nos frutos das plantas coletadas que apresentaram a seguinte sequencia: K>N>P>Ca>Mg>S>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Tabela 71. Concentração de nutrientes nos frutos da planta de tomate salada enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g kg^{-1} ----------						---------- mg kg^{-1} ----------				
47	34	4,9	47	1	1,6	2,1	13	20	91	21	60
61	25	5,3	36	1	1,5	1,2	8	12	69	19	43
75	33	5,7	60	2	2,6	1,9	20	21	96	39	63
90	23	4,2	42	2	1,8	1,4	11	14	62	23	37
103	25	4,9	46	2	2,0	1,4	13	17	69	28	41
117	19	3,4	38	2	1,5	1,6	8	13	42	18	27
124	20	3,6	37	2	1,5	1,8	11	14	39	20	33
Média	25	4,6	44	2	1,8	1,6	12	16	67	24	43

DAT: Dias após o transplante.

9.2.5. Acúmulo de nutrientes em plantas (Salada enxertado)

Nas tabelas 72 e 73 são apresentadas as quantidades reais de macro e micronutrientes

acumulados respectivamente na parte vegetativa (folha+caule) e nos frutos das plantas de tomate salada ao longo do ciclo. Os valores apresentados representam a quantidade de nutrientes que a planta acumulou, permitindo que atingisse uma determinada produtividade. Na parte vegetativa (folha+caule), os nutrientes foram acumulados na sequência: Ca>K> N>S>Mg>P> Cu>Mn>Zn>Fe>B.

Tabela 72. Quantidade real de nutrientes acumulada na parte vegetativa (folha + caule) de plantasde tomate salada enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,04	0,004	0,03	0,01	0,003	0,01	0,03	0,20	0,17	0,14	0,10
47	3,5	0,7	5,0	1,9	0,5	1,2	3,7	9,6	15,2	18,6	14,7
61	8,0	1,4	11,6	6,2	1,2	3,9	9,6	19,7	50,8	57,2	41,0
75	9,3	1,6	15,5	8,2	1,4	4,9	13,8	51,1	78,3	95,7	61,1
90	9,6	1,2	16,5	10,4	1,7	5,5	17,3	63,3	78,2	102,0	73,3
103	9,9	1,6	17,8	12,3	1,9	5,3	16,0	86,2	86,8	118,1	90,8
117	10,2	1,6	18,4	15,8	2,1	6,1	21,6	103,6	96,1	117,4	85,7
124	11,5	1,8	18,6	19,1	2,5	6,3	31,4	89,8	100,7	147,2	102,7

DAT: Dias após o transplante

Observa-se que a quantidade de nutrientes acumulada nos frutos (Tabela 50) difere da quantidade acumulada na parte vegetativa e ocorreu na seguinte ordem decrescente: K>N>P>Mg>S>Ca>Fe>Zn>Mn>Cu>B.

Tabela 73. Quantidade real de nutrientes acumulada nos frutos de plantasde tomate salada enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
47	0,3	0,04	0,4	0,01	0,01	0,02	0,1	0,2	0,7	0,2	0,5
61	1,4	0,3	2,0	0,1	0,1	0,1	0,5	0,7	3,7	1,0	2,4
75	3,4	0,6	6,2	0,2	0,3	0,2	2,1	2,2	9,9	4,0	6,5
90	8,2	1,5	15,1	0,5	0,6	0,5	4,0	5,1	22,2	8,3	13,4
103	11,5	2,2	21,3	1,1	0,9	0,6	6,0	8,0	31,9	12,8	19,1
117	14,2	2,5	28,6	1,5	1,1	1,2	6,2	9,5	31,6	13,3	20,0
124	14,2	2,5	26,1	1,2	1,1	1,3	7,6	9,6	27,3	14,0	23,4

DAT: Dias após o transplante

Nas tabelas 74 e 75 estão apresentados os valores do acúmulo de nutrientes total real e estimado curvas geradas (Figuras 26 e 27). Ressalta-se que, a partir de sua somatória dos valores apresentados do acúmulo real da parte aérea e dos frutos obtemos dados de acúmulo total real e com base nestes são geradas curvas que permitem estimar o acúmulo total ao longo do ciclo (acúmulo estimado).

Tabela 74. Quantidade real total (folhas+caule+frutos) de nutrientes acumulada nas plantas de tomate salada enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,04	0,004	0,03	0,01	0,003	0,01	0,03	0,2	0,2	0,1	0,1
47	3,7	0,7	5,4	1,9	0,5	1,2	3,8	9,7	15,9	18,7	15,2
61	9,4	1,7	13,6	6,3	1,2	3,9	10,0	20,3	54,5	58,2	43,4
75	12,7	2,2	21,7	8,4	1,7	5,1	15,9	53,3	88,2	99,7	67,6
90	17,8	2,7	31,6	11,0	2,3	6,0	21,4	68,4	100,3	110,3	86,7
103	21,4	3,8	39,0	13,4	2,8	5,9	22,0	94,2	118,7	130,9	109,9
117	24,5	4,1	47,0	17,3	3,2	7,3	27,8	113,1	127,8	130,7	105,7
124	25,7	4,3	44,7	20,4	3,6	7,6	39,1	99,3	128,0	161,2	126,1

DAT: Dias após o transplante

O máximo acúmulo estimado ocorreu aos 124 DAT para todos os nutrientes. O K foi o elemento acumulado em maior quantidade na planta, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. Para os micronutrientes a ordem foi: Mn, Fe, Zn, Cu e B.

