

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**FELIPE MORELLI DA SILVA**

**ACÚMULO DE NUTRIENTES DO HÍBRIDO DE TOMATE COMPACT**

**Uberlândia – MG  
Fevereiro – 2014**

**FELIPE MORELLI DA SILVA**

**ACÚMULO DE NUTRIENTES DO HÍBRIDO DE TOMATE COMPACT**

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

Orientador: José Magno Queiroz Luz

**Uberlândia – MG  
Fevereiro – 2014**

**FELIPE MORELLI DA SILVA**

**ACÚMULO DE NUTRIENTES DO HÍBRIDO DE TOMATE COMPACK**

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

Aprovado pela Banca Examinadora em 04 de fevereiro de 2014

Eng. Agr. Paulo Gonçalves Rabelo

Membro da Banca

M<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Roberta Camargos de  
Oliveira

Membro da Banca

---

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz  
Orientador

## RESUMO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) esta entre as dez hortaliças mais cultivadas no Brasil. Apresenta importante relevância alimentar, além de fornecer carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais, possui substâncias capazes de combater radicais livres. Em função do elevado potencial produtivo, a cultura apresenta alta extração de nutrientes, portanto, para que o tomateiro possa obter maiores produtividades, é de fundamental importância o conhecimento do seu estado nutricional assim como sua exigência por cada elemento em todos os estádios do seu desenvolvimento. Assim, objetivou-se obter a curva de absorção de nutrientes pela planta de tomate durante todo seu ciclo de desenvolvimento. O experimento foi conduzido no município de Cascalho Rico-MG, no período de março a agosto de 2013. O delineamento experimental Utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, utilizando o híbrido Monsanto Compact. Foram avaliados os seguintes parâmetros: altura da maior haste (cm), massa fresca total, massa fresca de folhas, massa fresca de hastes, massa fresca de frutos, e número de frutos. Como também os teores de macro e micronutrientes em folhas, hastes e fruto. Ao fim do trabalho pode-se apresentar o quadro com a ordem decrescente de absorção de macronutrientes em folhas, hastes e frutos, para cultivar compact, sendo, respectivamente: K > Ca > N > Mg > P > S. Já os micronutrientes em folhas, hastes e frutos, Fe > Cu > Mn > Zn > B, respectivamente.

**Palavras chave:** *Solanum lycopersicum*, Absorption curve, híbrido Compact.

## ABSTRACT

Tomato ( *Solanum lycopersicum* ) is one of the most grown vegetables in Brazil. It shows important feed relevance, apart from providing carbohydrates, proteins, vitamins and minerals, it has substances that can reduce free radicals. Due to its high yield potential, the crop has high nutrient uptake, so in order to achieve higher yields, the knowledge of their nutritional status as well as its requirement for each element at all development stages is fundamental. Thus, the objective was to get the nutrient uptake curve by the tomato plant throughout its development cycle. The assay was conducted in Cascalho Rico- MG, from March to August, 2013. The experimental design was in randomized blocks with four replicates using the Monsanto Compact tomato hybrid. The following parameters were evaluated: greater stem height (cm), total fresh weight, fresh leaves weight, fresh stem weight, fresh fruit weight and number of fruits. As well as the macro and micronutrients levels in leaves, stems and fruits. The final result was the following importance series in a decreasing absorption order of macronutrients in leaves, stems and fruit for the Monsanto Compact hybrid:  $K > Ca > N > Mg > P > S$ . The importance order of micronutrients in leaves, stems and fruits was  $Fe > Cu > Mn > Zn > B$ .

**keywords:** *Solanum lycopersicum*, Absorption curve, hybrid Compact.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Valores de absorção de macronutrientes, em kg/ha, encontrados por cada autor segundo cultivar ou híbrido de tomate.....	10
<b>Tabela 2</b> - Valores de absorção de micronutrientes, em g/ha, encontrados por cada autor segundo cultivar ou híbrido de tomate.....	11
<b>Tabela 3</b> - Concentração de nutriente na parte aérea (folha + caule) da planta de tomate Compack em função das coletas.....	13
<b>Tabela 4</b> - Concentração de nutrientes no fruto da planta de tomate Compack em função das coletas.....	14
<b>Tabela 5</b> - Concentração de nutrientes da 4ª folha da planta de tomate Compack em função das coletas.....	15
<b>Tabela 6</b> - Massa seca da planta de tomate Compack, em gramas por planta, em função das coletas.....	16
<b>Tabela 7</b> - Quantidade de nutrientes na parte aérea (folha + caule) da planta de tomate Compack, em gramas por planta, em função das coletas.....	17
<b>Tabela 8</b> - Quantidade de nutrientes nos frutos da planta de tomate Compack, em gramas por planta, em função das coletas.....	18
<b>Tabela 9</b> - Quantidade total de nutrientes extraído pela planta de tomate Compack (exceto raízes), em função das coletas.....	19
<b>Tabela 10</b> - Distribuição porcentual dos nutrientes acumulados na planta de tomate Compack, em função das coletas.....	20
<b>Tabela 11</b> - Sugestão para distribuição porcentual dos nutrientes acumulados na planta de tomate Compack, em função do ciclo da cultura.....	20
<b>Tabela 12</b> - Porcentagem de distribuição dos nutrientes entre os órgãos da planta de tomate Compack (112 DAT).....	21
<b>Tabela 13</b> - Massa de frutos de tomate Compack.....	21
<b>Tabela 14</b> - Altura e diâmetro de plantas de tomate Compack em função das épocas de amostragem.....	22
<b>Tabela 15</b> - Quantidade de nutriente acumulada na planta de tomate Compack.....	23

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Peso de massa seca (folhas + caule, frutos), em gramas por planta, em diferentes estádios.....	16
<b>Figura 2 -</b>	Peso de massa seca (folhas + caule, frutos), em Porcentagem, em diferentes estádios.....	17
<b>Figura 3 -</b>	Concentração de macronutrientes na planta de tomate Compact.....	24
<b>Figura 4 -</b>	Concentração de micronutrientes na planta de tomate Compact.....	24
<b>Figura 5 -</b>	Distribuição dos macronutrientes na planta de tomate Compact a cada 14 dias.....	25
<b>Figura 6 -</b>	Distribuição dos macronutrientes na planta de tomate Compact a cada 14 dias.....	25

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
3.1 Características da área experimental.....	11
3.2 Delineamento experimental.....	11
3.3 Parâmetros avaliados para a planta de tomate.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
4.1 Concentração de nutrientes na planta de tomate Compact.....	12
4.1.2 Concentração de nutrientes no fruto da planta de tomate Compact.....	13
4.1.3 Biomassa seca da planta de tomate Compact.....	15
4.1.4 Quantidade de nutrientes no fruto da planta de tomate Compact.....	18
4.1.5 Quantidade total de nutrientes na planta de tomate Compact.....	18
4.1.6 Produção de frutos por planta.....	21
4.2 Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para suprir às necessidades das plantas ao longo do ciclo.....	22
5. CONCLUSÕES.....	23
ANEXOS.....	24
BIBLIOGRAFIA.....	26



## 1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) está entre as dez hortaliças mais cultivadas no Brasil, a qual possivelmente foi disseminada no país, pelos imigrantes europeus (Prado et al, 2011). O fruto apresenta importância nutricional sendo uma importante fonte de carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais (Gondim, 2009).

