

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIOFERTILIZANTES: NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
TOMATE ORGÂNICO**

**CLAUDIA ARAUJO MOREIRA**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU-SP

Janeiro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA  
FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**BIOFERTILIZANTES: NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
TOMATE ORGÂNICO**

**CLAUDIA ARAUJO MOREIRA**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Luiz Araújo Câmara

Co-orientador: Prof. Dr. Edson Luiz Furtado

Tese apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da UNESP –  
Campus de Botucatu, para obtenção do  
título de Doutor em Agronomia  
(Horticultura)

BOTUCATU-SP

Janeiro - 2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO- BOTUCATU (SP)

M939b      **Moreira, Claudia Araujo, 1971-**  
**Biofertilizantes: nutrição e desenvolvimento de tomate orgânico / Claudia Araujo Moreira. - Botucatu : [s.n.], 2012**

xii, 110 f. : ils. color., fots. color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012

Orientador: Francisco Luiz Araújo Câmara

Coorientador: Edson Luiz Furtado

Inclui bibliografia

1. Tomate - Cultivo. 2. Plantas - nutrição. 3. Biofertilizantes. I. Câmara, Francisco Luiz Araújo. II. Furtado, Edson Luiz. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

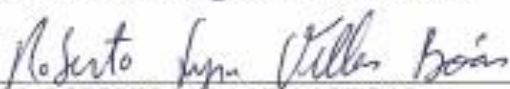
TÍTULO: "BIOFERTILIZANTES: NUTRIÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
TOMATE ORGÂNICO"

ALUNA: CLAUDIA ARAUJO MOREIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO LUIZ ARAUJO CAMARA  
COORIENTADOR: PROF. DR. EDSON LUIZ FURTADO


Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FRANCISCO LUIZ ARAUJO CAMARA

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. PAULO MARÇAL FERNANDES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. WILSON MOZENA LEANDRO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. WAGNER DELHOL

Data da Realização: 26 de janeiro de 2012.

*Aos meus queridos pais, Zilmar e Dalva,*

*pelo amor e dedicação,*

*pelo apoio incondicional e incentivo, em meu caminho.*

*À minha filha maravilhosa, Ana Clara, pelo amor imenso,*

*pela compreensão e ajuda.*

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus.

À Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Campus de Botucatu, por ter propiciado condições para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (EA/UFG) e à Fazenda Nossa Senhora Aparecida, por ter disponibilizado infra-estrutura necessária para a realização deste trabalho.

A CAPES, pela concessão da bolsa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Luiz Araujo Câmara, pela orientação, pela oportunidade, pela confiança em meu trabalho, pelos conhecimentos transmitidos, pela motivação e, sobretudo, pela amizade.

Aos Professores Doutores Paulo Marçal Fernandes e Wilson Mozena Leandro, pelo crédito, pelo apoio na realização deste trabalho, pelos conhecimentos transmitidos, pela motivação e, sobretudo, pela amizade.

Aos Engenheiros Agrônomos Luiz Geraldo e Luciana Gomes, por terem trazido a demanda desta pesquisa, tendo como base as necessidades dos agricultores para o desenvolvimento tecnológico na horticultura orgânica e também, pela amizade.

À Prof. Dra. Abadia dos Reis Nascimento e à pesquisadora Msc. Marcia Thaís de Melo Carvalho, pelo incentivo e apoio durante a realização deste trabalho e também, pela amizade.

Aos meus irmãos, Bete e Arthur, pelo amor, por toda ajuda e apoio.

Ao Alex, pela paciência, compreensão, solidariedade e todo amor, nessa caminhada, juntos.

A toda minha família pela motivação, apoio e amor.

Aos estudantes, estagiários e servidores da EA/UFG, pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório: Camila, Leandro, Luiz Fernando, Fernando, Júlio, Alex, Hélio, Natália, Rahmizi, Carlos, Nara, Carlinhos.

Aos funcionários da Horticultura/FCA/Unesp, pela ajuda prestada.

Aos funcionários da Biblioteca, pela colaboração e pela enorme atenção.

Aos funcionários do Laboratório de Análises Químicas da EA/UFG, pela ajuda prestada.

Aos meus amigos da FCA/Unesp: Almecina Balbino, Camila Abrahão, Fátima Chechetto, Reginaldo Cerqueira e Rosangela Santos, por todo apoio, ajuda, carinho e amizade.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	X
RESUMO.....	1
SUMMARY.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. O cultivo do tomate.....	8
2.1.1. Origem e importância econômica.....	8
2.1.2. Aspectos morfológicos.....	9
2.1.3. Fatores ambientais.....	10
2.2. Nutrição e sanidade.....	11
2.3. Nutrição mineral.....	12
2.3.1. Nitrogênio e potássio: interação, função e influência na resistência das plantas, no crescimento, no desenvolvimento e na produção.....	15
2.4. Biofertilizantes.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1. Instalação do experimento.....	28
3.2. Solo: características, correção e adubação .....	29
3.3. Delineamento experimental.....	32
3.4. Características das cultivares.....	34
3.5. Preparo das mudas e plantio.....	35
3.6. Condução das plantas, tratos culturais e colheita.....	35
3.7. Avaliações.....	37
3.7.1. Características agronômicas.....	37
3.7.1.1 Massa da matéria seca.....	37
3.7.1.2 Produção.....	37
3.7.2. Aspectos nutricionais.....	37
3.7.2.1 Teores de nutrientes.....	37
3.7.2.2 Nutrientes extraídos.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. Características agronômicas.....	39

4.1.1. Massa da matéria seca.....	39
4.1.2. Produção.....	47
4.2. Aspectos nutricionais.....	51
4.2.1. Teores de nutrientes.....	53
4.2.1.1 Teores de nutrientes nas folhas.....	53
4.2.1.2 Teores de nutrientes nas hastes.....	57
4.2.1.3 Teores de nutrientes nos frutos.....	61
4.2.1.4 Teores de nutrientes totais.....	64
4.3.1. Curvas de extração para os nutrientes.....	69
4.3.1.1 Nitrogênio.....	69
4.3.1.2 Fósforo.....	74
4.3.1.3 Potássio.....	78
4.3.1.4 Cálcio.....	82
4.3.1.4 Magnésio.....	86
4.3.1.5 Enxofre.....	90
4.3.2 Porcentagens de nutrientes extraídos.....	93
5. CONCLUSÕES.....	98
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados meteorológicos de Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	29
Tabela 2 – Estádios fenológicos do tomateiro, do Experimento II, no período de 16/10/10 a 12/02/11, em Hidrolândia, GO.....	29
Tabela 3. Resultados das análises químicas do solo (Latosolo Vermelho Amarelo). Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.....	30
Tabela 4. Receitas dos biofertilizantes utilizados, no Experimento I e II. Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.....	31
Tabela 5. Resultados das análises químicas dos dois biofertilizantes, Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.....	32
Tabela 6. Relação de biofertilizantes estudados e proporções de biofertilizantes, Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.....	33
Tabela 7. Quantidades de nutrientes, contidos em cada biofertilizante. Hidrolândia, GO. 2010 e 2011.....	34
Tabela 8. Teste F para Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	39
Tabela 9. Médias da massa de matéria seca ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) de Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	46
Tabela 10. Valores médios de produção ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), número de frutos por hectare, número de frutos por planta e produção por planta ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) em tomate, cultivar San Vito, em função das relações N:K. Hidrolândia, GO. 2010.....	48
Tabela 11. Valores médios de produção ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), número de frutos por hectare, frutos por planta e produção por planta ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) em tomate, cultivar Tyna, em função das relações N:K. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	48
Tabela 12. Teste F para teores de nutrientes nas folhas de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.....	53
Tabela 13. Teores dos macronutrientes nas folhas do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	54

Tabela 14. Teores dos micronutrientes nas folhas do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	54
Tabela 15. Teste F para teores de nutrientes nas hastes de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	58
Tabela 16. Teores dos macronutrientes nas hastes do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	59
Tabela 17. Teores dos micronutrientes nas hastes do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	59
Tabela 18. Teste F para teores de nutrientes nas hastes de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	61
Tabela 19. Teores dos macronutrientes nos frutos do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	62
Tabela 20. Teores dos micronutrientes nos frutos do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	62
Tabela 21. Teste F para teores de nutrientes totais de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	65
Tabela 22. Teores dos macronutrientes totais do tomateiro, cultivar Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	65
Tabela 23. Teores dos micronutrientes totais do tomateiro, cultivar Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	66
Tabela 24. Teste F para extração de nitrogênio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	69