Tabela 75. Quantidade estimada total (folhas+caule+frutos) de nutrientes acumulada nas plantas de tomate salada enxertado em função das coletas.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g planta^{-1} ----------						---------- mg planta^{-1} ----------				
14	0,9	0,2	1,0	1,1	0,1	0,2	2,4	1,1	2,1	3,3	2,9
30	2,1	0,4	2,5	1,9	0,3	0,6	3,9	3,2	6,9	9,5	7,7
47	4,6	0,8	6,3	3,3	0,6	1,7	6,3	10,1	22,7	27,0	20,0
61	8,1	1,4	12,4	5,0	1,1	3,3	9,2	23,5	50,0	54,9	39,3
75	12,8	2,2	21,5	7,5	1,6	5,0	13,1	46,6	83,7	89,9	65,3
90	18,1	3,0	32,2	10,9	2,3	6,2	18,7	75,1	109,5	120,1	91,4
103	21,8	3,6	39,7	14,3	2,9	6,8	24,7	93,3	120,0	134,7	106,5
117	24,5	4,1	44,7	17,9	3,3	7,0	31,9	103,8	124,5	142,1	115,3
124	25,4	4,3	46,2	19,6	3,5	7,1	35,6	106,6	125,5	143,9	117,8

DAT: Dias após o transplante;.N: $y= 276,7294/(1+\exp(-(x-77,9741)/ 19,1225))$ $R^2=0,99$; P: $y= 4,7955/(1+\exp(-(x-79,28479,284)/20,9046))$ $R^2=0,99$; K: $y= 49,488/(1+\exp(-(x-79,4264)/16,8905))$ $R^2=0,99$; Ca: $y= 29,127/(1+\exp(-(x-104,0712)/27,5554))$ $R^2=0,98$; Mg: $y= 3,9395/(1+\exp(-(x-82,1724)/ 21,0772))$ $R^2=0,99$; S: $y= 7,1449/(1+\exp(-(x-62,968)/ 13,9808))$ $R^2=0,97$; B: $y= 71,0276/(1+\exp(-(x-123,7600)/ 32,8857))$ $R^2=0,95$; Cu: $y= 111,2006/(1+\exp(-(x-79,6314)/ 14,1414))R^2=0,98$; Fe: $y= 126,9476/(1+\exp(-(x-66,5356)/ 12,7942))$ $R^2=0,99$; Mn: $y= 146,9271/(1+\exp(-(x-68,4327)/ 14,3835))$ $R^2=0,97$; Zn: $y= 122,4697/(1+\exp(-(x-72,8811)/ 15,8525))$ $R^2=0,98$.

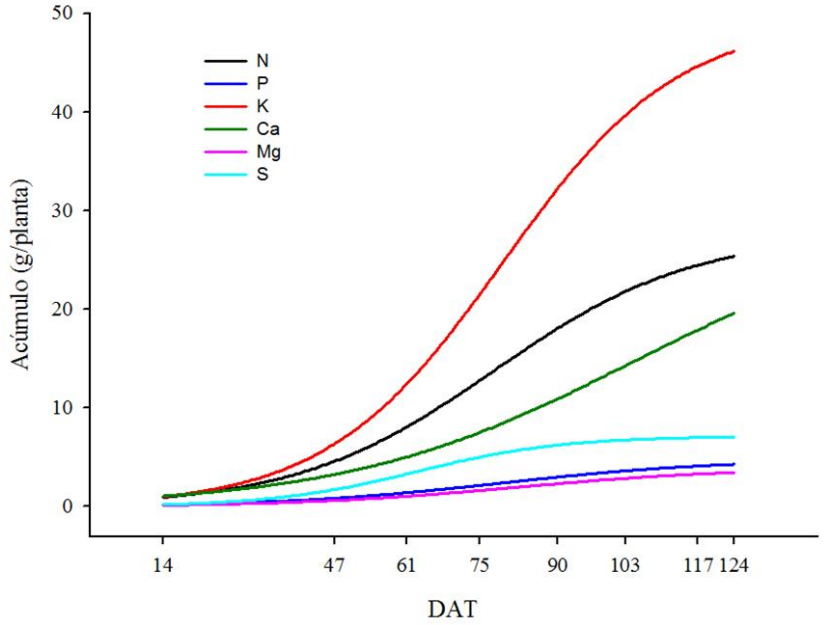


Figura 26. Quantidade total de macronutrientes acumulada por planta (folhas+caule+frutos) do tomate salada enxertado ao longo das coletas. DAT: Dias após o transplante.

N: y= 276,7294/(1+exp(-(x-77,9741)/ 19,1225)) R^2=0,99; P: y= 4,7955/(1+exp(-(x-79,28479,284)/20,9046)) R^2=0,99; K: y= 49,488/(1+exp(-(x-79,4264)/16,8905)) R^2=0,99; Ca: y= 29,127/(1+exp(-(x-104,0712)/27,5554)) R^2=0,98; Mg: y= 3,9395/(1+exp(-(x-82,1724)/ 21,0772)) R^2=0,99; S: y= 7,1449/(1+exp(-(x-62,968)/ 13,9808)) R^2=0,97; B: y= 71,0276/(1+exp(-(x-123,7600)/ 32,8857)) R^2=0,95; Cu: y= 111,2006/(1+exp(-(x-79,6314)/ 14,1414))R^2=0,98; Fe: y= 126,9476/(1+exp(-(x-66,5356)/ 12,7942)) R^2=0,99; Mn: y= 146,9271/(1+exp(-(x-68,4327)/ 14,3835)) R^2=0,97; Zn: y= 122,4697/(1+exp(-(x-72,8811)/ 15,8525)) R^2=0,98.