Segundo dados de acompanhamento de safra, feito pelo IBGE (2013), a produção de tomate, na safra de 2012, foi estimada em 3.647.977 toneladas, em uma área plantada de 55.675 hectares e com uma produtividade média de 65.621 quilos por hectare. O tomate vem se consolidando como a hortaliça mais produzida no país, superando a produção de batata inglesa nos últimos cinco anos, incluso no ano de 2012, onde, devido a fatores climáticos, a produção de tomate reduziu em 11% em comparação à safra de 2011 (IBGE, 2013).

Dentre os estados brasileiros de maior produção de tomate destaca-se o estado de Goiás em primeiro lugar, com 33, 73% de toda a produção brasileira de tomate, seguido por, São Paulo, Minas Gerais e Paraná (AGRIANUAL, 2012).

No entanto, para que o tomateiro possa obter maiores produtividades, é de fundamental importância se ater às suas exigências nutricionais. E um dos fatores indispensáveis para isso é o conhecimento de sua curva de absorção. No entanto, esse fator vem sendo pouco estudado. Uma prova disso são os trabalhos disponíveis sobre curva de absorção em tomateiro, os quais foram realizados já a algumas décadas atrás, com cultivares em desuso atualmente e em solos hoje não indicados para o plantio de tomate, com são os trabalhos clássicos de Gargantini e Blanco (1963) e Haag (1978).

A medida que a produção de tomate evolui, é relevante promover estudos sobre sua curva de absorção de nutrientes, uma vez que, os dados disponíveis quanto ao assunto datam de um tempo onde a produtividade do tomateiro era a metade daquela alcançada atualmente (ANTI, 2004, citado por LUCENA., 2011).

Uma utilidade, do ponto de vista agrônomo, em se analisar o crescimento e o acúmulo de nutrientes, é que, pode-se comparar o comportamento do vegetal estudado em diferentes condições ambientais. Assim, conhecendo o acúmulo de nutrientes, torna-se viável avaliar o crescimento da planta e auxiliar em sua adubação (FELTRIM et al., 2008)

FERNANDES (2011) também destaca a importância de se determinar a quantidade de nutrientes absorvidos pela planta durante ciclo de desenvolvimento da mesma. Isso para que se possa estabelecer quando cada elemento foi exigido em maiores quantidades e, finalmente, quais seriam as quantidades corretas em que os mesmos deveriam ser administrado

à cultura. E ainda ressalta a falta desse tipo de informação para as principais culturas brasileiras.

Outro ponto que pode vir a melhorar com as pesquisas acerca da adsorção e exportação de nutrientes é a racionalização com que os fertilizantes forem empregados. Normalmente são empregadas altas doses, pois, muitos produtores negligenciam as recomendações técnicas de adubação para a cultura e adubam muitas vezes sem ao menos realizar análise química do solo (NAVA et al., 2007).

A construção de uma curva de absorção de nutrientes para a cultura do tomateiro também irá racionalizar a aplicação de fertilizantes no solo, a partir do momento em que sua aplicação seguir as exigências nutricionais da planta em cada etapa de seu desenvolvimento. O que minimiza danos ambientais provocados pelo excesso de fertilizante aplicado ao solo e economia com mão de obra. Tornando assim a produção de tomates mais competitiva.

Muitas cultivares de tomate apresentam baixa eficiência na hora de absorver os nutrientes presentes no solo. Alguns trabalhos tem mostrado que altas doses de fertilizante aplicados na cultura contrastam com a relativamente baixa exportação de nutrientes pela cultura (Embrapa, 1994).

Objetivou-se, portanto, avaliar a capacidade de absorção de macro e micronutrientes em cada etapa de desenvolvimento de plantas de tomateiro, cultivar Compact.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Muitas das hortaliças cultivada hoje no Brasil são altamente exigentes em nutrientes, em um período de tempo quase sempre muito curto, e essa exigência tende a aumentar a medida que essas plantas são melhoradas. E o tomate, dentro das hortaliças, esta entre as que exigem mais em nutrientes e portanto se caracteriza como uma cultura intensamente adubada (Alvarenga., 2000).

No entanto, alguns dados quanto à absorção de macro e micronutrientes pelo tomateiro, foram observados até hoje, os quais Podem ser observados nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Valores de absorção de macronutrientes, em kg ha<sup>-1</sup>, encontrados por cada autor segundo cultivar ou híbrido de tomate.

Autor	Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S
		kg ha <sup>-1</sup>					
Gargantini & Blanco (1963)	Santa Cruz 1639 grupo Santa Cruz*	94	21	185	31	9	28
Fernandes et al (1975)	Cruz*	67	5	101	24	18	5
Haag et al (1978)	Cultivar RomaVF cultivar Santa Cruz	67,8	8,9	112,2	7,7	6	3,1
Fayad (2002)	Clara	206	32	360	202	29	49
Fayad (2002)	híbrido EF-50**	211	30	264	195	40	49
Bôas et al (2002)	híbrido Thomas	249	29	372	227	45	59
Díaz et al (2008)	híbrido HA 3019	226	34,5	431,8	116,4	33,5	----

\* Mistura de sementes da cultivar Santa Cruz

\*\* Cultivo protegido

De modo geral, numericamente, a disposição decrescente de absorção de macronutrientes, encontrada pelos diferentes autores para a cultura de tomate, é a seguinte: K > N > Ca > S > Mg > P. Onde o K e o N representam os nutrientes exigidos em maiores quantidades pelo tomateiro. No entanto, Bôas et al. (2002) destaca que estas quantidades são variáveis de acordo com a produtividade e a variedade utilizada. Isso pode explicar o aumento expressivo da absorção, tanto de macro quanto de micronutrientes, pelos cultivares mais recentes quando comparados aos cultivares mais antigos e menos produtivos.