Tabela 25. Teste F para extração de fósforo nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	74
Tabela 26. Teste F para extração de potássio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	78
Tabela 27. Teste F para extração de cálcio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	82
Tabela 28. Teste F para extração de magnésio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	86
Tabela 29. Teste F para extração de enxofre nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	90

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Biofertilizantes 6 e 9, acondicionados em bombonas plásticas, de 200 l. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	31
Figura 2. Aspecto geral do cultivo e aplicação dos biofertilizantes, na área experimental. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	33
Figura 3. Aspecto geral do cultivo, na área experimental, na fase vegetativa. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	35
Figura 4. Acúmulo de massa de matéria seca nas folhas, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	40
Figura 5. Acúmulo de massa de matéria seca nas hastes, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	41
Figura 6. Acúmulo de massa de matéria seca nos frutos, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	42
Figura 7. Acúmulo de massa de matéria seca total, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	46
Figura 8. Porcentagens de macro e micronutrientes nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	57
Figura 9. Porcentagens de macro e micronutrientes nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	60
Figura 10. Porcentagens dos teores de macro e micronutrientes nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	64
Figura 11. Teores de macronutrientes totais, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	68
Figura 12. Teores de micronutrientes totais, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	68
Figura 13. Extração de Nitrogênio pelas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	70
Figura 14. Extração de Nitrogênio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	71
Figura 15. Extração de Nitrogênio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	71
Figura 16. Extração de Nitrogênio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna.	

Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	72
Figura 17. Extração de Fósforo nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	75
Figura 18. Extração de Fósforo nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	76
Figura 19. Extração de fósforo nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	76
Figura 20. Extração de fósforo total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	77
Figura 21. Extração de potássio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	79
Figura 22. Extração de potássio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	80
Figura 23. Extração de potássio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	80
Figura 24. Extração de potássio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	81
Figura 25. Extração de cálcio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	83
Figura 26. Extração de cálcio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	84
Figura 27. Extração de cálcio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	84
Figura 28. Extração de cálcio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	85
Figura 29. Extração de magnésio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	87
Figura 30. Extração de magnésio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	88
Figura 31. Extração de magnésio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	88
Figura 32. Extração de magnésio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	89

Figura 33. Extração de enxofre pelas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	91
Figura 34. Extração de enxofre pelas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	92
Figura 35. Extração de enxofre pelos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	92
Figura 36. Extração de enxofre total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	93
Figura 37. Porcentagens de nutrientes extraídos por parte da cultivar de tomate Tyna, aos 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.....	94

## RESUMO

O consumo de tomate orgânico tem crescido nos últimos anos devido à maior exigência dos consumidores em qualidade nutricional e à preocupação com a saúde humana e do ambiente. No cultivo do tomate orgânico, o equilíbrio entre o nitrogênio e o potássio pode proporcionar melhor qualidade sanitária e nutricional, melhorando a produção do tomateiro. O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar cinco relações entre N e K, sobre a nutrição e a produção, em duas cultivares de tomate cultivado sob o manejo orgânico, em campo, em duas épocas de cultivo. Os experimentos foram realizados na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, em Hidrolândia – GO. O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco repetições e seis tratamentos, compostos por cinco proporções (1 – 100% de Bio 6 e 0 % de Bio 9; 2 – 75% de Bio 6 e 25% de Bio 9; 3 – 50% de Bio 6 e 50% de Bio 9; 4 -25% de Bio 6 e 75% de Bio 9 e; 5 - 0% de Bio 6 e 100% de Bio 9) de dois biofertilizantes, um mais rico em nitrogênio, o Bio 06, e outro mais rico em potássio, o Bio 9, e testemunha. As plantas foram avaliadas quanto à massa de matéria seca, produção, teores de nutrientes e nutrientes extraídos. As análises químicas foram realizadas em uma planta por parcela aos 28, 43, 56, 71 e 84 dias após o transplante, para determinar a marcha de absorção e exportação de nutrientes. Observou-se que as relações N:K afetaram significativamente a massa de matéria seca das folhas, hastes e total, sendo os melhores tratamentos: o 3, para folhas e, total e o 1, para hastes. Não obteve-se diferenças para produção. Com relação aos teores de nutrientes, nas folhas, foram obtidas diferenças para o S e B e para as épocas, em todos os nutrientes, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para P, Ca e B. Nas hastes, houve diferenças para K e Zn, não houve efeito de época para P, Mg e Zn, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para Mg e Mn. Nos frutos, observou-se que não houve diferenças para nenhum dos nutrientes avaliados, houve efeito de época para todos os nutrientes e, efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para N, K, B, Cu e Fe. Para os nutrientes extraídos nas folhas, foram obtidas diferenças para o K, Mg, S e B e, para as épocas, em todos os nutrientes, sendo que não houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas, exceto para Fe. Nas hastes, houve diferenças para Cu e Fe, houve efeito de época para todos os nutrientes, sendo que não houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas, mas somente para P, Ca e S. Nos frutos, observou-se que não houve diferenças para N, Ca, S, B, Fe e Zn, houve efeito de época

para todos os nutrientes, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para todos os nutrientes, exceto Zn.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum*, tomate orgânico, biofertilizantes, nutrição de plantas.

**NITROGEN X POTASSIUM BALANCE IT DYNAMICS IN THE POTENTIAL OF RESISTANCE AGAINST DISEASES IN TOMATO (SOLANUM LYCOPERSICUM).** Botucatu, 2012. 148p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Author: CLAUDIA ARAUJO MOREIRA

Adviser: FRANCISCO LUIZ ARAÚJO CÂMARA

Co-Adviser: EDSON LUIS FURTADO

## **SUMMARY**

The consumption of organic tomato has grown in recent years due to increased consumer demand for nutritional quality and concern for human health and the environment. In the cultivation of organic tomatoes, the balance between nitrogen and potassium can provide better quality health and nutrition, improving the production of tomato. The present study was designed to evaluate five relations between N and K, on nutrition and production in two tomato cultivars grown under organic management in the field in two cropping seasons. The experiments were conducted at Fazenda Nossa Senhora Aparecida, in Hidrolândia - GO. The experimental design was a randomized block design with five replications and six treatments in five proportions (1 – 100% of Bio 6 and 0 % of Bio 9; 2 – 75% of Bio 6 and 25% of Bio 9; 3 – 50% of Bio 6 and 50% of Bio 9; 4 - 25% of Bio 6 and 75% of Bio 9 e; 5 - 0% of Bio 6 and 100% of Bio 9), for two biofertilizers, one richer in nitrogen, the Bio 06, and the other richer in potassium, the Bio 9, and control. Plants were evaluated for dry matter, production, nutrients content and nutrients extracted. Chemical analyzes were conducted on a plant per plot after 28, 43, 56, 71 and 84 days after the transplant, to determine the absorptions and export nutrients. It was observed that the relationship N: K significantly affected the dry matter of leaves, rods and all, being the best treatments: the 3, sheet and full and 1 for rods. No differences were obtained for production. With respect to nutrient content in leaves, differences were obtained for S and B, and for seasons, in all nutrients, and there was an interaction effect between treatments and times for Ca, P and B. In rods, there were differences for K and Zn, there was no effect of time for P, Mg and Zn, and there was an interaction effect between treatments and times, for Mg and Mn. In fruits, it was observed that there were no differences for any of

the nutrients evaluated, was effect of time for all nutrients and interaction effect of treatments and times, for N, K, B, Cu and Fe. For nutrients extracted leaves, differences were obtained for K, Mg, S and B, and for times, in all nutrients, and there was no interaction effect of treatments and times, except for Fe. In the rods, there were differences for Cu and Fe, was effect of time for all nutrients, and there was no interaction effect of treatments and times, except for P, Ca and S. In fruits, it was observed that there were no differences for N, Ca, S, B, Fe and Zn, was effect of time for all nutrients, and there was an interaction effect between treatments and times, for all nutrients, except Zn.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, tomato, organic, biofertilizers, plant nutrition.

## 1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças de maior importância econômica no Brasil, onde foram produzidos 4.425.274 e 3.665.891 t, em 69.311 ha e 57.976 ha, com rendimentos médios de 63.847 e 63.231 kg.ha<sup>-1</sup>, nos anos de 2011 e 2012, respectivamente (IBGE, 2012).

Pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas – ABCSEM, (2011), revela que o tomate lidera em crescimento e lucratividade no setor de hortaliças, com produção total de 3,115 milhões de toneladas, sendo a segunda espécie de hortaliça de maior volume de produção, movimentando anualmente R\$ 2,614.3 bilhões (cerca de 16% do PIB gerados pela produção de hortaliças no Brasil), cujo valor de produção para o produtor é de R\$ 2,759 bilhões, sendo considerado, na atividade rural é um dos mais importantes geradores de emprego.

De acordo com a ABCSEM (2011), a produção de tomate de mesa representa cerca de 70% do total, sendo os 30% restantes para o processamento. Afirma que um dos principais fatores para a expansão do cultivo do tomate é o crescimento do consumo, notando que entre 1985 e 2005, a demanda mundial *per capita* de tomate cresceu cerca de 36%, enquanto no Brasil esta teve um incremento de 35%, nos últimos 10 anos, sendo o atual consumo per capita do tomate, de cerca de 18 kg ao ano.

Segundo o FAOSTAT (2010), no ano de 2009, a produção mundial de tomate atingiu 141 milhões de toneladas provenientes de, aproximadamente 5 milhões de hectares. O Brasil é o nono maior produtor mundial de tomate, sendo o Estado de Goiás o maior produtor do país, com área plantada de 18.109 ha e 1.427.144 t produzidas, representando 33% da produção nacional em 2009 (IBGE, 2009).

Segundo Pazini *et al.* (1989), o cultivo do tomate exige grandes investimentos em produtos fitossanitários, chegando-se a fazer pulverizações a cada três dias, desde a emergência das plantas até a colheita.

Reis Filho *et al.* (2009) observou a aplicação de mais de quarenta pulverizações, durante o ciclo de cultivo do tomateiro, em pesquisa feita em Goiás, constatando que as principais causas do uso intensivo de agrotóxicos são o fato de que: os agrotóxicos representam um seguro contra prejuízos e os agricultores sentem medo de perder suas lavouras, uma vez que o investimento é muito alto.

Análise feita pela ANVISA (2010) aponta o excesso de agrotóxicos em tomate comercializado no país, apresentando, em cerca de 16,3% das amostras analisadas, agrotóxicos com irregularidades (com ingredientes ativos não autorizados, ou com ingredientes ativos autorizados, mas acima dos limites máximos autorizados).

O excessivo uso de agrotóxicos nas lavouras de tomate causam desequilíbrios no ecossistema, devido aos prejuízos sobre a fauna, flora, contaminações no solo e na água, assim como contaminação e risco à saúde dos trabalhadores expostos aos agrotóxicos, além da contaminação por resíduos de pesticidas da população em geral, que se alimenta com este item.

Atualmente, as exigências do mercado por produtos diferenciados e de alta qualidade biológica instigam agricultores a investirem na tomaticultura orgânica, que gera, além de benefícios ambientais e sociais, maior valor agregado ao produto. No entanto, são necessárias, mais informações tecnológicas para o aprimoramento das práticas orgânicas de manejo. Incrementos de produção, resistência fitossanitária, cultivares mais adaptadas, são alguns dos itens a serem melhorados no nível tecnológico de produção orgânica do tomate.

Um adequado conhecimento das exigências nutricionais do tomateiro em cada estágio de crescimento é de extrema importância para o manejo da adubação durante o seu ciclo (MINAMI & HAAG, 1989). Os nutrientes devem ser fornecidos em níveis compatíveis às exigências de cada espécie ou cultivar e de acordo com a sua fase de desenvolvimento (HAAG *et al.*, 1993).

Com o intuito de se buscar acréscimos em produção e qualidade de frutos, assim como evitar problemas fitossanitários, os produtores brasileiros de tomate, têm buscado o enfoque nutricional, através do uso de doses equilibradas de nitrogênio e potássio, durante os estágios de crescimento do tomateiro (Alvarenga, 2004).

Gargantini & Blanco (1963), realizaram um dos primeiros trabalhos sobre a marcha de absorção de nutrientes para o tomateiro. Este estudo mostrou que o nutriente absorvido em maior quantidade pelo tomateiro é o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg, e que as taxas de absorção de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo.

No cultivo do tomateiro orgânico, poucas são as pesquisas realizadas na área de nutrição mineral, com foco na absorção de nutrientes *versus* condições sanitárias das plantas, principalmente com tecnologias mais voltadas para o cultivo a campo e em cultivares de crescimento indeterminado, de forma que se possa determinar uma adubação correta em sistemas orgânicos, tendo o necessário conhecimento da sua exigência nutricional, ajudando assim na eficiência do processo produtivo.

Apesar de terem sido produzidos um número razoável de novas variedades nos últimos anos, e implementados diferentes sistemas de produção, como os orgânicos, ou os sistema de plantio direto, ainda utiliza-se como base para adubação, pesquisas antigas, com dados provavelmente defasados e diferentes para a atualidade.

Há carência de informações sobre as relações entre nitrogênio e potássio e seus efeitos nos aspectos fitossanitários do tomateiro orgânico, assim como a oferta desses elementos, através de biofertilizantes, como tecnologia disponível, para o ajuste fino desses nutrientes, durante o ciclo produtivo.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os efeitos de cinco relações N:K, oferecidas por meio da combinação de dois biofertilizantes, sobre o desenvolvimento e a produção, os teores e as extrações de macro e micronutrientes de duas cultivares de tomate cultivadas sob o sistema de produção orgânico, sem cobertura, em duas épocas de cultivo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O cultivo do tomateiro

#### 2.1.1 Origem e importância econômica

A espécie cosmopolita – *Solanum lycopersicum*, originou-se da espécie andina, silvestre – *L. esculentum* var. *ceresiforme*, que produz frutos do tipo “cereja”. O centro primário de origem do tomateiro é um estreito território, limitado ao norte pelo Equador, ao sul pelo norte do Chile, a oeste pelo oceano Pacífico e a leste pela Cordilheira do Andes, encontrando-se muitas espécies, desde o litoral do Pacífico até uma altitude de 2.000 m nos Andes. É, portanto, uma planta de clima tropical de altitude que se adapta a quase todos os tipos de climas, porém não tolerando temperaturas extremas (LOPES & STRIPARI, 1998).

Apesar de apresentar como centro de origem a região andina, o tomateiro foi domesticado no México (ALVARENGA, 2004). Em meados do século XVI foi introduzido na Espanha, e posteriormente por toda a Europa (FANTOVA, 2006). No Brasil, a introdução ocorreu no século XIX, por imigrantes europeus, sendo que a sua difusão e incremento no consumo ocorreram após a primeira Guerra Mundial, por volta de 1930 (ALVARENGA, *op. cit.*).

No mundo, o tomateiro é a segunda hortaliça cultivada de maior importância econômica, sendo apenas superada pela batata (*Solanum tuberosum*). No Brasil, tornou-se a hortaliça de fruto mais importante, a ponto de ocupar o primeiro lugar em valor e segundo em volume de produção, (ABCSEM, 2011).

Considerando-se o panorama nacional, Goiás é o maior produtor, de tomate rasteiro, com produtividade acima da média nacional (BRITO & CASTRO, 2010). No entanto, a produção de tomate em Goiás, principalmente para consumo *in natura*, tem grande potencial para expandir-se, tendo em vista a proximidade dos grandes centros consumidores.

Não foram encontrados dados oficiais sobre a produção orgânica de tomate, no Brasil. Sabe-se, porém, que essa produção é feita, tanto para o mercado *in natura*, como para processamento. Em Goiânia-GO, a produção de tomate orgânico não abastece a demanda de mercado. A estimativa é de que são produzidos atualmente, cerca de 30 t de tomate rasteiro e 23 t de tomate tutorado, ao ano (ADAO-GO, 2011).

### 2.1.2 Aspectos Morfológicos

O tomateiro é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Lycopersicon*, sendo este gênero constituído por nove espécies (ALVARENGA, 2004). Este apresenta grande variabilidade possibilitando o desenvolvimento de diferentes cultivares, que atendem os mais diversos segmentos de mercado de tomate para processamento industrial e para consumo *in natura* (GIORDANO & RIBEIRO, 2000).