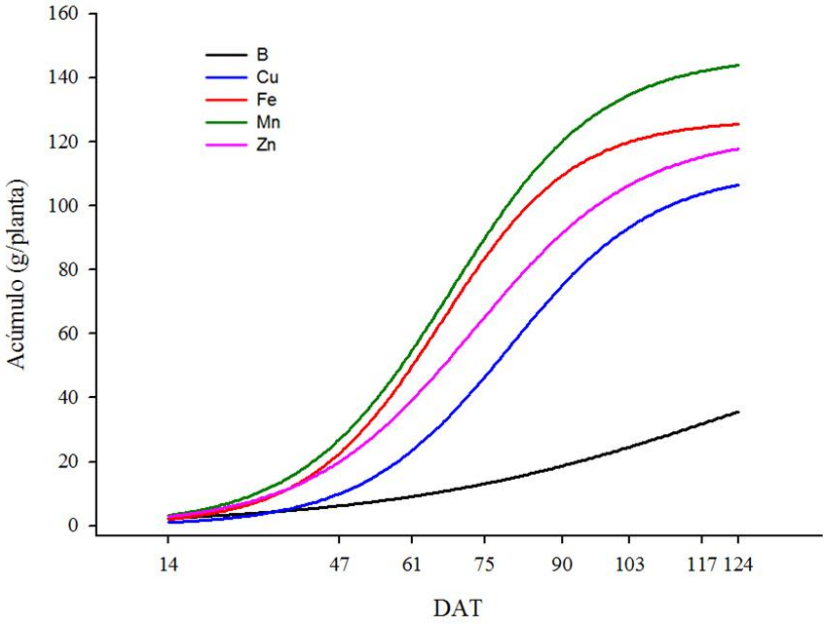


Figura 27. Quantidade total de micronutrientes acumulada por planta (folhas+caule+frutos) do tomate salada enxertado ao longo das coletas. DAT: Dias após o transplante.

B: y= 71,0276/(1+exp(-(x-123,7600)/ 32,8857)) R^2=0,95; Cu: y= 111,2006/(1+exp(-(x-79,6314)/ 14,1414))R^2=0,98; Fe: y= 126,9476/(1+exp(-(x-66,5356)/ 12,7942)) R^2=0,99; Mn: y= 146,9271/(1+exp(-(x-68,4327)/ 14,3835)) R^2=0,97; Zn: y= 122,4697/(1+exp(-(x-72,8811)/ 15,8525)) R^2=0,98.

Na tabela 76 estão apresentados os resultados do acúmulo dos nutrientes estimados transformados em porcentagem. Para todos os nutrientes o máximo de acúmulo foi atingido no período de 117 a 124 DAT.

Tabela 76. Distribuição percentual estimada dos nutrientes acumulados nas plantas de tomate híbridoSalada enxertado em função das épocas de coleta.

DAT	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- % ----------										
0-14	4	5	2	5	4	3	7	1	2	2	2
15-30	8	10	5	9	9	9	11	3	6	7	7
31-47	18	20	14	17	18	25	18	9	18	19	17
48-61	32	33	27	26	30	47	26	22	40	38	33
62-75	50	50	47	38	47	71	37	44	67	63	55
76-90	71	70	70	56	67	88	53	70	87	83	78
91-103	86	85	86	73	83	96	69	88	96	94	90
104-117	96	96	97	91	95	99	89	97	99	99	98
117-124	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

DAT: Dias após o transplante.

9.2.6 Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para fornecer nutrição adequada às plantas ao longo do ciclo (Salada enxertado)

Com base na quantidade de nutrientes acumulada pelas plantas (Tabela 75) foi calculada a distribuição percentual destes ao longo do ciclo da cultura (Tabela 76). Considerando-se esses dados foi proposta uma distribuição percentual dos nutrientes N, P e K ao longo do ciclo da cultura (Tabela 77).

Tabela 77. Proposta de distribuição porcentual dos nutrientes N e K acumulados nas plantas de tomatesalada enxertado em Embjador em função do ciclo da cultura.

Período (DAT)	Distribuição do acúmulo de N e K		Proposta de distribuição	
	% média	% acumulada	%	% acumulada
0-14	3	3	3	3
15-30	4	7	4	7
31-47	9	16	10	17
48-61	14	29	13	30
62-75	19	48	22	52
76-90	22	70	23	75
91-103	15	86	17	92
104-117	11	97	5	97
117-124	3	100	3	100

DAT: Dias após o transplante

A partir dos resultados de acúmulo de nutrientes em cada estádio de desenvolvimento das

plantas de tomate, pode-se, numa primeira aproximação, indicar a adubação que deveria ser aplicada neste material. No entanto, vale lembrar que a quantidade de nutrientes extraída pelas plantas não reflete exatamente o que deve ser aplicado no solo, uma vez que, para cada nutriente,há um fator de eficiência que indica a quantidade do nutriente aplicado que é realmente absorvida pelas plantas.

Na tabela 78 está apresentada a quantidade de nutrientes e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada enxertado ao longo do ciclo.

Esses valores foram convertidos para kg/ha, considerando-se uma população de 11.111 plantas/ha, perfazendo um total de 282 kg de N, 48 kg de P e 513 kg de K por hectare.

Foi então considerado um fator de eficiência de 75% para N, 20% para P e 80% para K, obtendo-se a quantidade de nutrientes a ser aplicada por hectare ao longo do ciclo da cultura: 376 kg de N; 238 kg de P, 642 kg de K.