Oliveira et al (2009) observam que, de forma geral, as linhagens respondem de forma diferente ao aumento da adubação, devido à caracteres genéricos contrastantes, ponto chave a ser trabalhado no melhoramento.

**Tabela 2.** Valores de absorção de micronutrientes, em g/ha, encontrados por cada autor segundo cultivar ou híbrido de tomate.

Autor	Cultivar	B	Cu	g ha <sup>-1</sup>		
				Fe	Mn	Zn
Fernandes et al (1975)	grupo Santa Cruz*	86	37	1353	393	119
Haag et al (1978)	Cultivar RomaVF	93	45	547	163	321
Rodrigues et al (2002)	cultivar Lúcia**	274	826	1694	1702	1133
Fayad (2002)	cultivar Santa Clara	---	3415	1967	2173	500
Fayad (2002)	híbrido EF-50**	---	700	2100	3200	---
Bôas et al (2002)	híbrido Thomas	300	3500	2600	3000	1000

\* Mistura de sementes da cultivar Santa Cruz

\*\* Cultivo protegido

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Características da área experimental

O experimento foi conduzido no município de Cascalho Rico-MG em área da empresa Trebeschi Tomates, no período de março a agosto de 2013. A adubação, os tratamentos culturais e o controle fitossanitário foram de acordo com as práticas empregadas em lavoura comercial. Os produtos, registrados para a cultura e em dose recomendada, foram aplicados após constatado o nível de controle, mediante análise do nível populacional e/ou área lesionada pelo agente biótico. Considerados os tratamentos comumente utilizados na cultura do tomateiro, o espaçamento utilizado entre linhas foi de 1,8m, entre plantas de 0,5m, perfazendo 11.111,11 plantas de tomate por hectare.

#### 3.2 Delineamento experimental

A variedade analisada foi o híbrido Compack. O delineamento do experimento foi em blocos casualizados com quatro repetições. Cada tratamento correspondeu a uma época de amostragem, realizada em intervalos de 14 dias a partir do transplante, totalizando 8 tratamentos. Foram colhidas aleatoriamente duas plantas por repetição.

O bloco foi constituído por quatro fileiras de linhas duplas, sendo as duas linhas centrais consideradas parcela útil. Cada bloco fora constituído de 42 plantas por fileira de

linha dupla. As duas plantas das extremidades das fileiras centrais foram consideradas bordaduras.

### **3.3 Parâmetros avaliados para a planta de tomate**

As plantas amostradas em cada época (tratamento) e em cada repetição foram cortadas Na região de transição entre a raiz e o caule (colete) e encaminhadas ao laboratório de Fitotecnia da UFU, no qual realizou-se as avaliações dos parâmetros biológicos indicativos do desenvolvimento das plantas: altura da maior haste (cm), massa fresca total, massa fresca de folhas, massa fresca de hastes, massa fresca de frutos, e número de frutos. A pesagem foi feita em gramas, com auxílio de balança analítica.

Após obtenção da massa fresca, fora colocada uma amostra com aproximadamente 300g de cada repetição para cada órgão da planta em estufa, com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C para determinação de massa seca, e outra parte do material encaminhado ao Laboratório “Safrar Agrícola”, Uberlândia-MG, para determinação dos teores de macronutrientes e micronutrientes nos órgãos das plantas (folha, hastes e fruto).

a partir dos valores obtidos calculou-se o acúmulo de massa seca em várias fases de crescimento; teores e absorção de nutrientes em função da idade da planta e do seu peso seco; número, peso médio e produção total de frutos por planta.

Calculou-se também o quanto a planta incorporou de biomassa por dia dentro de cada intervalo de coleta. Para isso dividimos a diferença do peso da biomassa de massa seca obtida a cada intervalo de amostragem pelo número de dias entre amostragens.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Concentração de nutrientes na planta de tomate Compact**

Na Tabela 3 são exibidas as concentrações de nutrientes na parte vegetativa da planta de tomate Compact (Folha + Caule). Para os macronutrientes, os teores de N e S na folha + caule encontram-se dentro dos valores considerados adequados para a planta de tomate e, portanto, dentro dos teores de referência. No entanto P, K, Ca e Mg encontram-se acima dos valores de referência presentes no boletim 100.

Já para os micronutrientes apenas os teores de Mn Situar-se no intervalo relacionado como referência para a cultura. O padrão considerado na referência, refere-se às

quarta folha a partir do ápice da planta (raij el al. 1996). No entanto, pode-se observar no presente estudo que a junção de folhas com as hastes promoveu a redução na concentração, possivelmente explicado pelo efeito de diluição dos nutrientes que estariam em maior concentração nas folhas.

A queda mais acentuada no teor de N nas folhas + caule ocorreu a partir dos 84 dias, sinaliza o momento de maior demanda de nutrientes para drenos importantes, como os frutos. A partir dos 56 DAT (dias após transplântio) observou-se redução nos teores de P na parte aérea, o que justificaria a aplicação do nutriente P.

Teores elevados de Cu foram observados no trabalho, possivelmente devido à aplicação foliar de fungicidas protetores.

**Tabela 3:** Concentração de nutriente na parte aérea (folha + caule) da planta de tomate Compack em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
14	72	27	92	44	13	5	148	98	1111	147	191
28	61	33	90	53	16	5	107	85	1539	94	169
42	62	31	102	35	18	3	185	47	769	74	173
56	51	19	88	52	13	7	140	124	714	175	146
70	37	10	88	44	10	2	86	165	545	262	210
84	42	10	76	61	11	14	114	370	875	333	231
98	36	5	85	79	15	10	121	283	927	283	177
112	38	6	88	68	14	3	98	449	1370	305	238
Média	50	18	88	54	14	6	125	203	981	209	192
Mínimo	30	4	30	14	4	3	50	10	500	250	60
Máximo	60	8	50	18	8	10	70	15	700	400	70

\*Dias após transplântio

#### 4.1.2 Concentração de nutrientes no fruto da planta de tomate Compack

Na Tabela 4 encontram-se os teores dos nutrientes presentes nos frutos do tomate Compack. A concentração dos nutrientes se manteve em torno de um valor médio, não havendo grandes variações ao longo do ciclo. A maior concentração no fruto de tomate

ocorreu para o K, seguido de  $N > P > Ca > Mg = S$ . Para os micronutrientes a concentração de nutrientes seguiu a seguinte ordem:  $Fe > Zn > B > Mn > Cu$ .