A espécie cultivada é uma planta herbácea, com folhas pecioladas, compostas e com número ímpar de folíolos, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter posição vertical, com porte arbustivo. Tem abundância de brotações laterais e, embora sendo planta perene, o cultivo é anual. Da sementeira até a produção de novas sementes, o ciclo varia de quatro a sete meses, incluindo-se 1-3 meses de colheita. É a solanácea cultivada mais sujeita à ocorrência de problemas fitossanitários, sendo os agentes causais de natureza variada (FILGUEIRA, 2000).

Possui sistema radicular pivotante, alcançando até 1,5 m de profundidade. O caule da planta jovem é ereto, herbáceo, suculento e coberto por pelos glandulares, que com o crescimento da planta se torna lenhoso e fino, não suportando o peso da planta em posição ereta. Pode ser conduzida na forma rasteira, semi-rasteira e ereta. Apresenta dois hábitos de crescimento, sendo limitado nas cultivares de crescimento determinado e ilimitado nas de crescimento indeterminado (ALVARENGA, *op. cit.*).

Na estrutura da planta tem uma haste principal, de onde formam-se as folhas. Estas são alternadas, compostas por número ímpar de folíolos, sendo peciolados e apresentam bordas serrilhadas. Para cada três folhas, surge um ramo floral. As flores têm coloração amarela, são hermafroditas e autógamas e os frutos têm tamanhos e formatos variados, apresentando-se como bagas carnosas, divididos internamente em lóculos (ALVARENGA, 2004). Floração e frutificação ocorrem simultaneamente com o desenvolvimento vegetativo (FILGUEIRA, 2003).

### 2.1.3 Fatores Ambientais

Luminosidade, temperatura, umidade relativa e disponibilidade de nutrientes são fatores do meio ambiente que mais influenciam na composição e na qualidade da parte aérea e dos frutos de tomate (FONTES *et al.*, 2000).

O tomateiro se desenvolve bem em amplo espectro de latitude, tipos de solo, temperaturas e métodos de cultivo. É uma planta de clima tropical de altitude, que se adapta a quase todos os tipos de clima, não tolerando, porém, temperaturas muito elevadas. Se adapta melhor em ambiente quente, com boa iluminação e drenagem. Por isso, pode ser cultivado em várias partes do mundo (ALVARENGA, *op. cit.*; LOPES & STRIPARI, 1998).

As faixas de temperatura ótimas nos estádios de crescimento e desenvolvimento do tomateiro são: germinação (15 a 25° C), formação das mudas (20 a 25° C), florescimento (18 a 24 ° C), pegamento dos frutos (14 a 17° C, durante a noite e 19 a 24° C, durante o dia) e maturação (20 a 24 ° C), sendo fator preponderante na obtenção de maiores produções (ALVARENGA, *op. cit.*; MORAES, 1997). Temperaturas acima de 35° C, provocam redução na germinação, baixo desenvolvimento, morte prematura das plântulas, queda das flores, abortamento e desenvolvimento reduzido e queima dos frutos, clorose das folhas, prejuízo na polinização, menor aproveitamento dos nutrientes, com influência direta, na produtividade (SILVA & GIORDANO, 2000; ALVARENGA, *op. cit.*).

Quanto à umidade relativa do ar, segundo Moraes (1997), a faixa favorável situa-se em torno de 60 a 70 %, possibilitando um maior controle de doenças fúngicas, como requeima (*Phytophthora infestans*) e septoriose (*Septoria lycopersici*).

Carvalho *et al.* (2004) afirma que a combinação de flutuações de umidade, variações bruscas na temperatura e desequilíbrios nutricionais associados podem favorecer o aparecimento de distúrbios fisiológicos como: a morte de meristema apical; podridão apical dos frutos; bifurcação do rácimo; abortamento de flores; frutos rachados e defeituosos; branqueamento ou escurecimento dos frutos; maturação irregular dos frutos; lóculo aberto e rachadura do caule.

## 2.2 Nutrição e sanidade

De acordo com a concepção de trofobiose, segundo a qual: todo o processo vital encontra-se sob a dependência da satisfação das necessidades do organismo vivo, seja ele vegetal ou animal (CHABOUSSOU, 1960 *apud* CHABOUSSOU, 1987, p. 57), este autor destaca a importância da nutrição sobre o potencial biótico dos organismos vivos, entendendo a susceptibilidade do hospedeiro, relacionada com a presença de elementos nutritivos necessários ao crescimento e ao desenvolvimento do patógeno. Ou seja, a planta ou o órgão só será atacado, na medida em que, seu estado bioquímico, determinado pela natureza e pelo teor em substâncias solúveis nutricionais, corresponde às exigências tróficas do parasita em questão.

Conforme Chaboussou, *op. cit.*, o grau de intensidade dos danos causados pelos patógenos está estreitamente relacionado ao estado nutricional das plantas atacadas. Quando existe circunstância desfavorável à formação de proteínas na planta e ao crescimento, a tendência é de que se acumule compostos solúveis, na solução vacuolar da célula, favorecendo a nutrição de microorganismos patógenos e insetos fitófagos. Assim, a relação equilibrada na planta entre macro, micro e oligoelementos favorece o máximo de proteossíntese e, conseqüentemente, torna as plantas mais resistentes.

Excesso e carência de um ou mais elementos provocam desequilíbrio fisiológico normal da planta, alterando as estruturas anatômicas como também as propriedades bioquímicas, o que leva à diminuição da resistência natural e provocando alguma doença ou atraindo uma praga vegetal. (PRIMAVESI, 2003; CHABOUSSOU, 1987; BONILLA, 1992).

As principais mudanças anatômicas e bioquímicas que aumentam a severidade e a incidência de doenças são: paredes celulares e cutículas mais finas; acúmulo de compostos solúveis como açúcares simples e aminoácidos; menor suberização,

silificação e lignificação dos tecidos; menor síntese e acúmulo de compostos fenólicos e maior abertura ou mais tempo aberto, dos estômatos (CHABOUSSOU, *op. cit.*).

De acordo Primavesi (2003) as enzimas catalizam ou aceleram reações químicas que ocorrem nas plantas. Mas as enzimas precisam ser «ativadas», o que ocorre pela presença de minerais, especialmente o potássio e micronutrientes. Quando falta um mineral ativador, o processo químico se realiza muito devagar, a substância semiacabada se acumula, circulando na seiva sem poder ser aproveitada pela planta. Ao atingir uma concentração de 80 % na seiva, seu cheiro típico “chamará” a praga.

Burg & Mayer (2001) afirmam que em ambientes mais equilibrados plantas que se desenvolvem, e que estão bem nutridas fabricam os aminoácidos, mas rapidamente os ligam um ao outro, transformando-os em proteínas, que são substâncias mais complexas. Essas plantas não são atacadas por pragas, porque elas não encontram alimentos que possam digerir.

### **2.3 Nutrição mineral**

A produtividade da maioria das espécies agrícolas tende a aumentar com a quantidade de nutrientes minerais, que absorvem, até a faixa de consumo de luxo. Estes elementos, obtidos na forma de íons inorgânicos da solução do solo e de soluções nutritivas, são incorporados ao metabolismo vegetal, por meio do processo fotossintético, a partir da água e do CO<sub>2</sub> atmosférico. Assim, os nutrientes tornam-se componentes de moléculas estruturais, ativadores de enzimas, reguladores do grau de hidratação do protoplasma e, por extensão, da atividade biológica de proteínas (TAIZ & ZEIGER, 2004).

De acordo com Larcher (2000) metabolismo balanceado, alta produção de matéria seca e desenvolvimento adequado, na planta, exigem quantidades suficientes e proporções equilibradas de nutrientes. O tomateiro, portanto, é uma das hortaliças mais exigentes em nutrientes e responde a elevadas doses de fertilizantes químicos, apresentando demandas nutricionais diferenciadas com os estádios de desenvolvimento, com o ciclo de cultivo (curto, médio e longo), com o genótipo e com a época do ano, segundo (SILVA & GIORDANO, 2000; FONTES & SILVA, 2002).

Segundo Silva & Giordano, *op. cit.*, conhecer as exigências nutricionais do tomateiro é um fator preponderante para se obter uma produtividade elevada. Essa exigência varia de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura,

sendo que seu conhecimento é importante para a tomada de decisões sobre a aplicação racional de fertilizantes, com conseqüente redução do valor da produção (HAAG *et al.*, 1978, 1981).