Tabela 78. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada enxertado ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade diária x EF* (Kg/ha)		
DAT		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
0-14	3	0,8	0,1	1,4	8	1	15	11	7	19	11	16	23	0,4	0,5	0,8
15-30	4	1,0	0,2	1,8	11	2	21	15	10	26	15	22	31	0,9	1,4	1,9
31-47	10	2,5	0,4	4,6	28	5	51	38	24	64	38	55	77	2,2	3,2	4,5
48-61	13	3,3	0,6	6,0	37	6	67	49	31	83	49	71	100	3,5	5,1	7,1
62-75	22	5,6	0,9	10,2	62	10	113	83	52	141	83	120	169	5,9	8,6	12,1
76-90	23	5,8	1,0	10,6	65	11	118	86	55	148	86	126	177	5,8	8,4	11,8
91-103	17	4,3	0,7	7,9	48	8	87	64	41	109	64	93	131	4,9	7,1	10,1
104-117	5	1,3	0,2	2,3	14	2	26	19	12	32	19	27	38	1,3	1,9	2,7
117-124	3	0,8	0,1	1,4	8	1	15	11	7	19	11	16	23	1,6	2,3	3,3
Total	100	25,4	4,3	46,2	282	48	513	376	238	642	376	546	770	-	-	-

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Em seguida foi feita a transformação das quantidades de P em P_2O_5 e K em K_2O, que são as formas de garantia desses nutrientes nos fertilizantes (N, P_2O_5 e K_2O), obtendo-se a quantidade de fertilizantes a ser aplicada por hectare: 376 kg de N, 546 kg de P_2O_5 e 770 kg de K_2O.

Finalmente os valores foram divididos pelo número de dias nos períodos considerados obtendo-se a quantidade diária de fertilizantes a ser aplicada por hectare em cada período.

Esses mesmos dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura, facilitando sua utilização em locais com características climáticas distintas, que possam interferirna duração das fases de desenvolvimento e no ciclo da cultura (Tabela 79).

Tabela 79. Quantidade de N, P, K e fertilizantes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada enxertado ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)			Quantidade x EF* (Kg/ha)		
DAT			N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P_2O_5	K_2O
0 - 47	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	17	4,3	0,7	7,9	48	8	87	64	41	109	64	93	131
48 - 75	Pleno florescimento e frutificação	35	8,9	1,5	16,2	99	17	180	132	83	225	132	191	269
76-90	Enchimento de frutos	23	5,8	1,0	10,6	65	11	118	86	55	148	86	126	177
91-103	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	17	4,3	0,7	7,9	48	8	87	64	41	109	64	93	131
104-117	Início do pico de colheita	5	1,3	0,2	2,3	14	2	26	19	12	32	19	27	38
117-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	3	0,8	0,1	1,4	8	1	15	11	7	19	11	16	23
Total		100	25,4	4,3	46,2	282	48	513	376	238	642	376	546	770

DAT: Dias após o transplante; EF: eficiência: N 75%, P 20% e K 80%.

Para Ca, Mg, S e para os micronutrientes também foi considerada a distribuição percentual média ao longo do ciclo e calculada a quantidade de nutrientes em cada período (Tabela 80) e na tabela 81 os dados são apresentados com base nas fases de desenvolvimento da cultura.

No entanto, não há uma referência quanto à eficiência no aproveitamento desses nutrientes, podendo esta variar em função da fonte utilizada, forma de aplicação e manejo. Os nutrientes Ca, Mg e S são comumente fornecidos como íon acompanhante do fertilizante N P K etambém podem ser fornecidos via calagem (Ca e Mg) e via gessagem (Ca, Mg e S).

Considerando a importância do cálcio para a cultura do tomate e seu comportamento nas plantas, deve-se ter um cuidado constante com seu fornecimento em quantidade adequada e com o fornecimento de água, uma vez que sua absorção está diretamente relacionada a esta, como discutido anteriormente.

Tabela 80. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada enxertado ao longo do ciclo.

Período	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT		Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0-14	3	0,6	0,1	0,2	7	1	2	1,1	3,2	3,8	4,3	3,5	12	36	42	48	39
15-30	4	0,8	0,1	0,3	9	2	3	1,4	4,3	5,0	5,8	4,7	16	47	56	64	52
31-47	10	2,0	0,3	0,7	22	4	8	3,6	10,7	12,6	14,4	11,8	40	118	139	160	131
48-61	13	2,5	0,5	0,9	28	5	10	4,6	13,9	16,3	18,7	15,3	51	154	181	208	170
62-75	22	4,3	0,8	1,6	48	8	17	7,8	23,4	27,6	31,7	25,9	87	261	307	352	288
76-90	23	4,5	0,8	1,6	50	9	18	8,2	24,5	28,9	33,1	27,1	91	272	321	368	301
91-103	17	3,3	0,6	1,2	37	7	13	6,1	18,1	21,3	24,5	20,0	67	201	237	272	222
104-117	5	1,0	0,2	0,4	11	2	4	1,8	5,3	6,3	7,2	5,9	20	59	70	80	65
117-124	3	0,6	0,1	0,2	7	1	2	1,1	3,2	3,8	4,3	3,5	12	36	42	48	39
Total	100	19,6	3,5	7,1	218	38	78	36	107	126	144	118	396	1184	1395	1599	1309

DAT: Dias após o transplante.

Tabela 81. Quantidade de Ca, Mg, S e micronutrientes a serem fornecidos para as plantas de tomate salada enxertado ao longo do ciclo segundo as fases de desenvolvimento da cultura.