**Tabela 4:** Concentração de nutrientes no fruto da planta de tomate Compack em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>						mg kg <sup>-1</sup>				
42	28	20	54	1,5	0,9	0,4	59	20	303	16	68
56	22	14	61	4,3	2,2	3,3	28	16	223	13	47
70	18	9	51	3,5	2,0	2,2	18	14	160	17	38
84	27	11	47	2,8	2,2	2,9	16	20	137	16	31
98	25	8	49	8,3	2,6	2,0	27	16	167	23	27
112	28	6	51	3,4	2,9	1,2	13	11	190	15	23
Média	25	11	52	4	2	2	27	16	196	17	39

\* Dias após transplântio

Na tabela 5 são expostos os resultados de concentração de nutrientes da 4<sup>o</sup> folha da planta, ou folha de referência. Esta é a que melhor representa o estado nutricional da planta, e portanto é considerada como a folha diagnóstica (Raij et al. 1996). É uma folha já fotossinteticamente ativa e recém. Há uma época específica para a coleta desta folha, o que ocorre logo após o florescimento, onde as folhas acumulam boa parte dos nutrientes.

Após o florescimento, o fruto passa a ser o principal dreno da planta, portanto a folha deixa de ser referência em teores de macro e micronutrientes, uma vez que parte dos nutrientes são carregados para compor o fruto.

com exceção do Ca, todos os macronutrientes estão dentro dos valores considerados adequados pelo boletim 100 (Raij et al. 1996). Já os micronutrientes Fe e Mn encontraram-se em níveis baixos, B em nível adequado e Cu e Zn em excesso.

**Tabela 5:** Concentração de nutrientes da 4ª folha da planta de tomate Compack em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g kg <sup>-1</sup> -----						-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
70	25	5	37	20	4	2	50	70	199	147	112
84	29	5	33	28	3	7	72	148	278	162	74
Média	27	5	35	24	4	5	61	109	239	154	93
Mínimo	30	4	30	14	4	3	50	10	500	250	60
Máximo	60	8	50	18	8	10	70	15	700	400	70

\* Dias após transplântio

#### 4.1.3 Biomassa seca da planta de tomate Compack

Na Tabela 6 encontram-se a biomassa seca da planta de tomate Compack (folha + caule e fruto). Notou-se que inicialmente (até 28 DAT) a biomassa é formada apenas por parte vegetativa e raiz, até que aos 42 DAT surgem os primeiros frutos. Observou-se também que a biomassa de frutos supera à biomassa de caule + folhas aos 84 DAT. A partir do qual os frutos foram os frutos são responsáveis por 58% da massa seca e as folhas + caule 42%.

Devido à dificuldade em se retirar as raízes de tomate do solo, bem como posteriormente realizar a lavagem desse material para análise, e levando-se em conta a baixa contribuição da raiz para compor a biomassa total da planta, pode-se dispensar esse tipo de análise, sem prejuízos aos efeitos negativos aos resultados do trabalho.

Aos 98 DAT os tratamentos atingiram a máxima biomassa seca, sendo que para a as coletas seguintes (112 DAT) houve uma redução de massa, possivelmente devido à queda de folhas e frutos e desbaste de folhas. Este efeito de diminuição de massa na colheita posterior aos 98 DAT, pois irão refletir diretamente na quantidade de nutrientes que a planta acumulou ao longo do ciclo. A máxima biomassa seca obtida no tomate Compack foi de 844g por planta aos 98 DAT.

Do transplântio da muda até a 1ª coleta o ganho diário de massa (durante 14 dias) foi de 1,9g, para os demais intervalos (14-28; 28-42; 45-56 e 56-70) os ganhos diários foram de 4,86; 2,92; 9,60; 9,35; -2,90; -4,14 e 5,28 gramas dia<sup>-1</sup>. Nos intervalos seguintes (70-84; 84-98 e 98-112) houve diminuição de massa seca. Para os intervalos 70-84 e 84-98 a incorporação diária de biomassa pela planta foi negativa (o que significa que a massa diminuiu em relação à anterior) o que é justificado pela queda de frutos e desbaste de folhas. A máxima incorporação



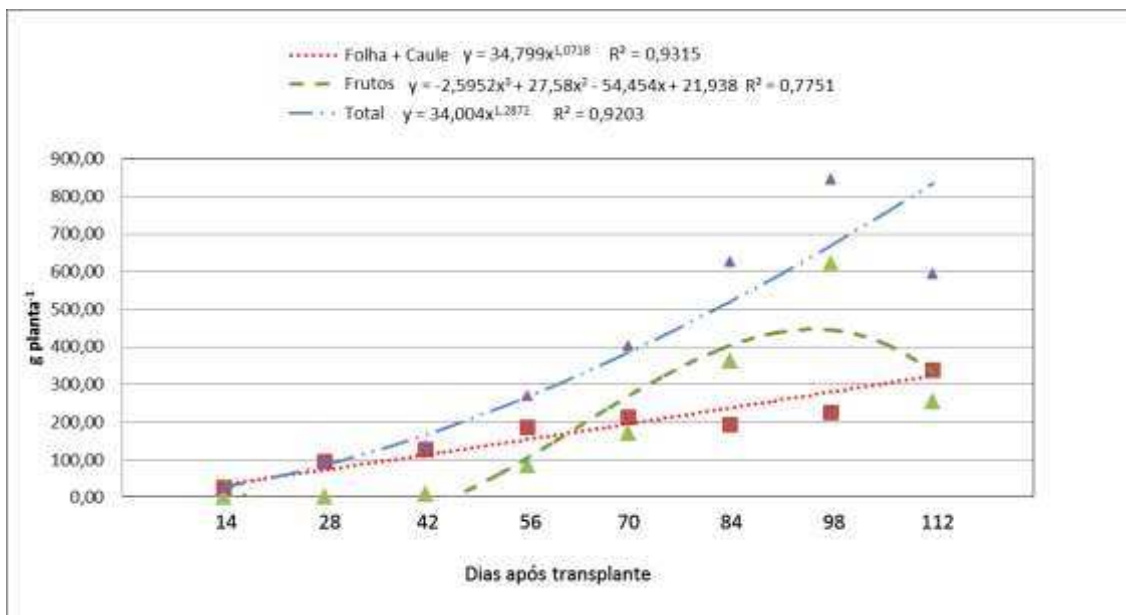
de massa seca ( $\text{g dia}^{-1} \text{planta}^{-1}$ ) ocorreu no período de 56-70 DAT. Este é, portanto, um momento de extrema demanda de nutrientes, destacando a importância de uma suplementação com nutrientes nessa fase de desenvolvimento.