Os teores de nutrientes nos diversos órgãos da planta apresentam grande variação e dependem da atividade metabólica e fisiológica da planta (MINAMI & HAAG, 1989). Os teores e acúmulos de nutrientes pela cultura variam principalmente de acordo com o estado de desenvolvimento da planta e com a cultivar. Outros fatores, como temperatura do ar e do solo, luminosidade, época de plantio, sistema de condução de plantas e espaçamento, também pode alterar a quantidade de nutrientes absorvidos (Alvarenga, 2004).

Gargantini & Blanco (1963), em Campinas-SP, utilizando a cultivar Santa Cruz<sup>1639</sup>, conduzida em ambiente protegido, observou que o nutriente absorvido em maior quantidade pelo tomateiro é o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg. As quantidades absorvidas em kg.ha<sup>-1</sup> foram, em ordem decrescente: K: 185; N: 94; Ca: 31; S: 28; P: 21 e Mg: 9. As absorções de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

Em condições de campo, foi realizado um experimento com a cultivar Roma VF, de crescimento determinado, por Haag *et al.* (1978). Até os 30 dias após a germinação a planta teve um crescimento lento. Após essa data, houve um crescimento acelerado, com o peso da matéria seca aumentando duas vezes e, seguindo assim a cada quinze dias, nos períodos de 45 aos 75 dias, atingindo o máximo aos 105 dias após a germinação. Quanto ao frutos, houve um crescimento de cerca de 20 vezes, no intervalo dos 45 aos 75 dias, praticamente duplicando o peso, no período dos 75 aos 90 dias e estabilizando aos 105 dias. As plantas absorveram os macronutrientes na seguinte ordem decrescente: K, N, Ca, Mg, P e S (FILGUEIRA, 2003).

Fayad *et al.* (2002) realizaram experimento, sobre absorção de nutrientes pelo tomateiro, cultivado sob condições de campo, com a cultivar Santa Clara. A ordem decrescente de acúmulo de nutrientes na parte aérea foi: K, N, Ca, S, P, Mg, Cu, Mn, Fe e Zn, alcançando os valores máximos de 360; 206; 202; 49; 32; 29 kg.ha<sup>-1</sup>; 3.415; 2.173; 1.967 e 500 g.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Existe preferência do tomateiro pela absorção do potássio, seguido do nitrogênio. Portanto, segundo Sonnenberg & Silva (2004), há uma grande divergência

entre as quantidades de nutrientes retiradas do solo pelo tomateiro e as quantidades adequadas e utilizadas, para se obter boa produtividade. Enquanto a planta extrai do solo grande quantidade de potássio, menos nitrogênio e pouco fósforo, as maiores produções de tomate no Brasil são obtidas adubando-se com muito fósforo, menos nitrogênio e menos potássio.

O acúmulo de massa seca no tomateiro é relativamente pequeno até 40 dias após o transplante. A partir desse período, ocorre grande acúmulo de massa seca até os 90 dias. A taxa de absorção de nutrientes acompanha o acúmulo de massa seca, e aumenta com o surgimento das primeiras flores, atingindo valores máximos nas fases de pegamento e crescimento dos frutos, voltando a decrescer durante a maturação dos frutos (SILVA & GIORDANO, 2000).

Fayad *et al.* (2002), ao cultivar dois híbridos de tomateiro, constatou que a máxima absorção diária dos nutrientes coincide com o período inicial da frutificação, afirmando que, neste período ocorre o estabelecimento de uma força mobilizadora de nutrientes e fotoassimilados.

A redução do uso de fertilizantes no tomateiro e o seu uso de forma racional, especialmente em ambientes tropicais e nas estações mais quentes do ano, é uma tendência atual (FURLANI *et al.*, 1999). O que reduz custos, garante a qualidade da produção e minimiza a contaminação do ambiente e suas consequências (GOTO & TIVELLI, 1998).

Na agricultura orgânica não é permitido a aplicação de adubos em quantidade e qualidade semelhante aos da agricultura convencional, principalmente com relação ao uso dos corretivos, contendo cálcio e do fósforo e dos sais N, P e K, em formas de alta solubilidade. Pelo contrário, é recomendado que as adubações, corretivas ou incrementos, sejam feitos, em função das necessidades do solo e da cultura, parcelados anualmente, com um máximo “x”, para não se correr o risco de desequilibrar todo o sistema, incluindo a biota do solo. De qualquer forma, são necessários mais estudos para se verificar o comportamento do ambiente e planta cultivada, com recomendações de adubações mais pesadas.

### **2.3.1 Nitrogênio e potássio: interação, função, influência na resistência das plantas, no crescimento e desenvolvimento e, na produção**

Segundo Minami & Haag (1989), o nitrogênio é essencial ao tomateiro, sendo sua forma de aplicação um dos fatores a serem observados com atenção. Na planta, quase todo o N se encontra na forma orgânica, representadas em maior proporção por aminoácidos e proteínas, além da clorofila e de enzimas (MALAVOLTA *et al.*, 1997). É o segundo nutriente mais absorvido pelo tomateiro, fundamentalmente na forma de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ . O íon  $\text{NH}_4^+$  reduz a absorção de outros cátions (Ca e Mg). No caso do tomateiro, a maior parte do nitrato é reduzida, nas folhas, a amônio (CASTRO *et al.*, 2005).

O Nitrogênio favorece o desenvolvimento foliar, com conseqüente aumento da capacidade de realizar a fotossíntese, tornando a planta capaz de aumentar a produtividade. No entanto, a aplicação excessiva desse elemento proporciona um crescimento exagerado do caule e folhas, podendo contribuir para o acamamento da planta, especialmente as de hábito de crescimento determinado. Por ser um elemento de grande mobilidade na planta, os sintomas de deficiência desse elemento aparecem primeiro nas folhas mais velhas, permanecendo as mais novas normais (CARVALHO *et al.*, 2004).

Os mesmos autores afirmam que, o excesso de N também contribui para tornar a planta menos resistente à falta de água, mais susceptível ao ataque de doenças, além de favorecer o aparecimento de doenças fisiológicas, tais como podridão apical, frutos ocos e ombro verde. Já os sintomas de deficiência de N são caracterizados por um pequeno desenvolvimento da planta, folhagem verde-pálido ou amarela, afinamento das folhas novas e, em fase aguda, paralisação do desenvolvimento das raízes.

Um dos aspectos mais relevantes na função metabólica do N é seu caráter de componente estrutural em proteínas, purinas, pirimidinas, clorofilas, enzimas e muitas coenzimas. O fornecimento de N de forma inadequada tem, portanto uma influência negativa e imediata no metabolismo de uma planta. Os compostos nitrogenados participam do transporte de micronutrientes a longa distância (Mn e Cu, por exemplo). Em condições de estresse hídrico, osmótico ou térmico, observam-se acúmulos significativos de betaínas e prolinas, responsáveis pela função de tolerância a seca em plantas. De maneira similar, a deficiência de K favorece o acúmulo de poliamidas, aos quais exercem a mesma função de osmoregulação (CASTRO *et al.*, 2005).

Mendoza (1982) afirma que o N favorece o desenvolvimento foliar, que aumenta a capacidade fotossintética da planta, tornando-a mais produtiva. Por outro lado Carvalho *et al.* (2004) comenta que o uso inadequado do Nitrogênio, principalmente o excesso, poderá trazer mais problema para a cultura do que a sua deficiência.

De acordo com Marenco & Lopes (2005), a maior parte do N das folhas encontra-se nos cloroplastos (70 %), sendo este elemento facilmente translocado. A deficiência deste elemento se dá em folhas velhas, através de clorose uniforme. Em casos severos, essas folhas tornam-se completamente amarelo-pardas e senescem. As folhas novas permanecem verdes por um tempo maior, por receberem formas solúveis de N, muitas vezes provenientes do processo de translocação do N das folhas velhas. Em plantas de tomateiro, a deficiência de N pode também ser expressa pelo acúmulo de antocianina (arroxamento) de caules, pecíolos e folhas inferiores (MARENCO & LOPES, 2005).

Taiz & Zeiger (2004) destacam que plantas de tomateiro sob deficiência de N apresentam acúmulo de antocianina devido ao conseqüente acúmulo de carboidratos não utilizados no metabolismo do N, os quais são utilizados na síntese deste pigmento.