Período	Fases de desenvolvimento	Distribuição %	Quantidade (g/planta)			Quantidade (Kg/ha)			Quantidade (mg/planta)					Quantidade (g/ha)				
DAT			Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Zn
0 - 47	Estabelecimento das mudas no campo e inicio do florescimento	17	3,3	0,6	1,2	37	7	13	6,1	18,1	21,3	24,5	20,0	67	201	237	272	222
48 - 75	Pleno florescimento e frutificação	35	6,9	1,2	2,5	76	13	27	12,5	37,3	43,9	50,4	41,2	139	414	488	560	458
76-90	Enchimento de frutos	23	4,5	0,8	1,6	50	9	18	8,2	24,5	28,9	33,1	27,1	91	272	321	368	301
91-103	Primeiros frutos coloridos: pode ser realizada capação (plantas com 15 pencas - 2 hastes)	17	3,3	0,6	1,2	37	7	13	6,1	18,1	21,3	24,5	20,0	67	201	237	272	222
104-117	Início do pico de colheita	5	1,0	0,2	0,4	11	2	4	1,8	5,3	6,3	7,2	5,9	20	59	70	80	65
117-124	Plena colheita: grande quantidade de frutos maduros	3	0,6	0,1	0,2	7	1	2	1,1	3,2	3,8	4,3	3,5	12	36	42	48	39
Total		100	1,6	0,3	0,6	17	3	6	35,6	106,6	125,5	143,9	117,8	396	1184	1395	1599	1309

DAT: Dias após o transplante.

Para os micronutrientes, a quantidade necessária é muito pequena, podendo ser facilmente suprida por aplicações de fertilizantes foliares. No caso do cobre, as pulverizações com defensivos agrícolas que têm esse elemento certamente suprem sua demanda. Além disso, o uso de fertilizantes contendo micronutrientes (por exemplo, os termofosfatos com micronutrientes) na adubação de plantio também pode ser uma forma de disponibilizá-los para asplantas.

Deve-se salientar que a quantidade de nutrientes apresentada se refere ao total que a planta acumulou, ou seja, a quantidade que ela necessita ao longo de todo o ciclo.

Quando há uma contribuição da adubação de plantio, esta deverá ser descontada do total, levando em conta o histórico da área, solo e clima da região, entre outros fatores que podem afetar a disponibilização dos nutrientes aplicados na adubação de base.

A adubação orgânica também deve ser considerada, uma vez que promove o aporte de nutrientes ao solo. Seu uso excessivo pode promover conteúdo de nutrientes no solo maior que o recomendado, podendo gerar crescimento excessivo, principalmente na fase inicial do ciclo.

Portanto, deve-se cuidar para que a quantidade de adubo aplicada no plantio, seja ela orgânica ou inorgânica, não comprometa a quantidade recomendada apresentada neste estudo, evitando-se principalmente os excessos.

10 – Discussão salada

10.1. Altura, número de folhas e cachos

A análise do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de plantas de tomate Salada, conduzidas em pé franco e enxertadas, demonstrou que a enxertia promoveu vantagens agronômicas ao longo do ciclo da cultura.

Com relação ao crescimento vegetativo, as plantas enxertadas apresentaram maior altura em todas as avaliações (47 a 124 DAT), com destaque para um dos tratamentos enxertados, que atingiu 272,1 cm ao final do ciclo. O número de folhas também foi superior nas plantas enxertadas, confirmando o maior desenvolvimento vegetativo. Foi observada uma correlação positiva perfeita ($r = 1$) entre a altura e o número de folhas, indicando que o aumento na estatura vegetal acompanhou o crescimento foliar. Em campo, as plantas enxertadas demonstraram maior vigor, com folhas maiores e estrutura mais robusta.

Esses resultados estão de acordo com estudos de Villas Bôas et al. (2001), que observaram ganhos no crescimento de cucurbitáceas enxertadas, em comparação com plantas conduzidas em pé franco, especialmente sob fertirrigação. Além disso, trabalhos sobre crescimento e acúmulo de nutrientes em porta-enxertos também apontam que a enxertia favorece a absorção de nutrientes e o desenvolvimento da parte aérea (Techio et al., 2006).

No componente reprodutivo, até os 68 DAT foram observados cachos florais em todos os tratamentos, com leve superioridade nas plantas enxertadas nessa fase inicial. Após essa etapa, os cachos florais cessaram, dando lugar aos cachos com frutos visíveis. A frutificação foi semelhante entre os tratamentos, com um dos tratamentos enxertados apresentando o maior número de cachos com frutos na última avaliação (16 aos 124 DAT), sugerindo maior capacidade de sustentação reprodutiva até o final do ciclo. Importa destacar que foram considerados apenas os cachos com frutos visíveis, independentemente do estágio de maturação.

Esse desempenho reprodutivo pode estar relacionado ao maior vigor proporcionado pela enxertia, o que também foi relatado por Marcussi e Villas Bôas (2003), ao associarem o bom desempenho de plantas de pimentão em fertirrigação com o manejo nutricional e o crescimento proporcionado pela maior eficiência fisiológica da planta enxertada.

De forma geral, os resultados evidenciam que a enxertia contribuiu para o maior vigor vegetativo e sustentação da frutificação, reforçando seu potencial como prática para melhorar o desempenho agronômico do tomateiro em comparação ao cultivo em pé franco (Villas Bôas et al., 2001; Techio et al., 2006; Marcussi & Villas Bôas, 2003).

10.2. Produção

A análise dos dados referentes à produção e qualidade dos frutos maduros do híbrido de tomate Salada, conduzido em pé franco e enxertado, revelou diferenças expressivas entre os tratamentos ao longo do ciclo.

O material Salada em pé franco iniciou a produção de frutos maduros mais precocemente, enquanto o tratamento enxertado apresentou frutificação mais tardia, com os primeiros frutos colhidos apenas aos 90 DAT. No entanto, esse atraso foi compensado por uma produção mais concentrada e intensa entre os 90 e 124 DAT, resultando na maior produtividade final entre os tratamentos (10.281,3 g/planta ou 142,5 t/ha), superior à observada no pé franco (118,4 t/ha). Resultados semelhantes foram relatados por Hoyos-Echevarría et al. (2012) e Macedo Júnior et al. (2001), que destacaram o maior rendimento em plantas enxertadas, especialmente em fases mais tardias do ciclo, devido à sua maior capacidade de sustentação fisiológica.