**Tabela 6:** Massa seca da planta de tomate Compack, em gramas por planta, em função das coletas.

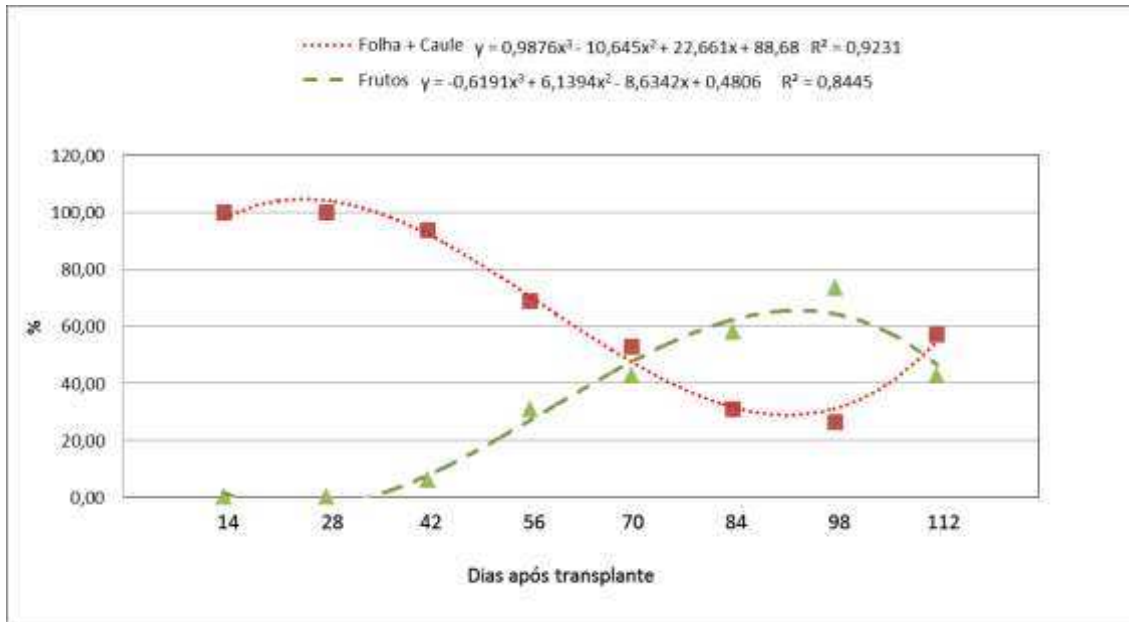
DAT*	Folha + Caule	%	4º Folha	%	Frutos	%	Total	%	Dia
-----g planta <sup>-1</sup> -----									
14	26,61	100	0,00	0	0,00	0	26,61	100	-
28	94,67	100	0,00	0	0,00	0	94,67	100	4,86
42	127,35	94	0,00	0	8,20	6	135,55	100	2,92
56	186,41	69	0,00	0	83,56	31	269,97	100	9,60
70	212,24	53	17,59	4	171,09	43	400,92	100	9,35
84	193,13	31	68,34	11	363,30	58	624,77	100	-2,90
98	223,64	27	0,00	0	620,00	73	843,64	100	-4,14
112	338,80	57	0,00	0	254,10	43	592,90	100	5,28

\* Dias após transplantio

A partir dos 42 DAT, houve um incremento na massa seca de frutos. Momento no qual, o dreno principal da planta passa a ser o fruto.



**Figura 1:** Massa seca (folhas + caule, frutos), em gramas por planta, em diferentes estádios.



**Figura 2:** Massa seca (folhas + caule, frutos), em Porcentagem, em diferentes estádios.

Na Tabela 7 encontram-se representadas as quantidades de nutrientes na parte aérea (folha + caule) da planta de tomate Compack e são assim classificados em ordem decrescente por planta: K (29,7g), Ca (22,9g), N (12,8g), Mg (4,9g), P (3,9g) e S (2,6g). Para os micronutrientes a sequência foi: Fe (464,2 mg), Cu (152,2 mg), Mn (103,2mg), Zn (80,5 mg) e B (33,2 mg).

**Tabela 7:** Quantidade de nutrientes na parte aérea (folha + caule) da planta de tomate Compack, em gramas por planta, em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----g planta <sup>-1</sup> -----						-----mg planta <sup>-1</sup> -----					
14	1,9	0,7	2,5	1,2	0,3	0,1	3,9	2,6	29,6	3,9	5,1
28	5,8	3,1	8,5	5,0	1,5	0,5	10,1	8,0	145,6	8,9	16,0
42	8,0	3,9	12,9	4,5	2,3	0,4	23,6	6,0	98,0	9,4	22,0
56	9,5	3,6	16,3	9,7	2,3	1,2	26,0	23,2	133,1	32,7	27,2
70	7,7	2,2	18,7	9,3	2,1	0,5	18,3	35,0	115,6	55,6	44,5
84	8,2	1,9	14,6	11,7	2,2	2,6	21,9	71,4	168,9	64,2	44,5
98	8,1	1,1	19,1	17,7	3,3	2,3	27,1	63,2	207,4	63,3	39,6
112	12,8	1,9	29,7	22,9	4,9	0,9	33,2	152,2	464,2	103,2	80,5

\* Dias após transplantio

#### 4.1.4 Quantidade de nutrientes no fruto da planta de tomate Compact

Na Tabela 8 estão relacionadas as quantidades de nutrientes contidos no Fruto de acordo com a DATa de coleta. Pode-se assim classificar, em ordem decrescente, os macronutrientes contidos nos frutos por planta: K (8,8g), N (3,1g), P (1,6g), Ca (0,6g), Mg (0,3g) e S (0,4g). Dos Micronutrientes a sequencia foi: Fe (27,3 mg), Zn (6,5 mg), B (3,0 mg), Mn (2,8 mg) e Cu (2,4 mg).

**Tabela 8:** Quantidade de nutrientes nos frutos da planta de tomate Compact, em gramas por planta, em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g planta <sup>-1</sup> -----					-----mg planta <sup>-1</sup> -----					
42	0,2	0,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	2,5	0,1	0,6
56	1,8	1,2	5,1	0,4	0,2	0,3	2,3	1,3	18,7	1,1	3,9
70	3,1	1,6	8,8	0,6	0,3	0,4	3,0	2,4	27,3	2,8	6,5
84	2,7	1,1	4,7	0,3	0,2	0,3	1,6	2,0	13,5	1,6	3,0
98	2,0	0,6	3,8	0,6	0,2	0,2	2,1	1,2	13,1	1,8	2,1
112	1,1	0,2	1,9	0,1	0,1	0,0	0,5	0,4	7,1	0,5	0,9

\* Dias após transplântio

#### 4.1.5 Quantidade total de nutrientes na planta de tomate Compact

Na Tabela 9 estão reunidos os somatórios dos nutrientes nas folhas + caule + frutos da planta de tomate Compact. Tais valores representam a quantidade de nutrientes que a planta absorveu e acumulou ao longo do ciclo, o que proporcionou a planta atingir uma certa produtividade. O máximo de acúmulo ocorreu aos 112 DAT para a maioria dos nutrientes.