Furlani (2004) também destaca que existem mudanças morfológicas na planta com deficiência de N, tais como redução no comprimento, largura e espessura das folhas. Epstein & Bloom (2006) destacam que na deficiência de N o crescimento das plantas de tomateiro é retardado, existindo clorose generalizada e hábito estiolado, com aparência não viçosa, com frutos frequentemente coloridos. Já o excesso de N em tomateiro causa enfolhamento abundante, com coloração verde-escura e alta relação massa seca de parte aérea/massa seca de raízes. No estágio reprodutivo observam-se rachaduras nos frutos (MARENCO & LOPES, *op. cit.*).

Souza & Fernandez (2006) destacam que a absorção em excesso de  $\text{NH}_4^+$  interfere no balanço de água nas plantas, reduzindo o fluxo de água das raízes para a parte aérea, de modo que as plantas não tolerantes acabam murchando. Alguns sintomas de toxidez de  $\text{NH}_4^+$ , como folhas enroladas, podem ser reflexo do aumento da resistência ao movimento radial da água em plantas sob nutrição amoniacal. O nível de exsudação em plantas de tomate tratadas com  $\text{NH}_4^+$  sofre rapidamente redução de até 60 %, quando comparadas com plantas sob nutrição nítrica.

Segundo Carvalho *et al.* (2004), a toxidez do Nitrogênio diminui o tamanho do fruto, qualidade, cor e sabor. Diminui também o teor de sólidos totais no suco

e aumenta a acidez titulável. A maturação dos frutos fica mais tardia. Além disso, o excesso favorece algumas doenças fúngicas e bacterianas, por tornar a planta mais tenra, nos frutos o excesso prejudica a sua qualidade, formando frutos ocos e favorecendo a podridão apical (FILGUEIRA, 2003).

Como o nitrogênio tem um papel muito importante em todos os processos metabólicos e na codificação genética, é esse elemento em termos de quantidade e qualidade disponíveis, dentre os componentes alimentares, o que geralmente limita o crescimento e fecundidade dos insetos (PARRA, 1991).

O efeito do Nitrogênio na resistência das plantas aos patógenos pode ser entendida da seguinte forma. Quando a sua oferta é alta, aumenta a demanda por carbono da fotossíntese, comprometendo a síntese de metabólitos secundários pela via do ácido chiquímico. Esta condição reduz a produção de compostos fenólicos (fungistáticos) e de lignina na folha. O nitrogênio também aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que aparentemente têm maior influência que os açúcares na germinação e no desenvolvimento das doenças fúngicas. Esta condição favorece o desenvolvimento de parasitas obrigatórios (YAMADA & ROBERTS, 2004).

A maioria desses efeitos sobre a resistência das plantas se refere à sensibilização da planta em relação a moléstias e insetos. Chaboussou (1987) faz referência a alguns trabalhos citados abaixo:

- Reprodução crescente de pulgões (*Brevicoryne brassicae* e *Myzus persicae*), com a elevação do teor de N solúvel no floema, após o uso de adubos nitrogenados.

- Crescimento de populações de ácaro vermelho europeu (*Panonychus ulmi*) em macieira, após fertilização do pomar com Sulfato de Amônia.

- Fecundidade de *Saccharosyne saccharivora* – a cigarrinha da cana de açúcar – e o teor de N nas folhas aumentam após aplicação de Sulfato de Amônia.

De forma geral, os adubos nitrogenados provocam o desenvolvimento de numerosas moléstias, como ferrugens, fungos causadores da cladosporiose (*Cladosporium fulvum*), no tomate e da requeima (*Phytophthora infestans*) na batata (HERLIHY, 1970, *apud* CHABOUSSOU, 1987, p. 152).

Segundo Malavolta (2006) o excesso de nitrogênio aumenta o teor de aminoácidos livres o que pode também ser causado pela deficiência de outros elementos como K, S, Zn, que dificultam a síntese protéica. O uso dos adubos nitrogenados,

sobretudo amoniacais, de natureza química provoca, em muitos casos, efeitos nefastos, tornando as plantas suscetíveis a pragas e doenças. Isto ocorre porque a acumulação de substâncias solúveis, sobretudo aminoácidos livres, ocorre em abundância nos vacúolos celulares. Como se sabe, estes produtos são muito solicitados pelos fitófagos succívoros em geral, favorecendo a sua fecundidade, a vitalidade e a velocidade de reprodução, o que significa, na prática, um ataque intenso das pragas (BONILLA, 1992).

Marschner (1995) relatou que em suplementações elevadas de nitrogênio, ocorre uma alta demanda de carbono da fotossíntese via ciclo de Krebs comprometendo a síntese de metabólitos secundários pela via do ácido chiquímico, enfatizando ainda que aplicações supra-ótimas de fósforo e potássio comumente não causam efeito significativo nas doenças, porém o excesso de nitrogênio pode favorecer doenças fúngicas, principalmente onde o fósforo e potássio estiverem em níveis baixos.

O mesmo autor cita a influência da alta concentração de nitrogênio na diminuição da produção de compostos fenólicos (fungistáticos) e de lignina nas folhas, reduzindo a resistência aos patógenos obrigatórios. Afirma que o nitrogênio aumenta a concentração de aminoácidos e de amidas no apoplasto e na superfície foliar, que possivelmente tem maior influência que os açúcares na germinação e no desenvolvimento dos conídios, favorecendo assim, o desenvolvimento das doenças fúngicas.

É importante ressaltar que os mecanismos de resistência também consideram o equilíbrio N:K na planta. Assim (Trolldeneer & Zehler, 1977 *apud* Chaboussou, 1987, p. 154), observaram que um grande número de organismos patogênicos depende de constituintes solúveis das células, como açúcares e aminoácidos. Estes compostos são encontrados em concentrações elevadas nas plantas abundantemente providas com nitrogênio, assim como, nas plantas carentes em potássio. Acrescentam ainda, que a carência de K restringe a fosforilação, de forma que se acumulam os hidratos de carbono com reduzido peso molecular e os compostos nitrogenados solúveis. E que, estudos indicam que há quantidades mais elevadas de compostos com baixo peso molecular nas cultivares susceptíveis que nas resistentes.

Estudos feitos sobre a interação entre o fornecimento de N e a incidência de doenças fúngicas, como a pinta preta (*Alternaria solani*) e a septoriose (*Septoria lycopersici*), demonstram efeitos sobre a produtividade. À medida que a doença progride e aumenta a suscetibilidade à infecção, pela redução fotossintética da área foliar,

aumenta também o desequilíbrio entre a necessidade de nutrientes nos frutos e o suprimento de nutrientes pelas folhas (ROTEM, 1994).

As plantas podem estar predispostas à doença devido às condições culturais. A adubação com altas doses de nitrogênio reduz a incidência de pinta-preta (FRY, 1982; RICHARDS & JONES, 1946). No entanto, Rotem, *op. cit.*, afirmou que o efeito do nitrogênio na redução da severidade da pinta-preta depende das condições do ambiente.

Barclay *et al.* (1973) demonstraram que a pinta-preta na batata foi reduzida pela alta aplicação de nitrogênio, mantendo-se sempre níveis constantes de fósforo e obtendo plantas mais vigorosas, porém houve diferença entre a adubação para o controle da doença e a adubação para produção máxima.

O efeito da aplicação de nitrogênio em relação aos fatores ambientais na severidade da pinta preta no tomateiro foi avaliado por Sharma & Kumar (1998), que concluíram que não houve efeito significativo direto do nitrogênio sobre a severidade da pinta preta. Estes autores observaram que temperatura máxima de 29,6° C e a mínima de 22,0° C e a precipitação pluviométrica de 128 mm na estação chuvosa e no inverno de 23,4° C, 8,7° C e 7,1 mm, respectivamente, aumentaram a severidade da pinta preta em relação à adubação nitrogenada. Concluíram que o aumento da taxa de infecção aparente em todos os níveis de nitrogênio foi devido aos fatores meteorológicos.

Sob nutrição amoniacal, são observados sintomas de deficiência de K nas plantas, mas este efeito pode ser correlacionado à redução da exsudação e não a perda de K pelas raízes. O K tem ação importante na ativação das enzimas de assimilação de N, consideradas mecanismos de importância fundamental para a regulação dos níveis tóxicos de  $\text{NH}_4^+$  no citosol. Plantas de tomateiro com bom suprimento de K tiveram, por exemplo, uma redução de lesões ocasionadas pela toxidez amoniacal, em suas folhas (SOUZA & FERNANDEZ, 2006).