A porcentagem de frutos produzidos até 117 DAT reforça esse comportamento: o tratamento enxertado havia colhido 80% da produção total, enquanto o pé franco já havia alcançado 88%. Isso indica que o material enxertado concentrou a produção em um intervalo mais curto e com menor quantidade de frutos ainda verdes ao final do ciclo (21%, contra 24% no pé franco). Essa maior uniformidade produtiva pode ser vantajosa em cultivos com colheita programada, como já discutido por Villas Bôas et al. (2006) e confirmado por estudos como o de Dash, Guo e Leskovar (2024), que destacam que a enxertia, aliada ao manejo adequado, favorece o escalonamento e a previsibilidade da colheita.

Quanto à qualidade dos frutos, observou-se que o material enxertado apresentou maior massa média por fruto (244,9 g), enquanto o pé franco teve média inferior (214,2 g) e tendência de redução de calibre ao final do ciclo. Essa superioridade pode estar relacionada à maior eficiência no transporte

e absorção de água e nutrientes pelos porta-enxertos mais vigorosos (Techio et al., 2006; Liu et al., 2021). Além disso, Turhan et al. (2011) mostraram que plantas enxertadas frequentemente apresentam maior peso de frutos e melhor rendimento comercial, mesmo quando a qualidade interna (como sólidos solúveis) não varia significativamente.

O tratamento enxertado também se destacou por apresentar maior uniformidade de classificação, predominância de frutos na categoria 3A e baixa incidência de defeitos. Marcussi e Villas Bôas (2003) associaram esse padrão de frutos com maior valor comercial à melhor nutrição e vigor proporcionado pela enxertia, enquanto Pankaj et al. (2024) reforçam que porta-enxertos bem selecionados melhoram o padrão dos frutos mesmo sob estresse hídrico ou nutricional.

Os frutos com defeito foram poucos em ambos os tratamentos e associaram-se principalmente a problemas como fundo preto, sendo, em geral, frutos de menor porte e valor comercial reduzido.

Dessa forma, os dados indicam que a enxertia promoveu não apenas maior produtividade, mas também maior concentração e uniformidade da produção, com frutos de melhor padrão comercial e ciclo possivelmente mais precoce. Esse conjunto de vantagens tem sido amplamente reconhecido por diversos autores, tanto em contextos nacionais quanto internacionais (Villas Bôas et al., 2006; Liu et al., 2021; Dash et al., 2024; Pankaj et al., 2024).

10.3. Biomassa seca

A avaliação da massa seca acumulada evidenciou que o tratamento com enxertia promoveu maior acúmulo de biomassa ao longo do ciclo em comparação ao pé franco. Aos 124 DAT, as plantas enxertadas apresentaram a maior massa seca total (1222,3 g/planta), enquanto o pé franco acumulou 1114,9 g/planta. Esse comportamento reflete o maior desenvolvimento vegetativo nas plantas enxertadas, especialmente nas fases intermediária e final do ciclo, conforme os valores de massa seca da parte aérea registrados (Villas Bôas et al., 2006; Liu et al., 2021).

Aos 75 DAT, a diferença entre os tratamentos já era evidente, com as plantas enxertadas acumulando 347,6 g/planta na parte vegetativa, frente a 222,1 g/planta no pé franco, o que está em consonância com resultados apresentados por Turhan et al. (2011), que demonstraram que a enxertia promove maior vigor vegetativo em tomateiros.

Quanto à massa seca dos frutos, o tratamento com enxertia também se destacou ao final do ciclo (740,8 g/planta), indicando maior acúmulo de matéria seca nos órgãos reprodutivos. A análise da proporção entre a massa seca dos frutos e a massa seca total revelou que as plantas enxertadas destinaram 61% de sua biomassa total à produção de frutos, valor superior ao pé franco (59%). Este resultado sugere maior eficiência fisiológica do enxerto na alocação de assimilados para a frutificação, corroborando com estudos de Techio et al. (2006) e Dash, Guo e Leskovar (2024).

Portanto, os dados apontam que a enxertia contribuiu para maior acúmulo de biomassa e favoreceu a conversão da matéria seca para estruturas reprodutivas, potencialmente resultando em maior produtividade e melhor eficiência de uso de recursos, como enfatizado por Villas Bôas et al. (2006) e Pankaj et al. (2024).

10.4. Concentração de nutrientes

A análise da concentração média de nutrientes na parte vegetativa e nos frutos das plantas de tomate salada revelou diferenças significativas entre os materiais conduzidos em pé franco e os enxertados. Apesar da concentração ser uma medida relativa e influenciada pela massa seca

acumulada, observou-se que as plantas enxertadas apresentaram maiores concentrações de nutrientes essenciais, especialmente potássio (K) e cálcio (Ca), em ambas as partes avaliadas. Esse aumento pode estar associado ao maior desenvolvimento do sistema radicular proporcionado pela enxertia, que favorece a absorção e o transporte desses nutrientes (Villas Bôas et al., 2006; Warschefsky et al., 2016).

No caso do fósforo (P), as concentrações mantiveram-se semelhantes entre os tratamentos, corroborando resultados de estudos anteriores que indicam que a enxertia influencia de forma mais expressiva a absorção de K e Ca do que de P (Kim et al., 2014; Liu et al., 2021).

Esses resultados indicam que a enxertia não apenas promove maior crescimento vegetativo e reprodutivo, como também potencializa a eficiência na absorção e acúmulo de nutrientes, fatores essenciais para a qualidade e produtividade do tomate (Lee et al., 2010; Warschefsky et al., 2016).