O K foi o elemento acumulado em maior quantidade na planta (31,6 g), seguido pelo Ca (23g), N (13,9g), Mg (5g), P (4,8g) e S (2,9g). Para os micronutrientes a ordem foi: Fe (471,3 mg), Cu (152,6 mg), Mn (103,7 mg), Zn (81,3 mg) e B (33,7 Mg).

Foi possível determinar a quantidade total de nutrientes extraídos em 1 ha. Partindo dos resultados da quantidade de nutrientes acumulados por planta e do número de plantas por ha (11.111 plantas). Portanto multiplicando 13,9g de N por planta, pelo total de plantas por ha tem-se kg ha<sup>-1</sup> : N= 154,5 kg ha<sup>-1</sup> ; P= 53, 3 kg ha<sup>-1</sup>; K= 351,4 kg ha<sup>-1</sup>; Ca= 255,5 kg ha<sup>-1</sup>; Mg= 55,1 kg ha<sup>-1</sup> e S= 32,2 kg ha<sup>-1</sup>.

A variedade de tomate utilizada, assim como a produtividade obtida, influenciam a quantidade de nutrientes extraídas pela planta. Existindo, entre os híbridos de tomate no mercado, materiais mais eficientes em converter nutrientes em frutos. Portanto, a pesquisa vem encontrando resultados de extração são bastante variados.

**Tabela 9:** Quantidade total de nutrientes extraído pela planta de tomate Compact (exceto raízes), em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g planta <sup>-1</sup> -----						-----mg planta <sup>-1</sup> -----				
14	1,9	0,7	2,5	1,2	0,3	0,1	3,9	2,6	29,6	3,9	5,1
28	5,8	3,1	8,5	5,0	1,5	0,5	10,1	8,0	145,6	8,9	16,0
42	8,2	4,1	13,4	4,5	2,3	0,4	24,1	6,2	100,4	9,5	22,5
56	11,3	4,8	21,4	10,0	2,5	1,5	28,3	24,5	151,8	33,8	31,1
70	10,9	3,8	27,4	9,9	2,4	0,9	21,3	37,4	142,9	58,4	51,0
84	10,8	3,0	19,3	12,0	2,4	2,9	23,5	73,3	182,4	65,8	47,5
98	10,1	1,7	22,9	18,3	3,5	2,4	29,2	64,4	220,5	65,2	41,7
112	13,9	2,1	31,6	23,0	5,0	1,0	33,7	152,6	471,3	103,7	81,3

\* Dias após transplantio

Na Tabela 10 são apresentados os resultados da porcentagem de acúmulo de nutrientes em cada uma das épocas de amostragem das plantas. Essa tabela é importante na visualização da distribuição porcentual dos nutrientes ao longo do ciclo, evitando que se apliquem quantidades que não correspondem com as exigências das plantas podendo, portanto, trazer desequilíbrios nutricionais para a mesma. De modo geral, pode-se considerar que houve um grande acúmulo dos 42 aos 56 DAT.

**Tabela 10:** Distribuição porcentual dos nutrientes acumulados na planta de tomate Compack, em função das coletas.

DAT*	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
-----%-----											
14	14	15	8	5	7	4	12	2	6	4	6
28	42	65	27	22	30	16	30	5	31	9	20
42	59	84	42	19	46	15	71	4	21	9	28
56	81	100	68	44	51	52	84	16	32	33	38
70	78	80	87	43	49	31	63	24	30	56	63
84	78	61	61	52	48	100	70	48	39	63	58
98	73	35	72	80	70	84	87	42	47	63	51
112	100	44	100	100	100	34	100	100	100	100	100

\* Dias após transplantio

**Tabela 11:** Sugestão para distribuição porcentual dos nutrientes acumulados na planta de tomate Compack, em função do ciclo da cultura.

Período (a cada 14 dias)	Valores médios para macronutrientes obtidos a partir dos resultados	% a cada 14 dias (proposto)	% total (acumulado) proposto
0 – 14	9	0	0(-9)
15 – 28	34	3	3(-31)
29 – 42	44	10	13(-31)
43 – 56	66	15	28(-38)
57 – 70	61	15	43(-18)
71 – 84	67	15	58(-8)
85 – 98	69	20	78(9)
99- 112	80	15	93(13)
113 -126		7	100

Na Tabela 12, se encontra-se uma forma diferente de se expressar a distribuição dos nutrientes na planta por meio da porcentagem com que cada nutriente se expressa nas folhas + caule e frutos. Essa distribuição tem relação direta com a mobilidade de nutrientes na planta. O exemplo mais evidente é o Ca, que ao ser absorvido, permanece imóvel na planta,

compondo e estruturando parede e membrana celular. Já o P, importante para compor as reservas energéticas das sementes, é bastante móvel na planta e se dirige aos frutos.

**Tabela 12:** Porcentagem de distribuição dos nutrientes entre os órgãos da planta de tomate Compack (112 DAT)

	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- % -----										
Folha +											
caule	92	90	94	99	98	95	99	100	98	99	99
Fruto	8	10	6	1	2	5	1	0	2	1	1

#### 4.1.6 Produção de frutos por planta

Na Tabela 13 é apresentada a massa de frutos classificados em 2<sup>a</sup>, A e especial a cada amostragem.

**Tabela 13:** Massa de frutos de tomate Compack.

DAT*	PF Fruto 2 <sup>a</sup>	%	PF Fruto A	%	PF Fruto Especial	%	PF Fruto Total
	----- g planta <sup>-1</sup> -----						
42	0,00	0	0,00	0	207,83	100	207,83
56	0,00	0	0,00	0	1257,36	100	1257,36
70	624,72	20	1600,21	50	953,97	30	3178,90
84	532,04	23	1286,90	55	525,69	22	2344,62
98	686,13	40	789,71	45	260,20	15	1736,04
112	59,67	11	300,73	56	179,20	33	539,61

\* Dias após transplântio

Na Tabela 14 são apresentados os resultados de altura e diâmetro de plantas do tomate Compack. Nota-se que a altura máxima de plantas foi de 1,75 m aos 112 DAT e que, no entanto, o maior diâmetro de planta (24,5 mm) foi observado aos 98 DAT.