A interação entre o N e o K é não competitiva, de modo geral, sendo que a absorção de um eleva a demanda do outro. O estímulo do crescimento provocado pela adição de N pode levar à deficiência de K por efeito de diluição. O suprimento balanceado de N e de K frequentemente aumenta a resposta de ambos, mas a não adição de um deles em solos deficientes pode levar a decréscimos na resposta tanto em produção quanto em acúmulo do nutriente (CANTARELLA, 2007).

O nitrogênio, comparado com os outros nutrientes, tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção de outros nutrientes, levando-se em conta os processos fisiológicos das plantas, sendo, portanto mais importante em termos de controle da nutrição ótima das plantas (HUETT & DETTMANN, 1988).

No tomateiro, a elevação no nível de N fornecido às plantas aumenta o peso da massa de matéria seca das raízes, do caule, das folhas e dos frutos, a altura da planta, o número de folhas, a área foliar, o florescimento, a frutificação e a produtividade. Em condições de campo, a nutrição ótima dessa olerácea pode ser alcançada quando a quantidade aplicada de fertilizantes nitrogenados for igual à alta demanda que ocorre durante o período de crescimento dos frutos (SINGH & SHARMA, 1999; HUETT & DETTMANN, *op. cit.*)

O suprimento inadequado de N, no começo da fase reprodutiva do tomateiro, durante o desenvolvimento da primeira inflorescência, reduz as taxas de expansão foliar e de crescimento da parte aérea. Tal escassez provoca, nas folhas: síntese de polifenóis, os quais inibem os reguladores do crescimento; a coloração amarelada e o aumento na quantidade de amido nos cloroplastos; demonstrando que o metabolismo é profundamente modificado. A rápida resposta do tomateiro deve-se à pequena reserva de N, durante o período de desenvolvimento da primeira inflorescência (QUIJADA *et al.*, 1992).

Para suprir as exigências nutricionais do tomateiro, podem ser adicionados ao solo fertilizantes químicos, matéria orgânica ou ambos (RAHMAN *et al.*, 1997; HUNTER & TUIVAVALAGI, 1998). O N estará disponível, em função da taxa de mineralização da matéria orgânica, da quantidade de N imobilizado, da temperatura, da umidade, do pH e da aeração do solo, das perdas do N por lixiviação e da razão C:N do material (SALEK *et al.*, 1981; FRANCIS & COOPER, 1998).

O N sofre variações na recomendação para o tomateiro, em função de sua exploração acontecer em todo o ano e em diferentes regiões no Brasil. Na região Centro-Oeste, as melhores produções são obtidas na época do ano em que a precipitação e a temperatura são mais baixas, normalmente no período de outono/inverno. Para que os rendimentos sejam otimizados existem requerimentos específicos, para o tomateiro.

A chamada “época não ótima” caracteriza-se por elevadas: temperatura, umidade relativa, radiação solar e precipitação pluviométrica; condições

adversas, que favorecem o desenvolvimento de pragas e doenças; aceleram os processos de respiração, floração e formação dos frutos (SAM & IGLESIAS, 1994).

Nessas condições, também há desenvolvimento vegetativo reduzido; aumento da taxa de abortos florais; produção de frutos de baixa qualidade (DOMINÍ *et al.*, 1993). Além disso, há o decréscimo nos teores de N, aminoácidos e proteínas e aumento nos teores de prolina, nos tecidos do tomateiro (SUPATRA *et al.*, 1998).

O nitrogênio desempenha importante papel na biossíntese de açúcares nas folhas, durante o processo de fotossíntese, os quais podem ser translocados para os frutos, aumentando a concentração de sólidos solúveis destes e conseqüentemente o seu aumento de peso e do número de frutos, por planta (FERREIRA *et al.*, 2003).

O potássio é o cátion mais importante na fisiologia vegetal, não faz parte de compostos específicos, sem que tenha portanto, uma função estrutural. Não faz parte de estrutura ou molécula orgânica na planta (MEURER, 2006). É absorvido como  $K^+$ , pelas raízes das plantas, mantendo-se nessa forma (RAIJ, 1991), podendo ser facilmente deslocado nas células ou tecidos da planta (LINDHAUER, 1985) e remobilizado para as folhas mais jovens (TAIZ & ZEIGER, 2004).

É o mais abundante cátion no citoplasma. É extremamente móvel na planta, e transportado a longas distâncias pelo xilema e floema, com importante papel no estado energético da planta, na translocação e no armazenamento de assimilados. O K atua na regulação do potencial osmótico das células vegetais, manutenção da turgidez nas células, controla a abertura e fechamento dos estômatos, e é responsável pela ativação de enzimas envolvidas na fotossíntese e na respiração (RAIJ, 1991; TAIZ & ZEIGER, *op. cit.*).

O K compete com outros cátions como, o Ca e o Mg, o que é explicado pelo fato de as plantas possuírem alta eficiência na absorção deste elemento. O K é de extrema importância na fotossíntese, através do metabolismo de carboidratos, regulação quimiosmótica, assim como no metabolismo de compostos nitrogenados (YAMADA & ROBERTS, 2004; TAIZ & ZEIGER, *op. cit.*).

Para Ernani *et al.* (2007), o K atua não somente na resistência fitossanitária, por meio da resistência e da permeabilidade das membranas plasmáticas, mas também na síntese de carboidratos, de proteínas e de ATP. A energia do ATP

produzido na respiração ou na fotossíntese é usada no acúmulo de potássio nas células guardas (MALAVOLTA, 2006).

Plantas deficientes em K podem ter respostas estomáticas alteradas, uma vez que o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos é dependente do fluxo de potássio nas células guardas. Quando os teores de K estão adequados nas plantas, estas apresentam número e tamanho de estômatos maiores por unidade de área foliar, facilitando as trocas gasosas nos tecidos (MORAES, 2006).

Frutos novos e tecidos meristemáticos têm altos teores de K (RAIJ, 1991). Nos tecidos meristemáticos se opera a proteossíntese, explicando-se o papel do potássio na estruturação das proteínas, o que contribui para a maior resistência às moléstias e pragas (CHABOUSSOU, 1987). Perrenoud (1990) concorda que o potássio está envolvido nos mecanismos de defesa da planta. Ele argumenta que plantas bem nutridas em potássio apresentam redução na incidência, severidade e nos danos causados por insetos e fungos. Isso porque, em altas concentrações de potássio nos tecidos ocorre uma síntese e o acúmulo de compostos fenólicos nas plantas, os quais atuam como inibidores de insetos e fungos.

Plantas deficientes em potássio têm a turgidez reduzida e, sob deficiência de água, tornam-se flácidas. A resistência à seca é reduzida e tornam-se mais susceptíveis a fungos (RAIJ, *op. cit.*). A deficiência de K normalmente reduz o tamanho dos internódios, a dominância apical e o crescimento das plantas, além de retardar a frutificação e diminuir o tamanho e a coloração dos frutos. Os sintomas de deficiência de K surgem nas folhas mais velhas, devido a sua alta mobilidade no floema e, se caracteriza como clorose e necrose das margens e pontas das folhas. Contudo essa deficiência não revela sintomas imediatos, caracterizando situação de “fome oculta” (TAIZ & ZEIGER, 2004; RAIJ, *op. cit.*).

O potássio é o nutriente mais extraído pelo tomateiro e absorvido por processo ativo. O transporte a longa distância se faz pelo xilema e também pelo floema. A absorção atinge o seu máximo na presença do cálcio no meio (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Segundo Sonnenberg & Silva (2004) a intensidade máxima de absorção de potássio, no tomateiro, ocorre entre 100 e 120 dias de idade do tomateiro, o que justifica o parcelamento da aplicação de potássio. Parte do potássio deve ser parcelada em várias coberturas e sempre acompanhada pelo nitrogênio, pois segundo Marschner

(1995), o aumento do teor de K na planta, até certos limites, pode aumentar significativamente a taxa de absorção de  $\text{NO}_3^-$ .

Meurer (2006) destaca que o K favorece o incremento de massa de raízes, aumento na resistência a temperaturas baixas, resistência ao acamamento e incremento na nodulação das leguminosas. O K influencia no maior tempo de armazenamento do tomateiro, dentre outras culturas. Já Furlani (2004), enumerando as funções do K, destaca a sua participação no balanço entre cátions e ânions, no alongamento celular, na estabilização do pH citoplasmático, neutralizando íons orgânicos e inorgânicos, no transporte de açúcares.