10.5. Acúmulo de nutrientes

Os resultados evidenciam que as plantas de tomate enxertadas apresentaram um maior acúmulo de macronutrientes, especialmente nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e enxofre (S) na parte vegetativa (folhas e caule), em comparação com as plantas cultivadas em pé franco. Este incremento no acúmulo de nutrientes está associado a um maior desenvolvimento vegetativo proporcionado pelo sistema enxertado, sugerindo uma maior capacidade de absorção e translocação de nutrientes nas plantas enxertadas (Villas Bôas et al., 2006; Lee et al., 2010).

Adicionalmente, observa-se que os frutos das plantas enxertadas apresentaram maior concentração e acúmulo de elementos essenciais como N, K, Ca, além de micronutrientes como ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn). Este aumento na concentração de nutrientes nos frutos pode estar relacionado a melhorias na qualidade fisiológica e nutricional, refletindo um efeito positivo do enxerto sobre a assimilação e mobilização de nutrientes para os órgãos de interesse comercial (Kim et al., 2014; Liu et al., 2021).

Quanto ao acúmulo total de nutrientes durante o ciclo de cultivo, verificou-se um padrão consistente de maior absorção nos tratamentos enxertados, indicando uma maior eficiência na aquisição e utilização dos nutrientes pelo sistema planta. No entanto, as relações entre alguns macronutrientes, como a razão K:N, mantiveram-se relativamente estáveis entre os tratamentos, sugerindo que o enxerto promoveu uma maior absorção quantitativa sem alterar significativamente o balanceamento nutricional da planta (Warschefsky et al., 2016; Dash, Guo & Leskovar, 2024).

Em síntese, a utilização da enxertia promoveu um aumento substancial na capacidade absorptiva e acumulativa de nutrientes, tanto na parte vegetativa quanto nos frutos, sem comprometer a homeostase nutricional da planta, o que pode contribuir para a melhora do desempenho produtivo e qualidade do fruto no salada(Villas Bôas et al., 2006; Lee et al., 2010).

10.6. Recomendação

A análise dos dados revela que as plantas de tomate salada enxertadas apresentam maior demanda nutricional em comparação às cultivadas em pé franco. Essa maior necessidade de macronutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, está associada ao maior desenvolvimento vegetativo e à produtividade dessas plantas enxertadas (Villas Bôas et al., 2006; Lee et al., 2010).

Entretanto, observa-se que, apesar da maior absorção de nutrientes nas plantas enxertadas, a produtividade obtida corresponde de forma equilibrada a essa maior demanda, sugerindo maior eficiência fisiológica no aproveitamento dos nutrientes pelo sistema enxertado (Kim et al., 2014; Liu et al., 2021).

Esses aspectos evidenciam a necessidade de um manejo nutricional diferenciado para plantas enxertadas, considerando não apenas a quantidade total de nutrientes a ser fornecida, mas também a eficiência de uso do sistema enxertado. A adequação da adubação conforme o tipo de enxerto pode otimizar a produtividade e reduzir desperdícios, contribuindo para a sustentabilidade do sistema produtivo (Warschefsky et al., 2016; Dash, Guo & Leskovar, 2024).

10.7. Conclusão Salada

Os resultados confirmam que a enxertia exerce impacto relevante no desenvolvimento vegetativo, na absorção de nutrientes e na produtividade do tomate híbrido Salada. As plantas enxertadas apresentaram maior massa seca acumulada e maior absorção de macronutrientes, refletindo maior vigor e eficiência fisiológica quando comparadas às plantas cultivadas em pé franco (Villas Bôas et al., 2006; Lee et al., 2010). Além disso, a produtividade superior das plantas enxertadas destaca o potencial agronômico dessa prática para a otimização do rendimento e qualidade dos frutos (Kim et al., 2014; Liu et al., 2021).

Embora diferentes porta-enxertos possam apresentar variações na eficiência do uso de recursos, é essencial que o manejo nutricional seja ajustado para maximizar o desempenho produtivo e evitar desperdícios (Warschefsky et al., 2016; Dash, Guo & Leskovar, 2024). Dessa forma, o uso adequado da enxertia, aliado a estratégias nutricionais específicas, pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e rentabilidade da cultura do tomate.

11. Referências Bibliográficas

ANDRIOLO, J. L., JÄNISCH, D. I., SCHMITT, O. J., CARDOSO, F. L., & ERPEN, L. (2005). Crescimento e absorção de nutrientes por plantas de tomateiro em cultivo protegido. *Ciência Rural*, 35(3), 509-512. https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000300001

DASH, P. K.; GUO, B.; LESKOVAR, D. I. Impact of grafting and planting density on growth, yield and quality of hydroponic tomato grown in Qatar. *Acta Horticulturae*, v. 1391, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2024.1391.XX. Acesso em: 12/09/2025.

DIEL, M. I. et al. Características morfológicas e fisiológicas de híbridos de tomateiro sob diferentes sistemas de condução. *Horticultura Brasileira*, v. 39, n. 2, p. 162-169, 2021.

DIEL, M. I. et al. Relação entre altura e número de folhas em cultivares de tomate. *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 39, n. 2, p. 123-130, 2021.

EMBRAPA. (2021). *Adubos e corretivos para o tomateiro*. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: https://www.embrapa.gov.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/tomate

FERNANDES, A. et al. Efeito do porta-enxerto sobre o crescimento e a frutificação de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 1, p. 76–82, 2013.

FERNANDES, R. C. et al. Efeito da enxertia no crescimento e produtividade do tomateiro em ambiente protegido. *Revista Ceres*, v. 60, n. 5, p. 675–680, 2013.

HOYOS ECHEVARRÍA, P.; ROLLÓN, G.; GÁLVEZ, B. Influence of grafting on the yield and quality of tomato cultivars grown in greenhouse in central Spain. *Acta Horticulturae*, v. 927, 2012.