**Tabela 14:** Altura e diâmetro de plantas de tomate Compact em função das épocas de amostragem.

DAT*	Altura	Diâmetro
	m	mm
14	0,24	3,4
28	0,53	11,7
42	0,85	20,5
56	1,32	17,8
70	1,52	24,0
84	1,28	23,0
98	1,56	24,5
112	1,75	20,7

\* Dias após transplântio

#### 4.2 Quantidades de nutrientes a serem aplicadas para suprir às necessidades das plantas ao longo do ciclo.

De maneira aproximada, tendo em mãos os resultados de extração de nutrientes pelas plantas a cada estágio de desenvolvimento, pode-se inferir qual seria a necessidade de adubação a ser aplicada.

É preciso, primeiramente, determinar quanto do nutriente aplicado será realmente absorvido pela planta, uma vez que, a quantidade de nutrientes extraídos pela planta não reflete exatamente o que deve ser aplicado no solo, e que para cada nutriente existe um fator de eficiência.

Considerando uma eficiência de 75% para N, 20% para P e 70% para K. Baseado na quantidade de nutrientes extraída pela planta, e na relação de transformação que existe de P em  $P_2O_5$  e K em  $K_2O$  (as quais são as formas destes nutrientes encontrados nos fertilizantes) é possível construir tabelas como a Tabela 17, a qual representa a quantidade a ser aplicada por planta desses fertilizantes.

A quantidade total de nutrientes extraída pela cultura de tomate Compact que foi para os macronutrientes em  $Kg\ ha^{-1}$ : N= 154,5; P= 53,3 e K= 351,4, considerando a eficiência de aproveitamento citada anteriormente para N, P e K tem se: 205,9Kg de N, 266,7Kg de P e

502Kg de K. Transformando nas formas para expressar a quantidade em fertilizantes, tem-se: 206 Kg de N, 610Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 605Kg de K<sub>2</sub>O.

**Tabela 15:** Quantidade de nutriente acumulada na planta de tomate Compact.

DAT*	% a cada 14 dias (proposto)	Quantidade em Kg ha <sup>-1</sup>			Quantidade em Kg ha <sup>-1</sup> Dia <sup>-1</sup>		
		período de 14 dias			N	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	K <sup>2</sup> O
		N	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	K <sup>2</sup> O	N	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>	K <sup>2</sup> O
0 – 14	0						
15 - 28	3	6,2	18,3	18,2	0,4	1,3	1,3
29 - 42	10	20,6	61,0	60,5	1,5	4,4	4,3
43 - 56	15	30,9	91,5	90,8	2,2	6,5	6,5
57 - 70	15	30,9	91,5	90,8	2,2	6,5	6,5
71 - 84	15	30,9	91,5	90,8	2,2	6,5	6,5
85 - 98	20	41,2	122,0	121,0	2,9	8,7	8,6
99- 112	15	30,9	91,5	90,8	2,2	6,5	6,5
113 -126	7	14,4	42,7	42,4	1,0	3,1	3,0
Total	100	206	610	605	206	610	605

\* Dias após transplântio

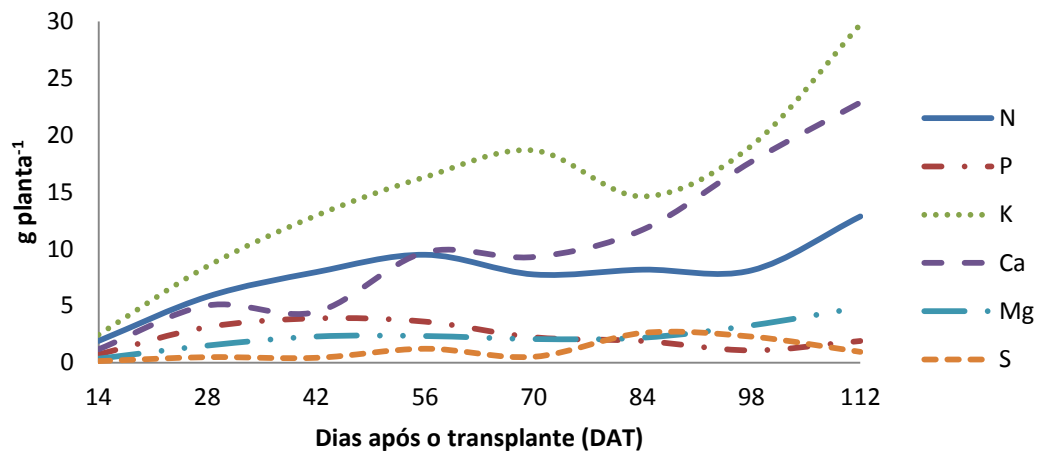
## 5. CONCLUSÕES

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes nas folhas, hastes e frutos foi K (348 kg/ha) > Ca (256 kg/ha) > N (145 kg/ha) > Mg (56 kg/ha) > P (53 kg/ha) > S (52 kg/ha) e, para os micronutrientes foi Fe (5,24 kg/ha) > Cu (1,7 kg/ha) > Mn (1,15 kg/ha) > Zn (0,9 kg/ha) > B (0,34 kg/ha), respectivamente.



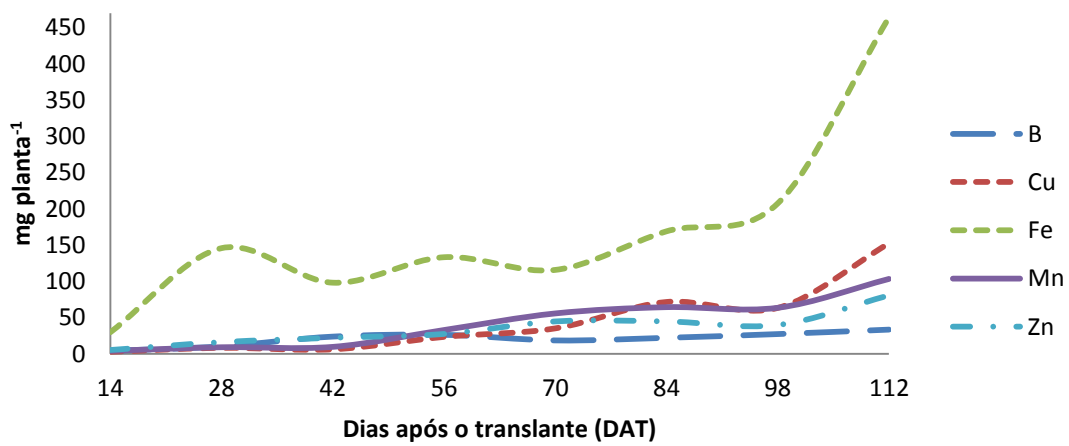
## ANEXOS

## Macronutrientes

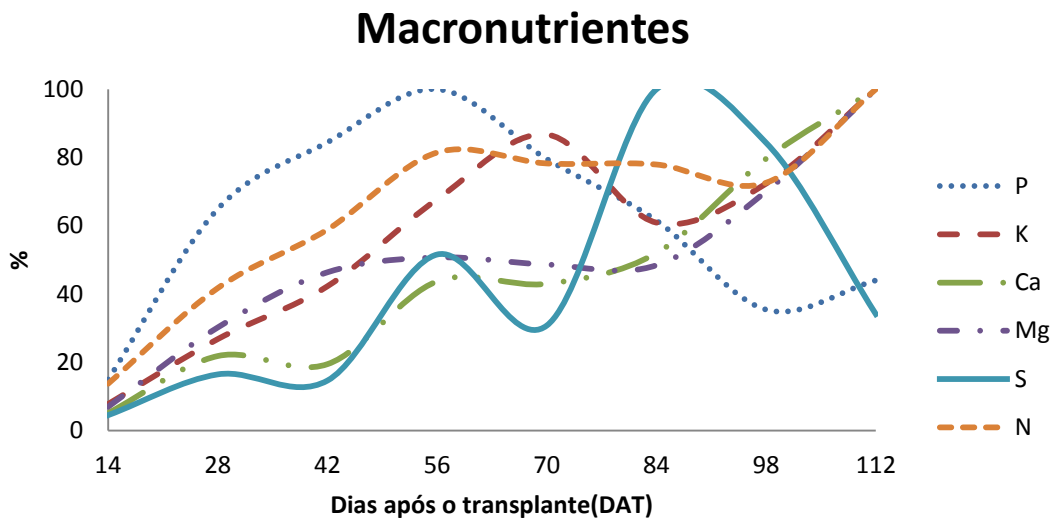


**Figura 3:** Concentração de macronutrientes na planta de tomate Compack.

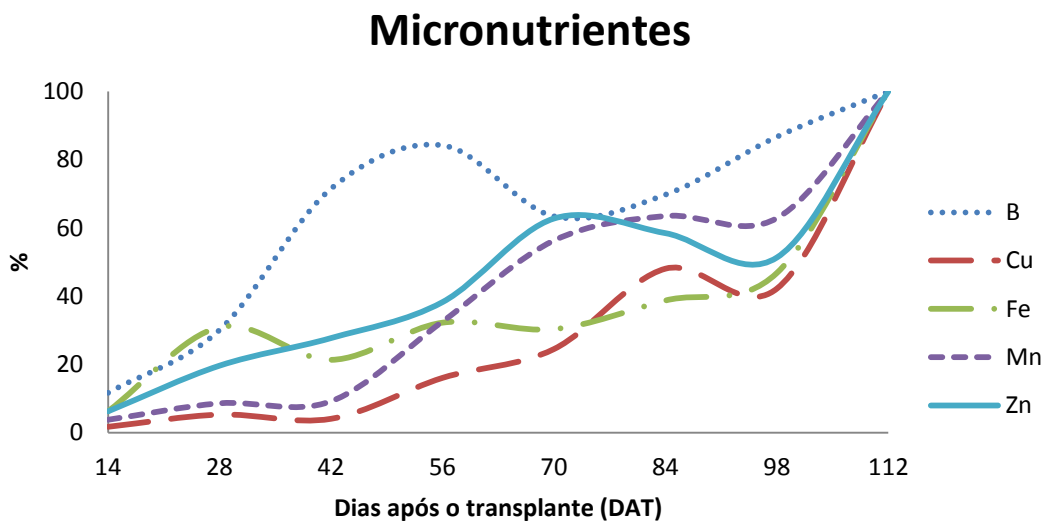
## Micronutrientes



**Figura 4:** Concentração de micronutrientes na planta de tomate Compack.



**Figura 3:** Distribuição dos macronutrientes na planta de tomate Compact a cada 14 dias.



**Figura 4:** Distribuição dos macronutrientes na planta de tomate Compact a cada 14 dias.

## BIBLIOGRAFIA

- AGRIANUAL 2012. Anuário da Agricultura Brasileira. ed. São Paulo: FNP, 2012. P. 456-462.
- ALVARENGA, M.A.R. Cultura do tomateiro. Lavras: UFLA, 2000. 91p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização. EMBRAPA – CNPH, Brasília, jan, 1994. 36 p. (Instruções técnicas da Embrapa Hortaliças, 12).
- FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, F.L.; FERREIRA, F.A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 90-94, março 2002.
- FELTRIM, A.L.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARBOSA, J.C. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em chicória coberta e não coberta com polipropileno. **Horticultura Brasileira** 26: 050-055, 2008.
- FERNANDES, A. M.; SORATTO, R. P.; SILVA, B. L. Extração e exportação de nutrientes em cultivares de batata: I – macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 6, p. 2039-2056, 2011.
- GONDIM, A. R. o. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba**. 2009. 76 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. **Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro**. *Bragantia*, Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.
- HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.; BARBOSA, V.; SILVA, J.M. Nutrição mineral de hortaliças. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro destinado ao processamento industrial. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 35, p. 243-270, 1978.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> > Acesso em: 13 de Set de 2013.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: adubos e adubação. São Paulo: ceres, 1981. 596 p.
- OLIVEIRA AR; OLIVEIRA SA; GIORDANO LB; GOEDERT WJ. 2009. Absorção de nutrientes e resposta à adubação em linhagens de tomateiro. **Horticultura Brasileira**27: 498-504.
- PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. O.; ALVES, A. U.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes

em tomateiro cultivar Raísa cultivado em sistema hidropônico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

NAVA, G.; DECHEN, A. R; IUCHI, V. L. Produção de tubérculos de batata-semente em função das adubações nitrogenada, fosfatada e potássica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 365-370, 2007.

RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M. Boletim técnico nº 100. 2º ed. Campinas, Instituto Agronômico, 1996, 285p.

VILLAS BÔAS, R.L. Acúmulo de nutrientes em plantas de tomate híbrido Thomas. Relatório Técnico. Syngenta/Rogers. 2002. 27p.