KIM, H.; LEE, J.; KIM, D. Effects of grafting on nutrient uptake and fruit quality in tomato plants. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, v. 55, n. 1, p. 10-17, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s13580-014-0063-7.

LEE, J. M. et al. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*, v. 127, n. 2, p. 93-105, 2010. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.08.003.

LEONEL, S. et al. Crescimento vegetativo e produtividade do tomateiro cultivado com e sem enxertia. *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 29, n. 2, p. 305–310, 2011.

LEONEL, S. et al. Enxertia como técnica para melhorar o vigor vegetativo e a resistência de plantas. *Revista Brasileira de Horticultura*, v. 29, n. 4, p. 310–318, 2011.

LIU, W.; LIU, M.; XING, J. How grafting affects the quality of tomato fruits. *Acta Horticulturae*, v. 1302, p. 89-94, 2021. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1302.12.

MACEDO JÚNIOR, E. K. et al. Produção de pepino (Cucumis sativus L.), enxertado e não enxertado, submetido à adubação convencional em cobertura e via fertirrigação, em cultivo protegido. *Irriga*, v. 6, n. 2, p. 54-61, 2001.

MARCUSSI, F. F. N.; VILLAS BÔAS, R. L. Teores de micronutrientes no desenvolvimento da planta de pimentão sob fertirrigação. *Irriga*, v. 8, n. 2, p. 120-131, 2003.

OLIVEIRA, A. B. et al. Considerações sobre a produtividade em função da maturação dos frutos. *Revista Ciência Agronômica*, v. 50, n. 3, p. 425–434, 2019.

OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e produção de frutos em diferentes combinações de enxertia em tomateiro. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 4, p. 934–942, 2019.

OLIVEIRA, R. L. et al. Influência da enxertia no desenvolvimento e produtividade do tomateiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 54, n. 5, p. 431–439, 2019.

OZTEKIN, G. B. et al. Effects of grafting on tomato plants grown under different nitrogen levels. *Scientia Horticulturae*, v. 123, n. 2, p. 148–152, 2009.

OZTEKIN, G. B. et al. Grafting effects on growth and yield of greenhouse tomato. *Acta Horticulturae*, v. 807, p. 583–588, 2009.

PANKAJ, P.; NIRALA, Y. S.; SINHA, S. Studies on tomato grafting and their effect on performance with different rootstocks. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, Special Issue 11, 2024.

PERIN, G. F., VIEIRA, L. C., & SANTI, A. (2020). Ecophysiology of production in grafted and non-grafted tomato plants grown in substrate. *Horticultura Brasileira*, 38(1), 70–76. https://doi.org/10.1590/S0102-053620200109

POZZAN, M. S. VIAL. (2024). *Crescimento, produção e extração de nutrientes pelo tomateiro enxertado e pé-franco em sistema semi-hidropônico*. Universidade Estadual de Londrina – UEL. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UEL_2db004f2465a5831a900f4f1368d068d

SALA, F. C. et al. Desenvolvimento de plantas de tomateiro enxertadas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 21, n. 6, p. 378–384, 2017.

SALA, F. C. et al. Enxertia de tomateiro visando aumento de produtividade e tolerância a doenças. *Bragantia*, v. 76, n. 3, p. 311–316, 2017.

SILVA, E. C. A., MESQUITA, G. L., & MELO, R. H. (2019). Enxertia de tomateiros: avaliação da produção e qualidade de frutos em diferentes combinações de porta-enxertos. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(4), 38-45. https://doi.org/10.32404/rean.v6i4.3040

SILVA, L. M. R. et al. Desenvolvimento vegetativo de plantas de tomate submetidas à enxertia. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 3, p. 152–160, 2020.

SILVA, P. M. et al. Atividade fotossintética e desempenho de plantas de tomateiro enxertadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 55, n. 7, p. 1–9, 2020.

SOARES, A. M. et al. Estimativa da produtividade real de frutos em função do grau de maturação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 40, n. 2, p. 1–8, 2018.

SOARES, C. M. S. et al. Estimativa de produtividade de tomate industrial com base em características vegetativas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 407–412, 2018.

SOARES, F. A. et al. Considerações sobre a maturação e produtividade em cultivares de tomate. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 42, e0170226, 2018.

TECHIO, M. A. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes no porta-enxerto citrumelo ‘Swingle’, cultivado em substrato. *Bioscience Journal*, v. 22, n. 1, 2006.

TURHAN, A. et al. Effects of grafting on different rootstocks on tomato fruit yield and quality. *Horticultural Science*, v. 38, n. 4, p. 142-149, 2011.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. (2018). Recomendação técnica para adubação em hortaliças. In: *Boletim Técnico do IAC*. Instituto Agronômico de Campinas.

VILLAS BOAS, R. L. Fisiologia do tomateiro: aspectos nutricionais e manejo. Viçosa: Editora UFV, 2015.

VILLAS BÔAS, R. L., SARRUGE, J. R., & MATTOS JR., D. (2012). Eficiência da adubação fosfatada em tomateiros sob diferentes fontes e doses de fósforo. *Irriga*, 17(1), 139–154. https://doi.org/10.15809/irriga.2012v1n1p139-154

VILLAS BÔAS, R. L.; ALMEIDA, E. P.; VIEIRA, F. C. B. Nutrição e fisiologia de plantas enxertadas: respostas agronômicas em ambientes protegidos. Anais do Congresso Brasileiro de Olericultura, 46, 123-128, 2006.

WARSCHESFSKY, E. J. et al. Rootstocks: Diversity, domestication, and impacts on shoot phenotypes. *Trends in Plant Science*, v. 21, n. 5, p. 418-437, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.02.013.