A carência de K provoca aumento das enzimas de decomposição e acúmulo de aminoácidos livres. Quando o K é fornecido de forma equilibrada, os aminoácidos são utilizados de forma adequada, na síntese de proteínas (CHABOUSSOU, 1987).

Malavolta (2006) exemplifica que o K pode manifestar o seu efeito sobre doenças das seguintes maneiras: em situação de deficiência, há uma menor formação da parede celular e da espessura da cutícula, assim como uma maior acumulação de carboidratos e aminoácidos livres. Por outro lado, o excesso de K gera desequilíbrio na relação K:Ca e K:Mg, menor formação da lamela média da parede por falta de Ca, quebra do funcionamento normal da membrana plasmática e baixa formação de ATP, vital para os processos fisiológicos das plantas cultivadas.

Perrenoud (1990) afirma que a intrincada relação entre nutrição com K e seus metabólicos e funções fisiológicas na planta, bem como a sua inter-relação com vários outros nutrientes dentro da planta e do solo, fornecem uma ampla oportunidade para a modificação da resistência ou suscetibilidade às doenças. Em geral, uma relação inversa é encontrada entre K disponível no solo e a severidade da doença causada por bactérias e fungos (HUBER & ARNY, 1985).

Em batatas, adubação potássica diminuiu a incidência de várias doenças, como a requeima (*Phytophthora infestans*), podridão seca (*Fusarium ssp.*), sarna pulverulenta (*Spongospora subterrânea*) e pinta-preta (*Alternaria solani*) (PERRENOUD, 1990; MARSCHNER, 1995).

Aplicações de potássio resultaram na supressão de doenças como a mancha-Tikka (*Cercospora archidicola* Hori.) em amendoim (Umar *et al.*, 1997) e doença

de manchas foliares em algodão (pequenas lesões marrons causadas por *Cercospora*, *Alternaria* e *Stemphylium*) (HARRIS, 2001).

Tem sido demonstrado aumento de produtividade do tomateiro com o aumento da dose de N (WINSOR *et al.*, 1967; ADAMS *et al.*, 1978; FERREIRA *et al.*, 2003) e de K (SAXENA *et al.*, 1975; SAMPAIO, 1996; CHURATA-MASCA *et al.*, 2001) aplicadas. A ausência de resposta a esses nutrientes também tenha sido verificada (PILL *et al.*, 1978; BOJÓRQUEZ *et al.*, 2001).

O K pode aumentar a produção do tomateiro, em cerca de 30% (FREIRE *et al.*, 1980; CARVALHO *et al.*, 2004), além de melhorar a qualidade comercial dos frutos, podendo influenciar a síntese de carotenóides, de modo especial o licopeno, que é responsável pela cor vermelha do tomate. Apesar de que, frutos bem formados, não possuem a presença de espaços vazios em seu interior. E, em condições de carência desse nutriente, pode ocorrer redução do peso médio e do tamanho dos frutos e da concentração de sólidos solúveis (CASTELLANE, 1982).

Fontes *et al.* (2000), ao estudar doses de potássio, concluíram que a produtividade foi otimizada com o fornecimento de 198 kg.ha<sup>-1</sup> de K. São elevadas as demandas por K em cultivos protegidos para o crescimento vegetativo, produção de frutos e qualidade dos frutos.

Feltrin, *et al.* (2005) avaliando o efeito da aplicação de sulfato e cloreto de potássio, via fertirrigação por gotejamento, na produtividade e nas características de qualidade de frutos de tomateiro, concluíram que a fonte de potássio pode influenciar na sua produtividade, sendo o cloreto de potássio melhor, dependendo da cultivar utilizada. Para obtenção de frutos de melhor qualidade, o efeito das cultivares neste experimento demonstrou-se ser mais importante do que as fontes de adubo potássico.

A manutenção de uma razão de fornecimento de N e K em torno de 1:2 e 1:3 na fase de enchimento de frutos, associada a um controle eficiente da irrigação, aumenta a qualidade de frutos (PRADO, 2001).

Genuncio *et al.* (2010) observaram que, em hidroponia, as razões N:K não afetaram a produção de frutos comerciais e o teor de sólidos solúveis, apesar de um aumento de 6,5% na produção na razão N:K 1:2. A razão N:K 1:2 em hidroponia aumentou a massa e o diâmetro médio dos frutos comerciais, reduzindo a concentração de K nos frutos. No sistema fertirrigado, a razão N:K 1:3 estimulou o crescimento vegetativo

do tomateiro, mas não afetou a produção e a qualidade dos frutos. Em hidroponia a razão N:K 1:2 forneceu frutos de maior qualidade comercial.

Gusmão *et al.* (2006), avaliando quatro cultivares de tomate cereja em cultivo protegido sob densidade de 4 plantas por m<sup>2</sup>, obtiveram produções totais de frutos entre 6 e 8 kg.m<sup>-2</sup>. Já Feltrin *et al.* (2005), trabalhando em casa de vegetação com fertirrigação em solo, obtiveram produção de frutos de 3,8 kg.planta<sup>-1</sup> para a cultivar *Swett Million* (tipo cereja).

Genuncio *et al.* (2010) obtiveram produções de frutos totais de atingiu 8,5 e 6,9 kg.m<sup>-2</sup>, e a produção de frutos comerciais 7,6 e 5,4 kg.m<sup>-2</sup>, nos experimentos hidropônico e fertirrigado, respectivamente, na média das duas razões N:K, para a cultivar San Marzano. E para a cultivar Santa Clara, a produção média de frutos totais foi 8,2 e 5,9 kg.m<sup>-2</sup>, e a produção de frutos comerciais 8,0 e 4,9 kg.m<sup>-2</sup>, nos experimentos hidropônico e fertirrigado, respectivamente.

Machado *et al.* (2007), em trabalho a campo, irrigado por gotejamento, obtiveram produtividades de frutos totais de 75 e 84 t ha<sup>-1</sup>, e de frutos comerciais de 64 e 69 t ha<sup>-1</sup>, para os híbridos Heinz 9780 e Kátia (ambos do tipo italiano), respectivamente. Caliman *et al.* (2005) verificaram produção comercial de 60 t ha<sup>-1</sup> da cultivar Santa Clara em sistema protegido sob gotejamento.

## 2.4 Biofertilizantes

De acordo com Instrução Normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008 (BRASIL, 2008), biofertilizante é um produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, desde que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos.

Os biofertilizantes líquidos podem conter nutrientes necessários para crescimento e desenvolvimento dos vegetais e ainda, atuar como protetor natural das plantas cultivadas, promovendo controle de doenças e pragas. Sua composição depende do material utilizado na fabricação. Quanto mais diversificada for, maiores serão as possibilidades de interações entre microorganismos antagonistas e conseqüentemente, maiores as chances de controlar doenças.

Os biofertilizantes são obtidos através da fermentação aeróbica ou anaeróbica, de materiais orgânicos, com adição de água. Eles contêm células vivas ou latentes de microorganismos (bactérias, as leveduras e os bacilos), que atuarão na fermentação, possibilitando além da disponibilização de nutrientes para as plantas e ativação de microorganismos no solo, um efeito fito hormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos (SILVA *et al.*, 2007).

Os microorganismos agem sobre a matéria orgânica e substâncias ali presentes, durante aproximadamente sessenta dias e, por meio de reações bioquímicas, transformam a matéria orgânica original, em um produto mais estável, aumentando a diversidade de agentes biológicos benéficos às plantas e, liberando diversas substâncias, como enzimas, antibióticos, hormônios, vitaminas, fenóis, ésteres e ácidos (BETTIOL *et al.*, 1998).

Vessey (2003), afirma sobre os biofertilizantes que estes promovem proliferação de micro-organismos capazes de exercer efeitos benéficos sobre o crescimento das plantas. A aplicação de biofertilizantes ao solo aumenta a disponibilidade de nutrientes, devido à ação de microrganismos e das substâncias húmicas existentes no insumo que quebram compostos orgânicos e solubilizam os nutrientes, deixando-os na forma disponível para as plantas.

Os biofertilizantes líquidos podem ser usados em várias culturas e sistemas de produção, contudo são difundidos principalmente, em hortas e pomares, nos sistemas orgânicos de produção. São aplicados como adubo foliar, em hidroponia, sobre as sementes, ou diretamente no solo. Os nutrientes estão mais prontamente disponíveis nos biofertilizantes, do que em adubos orgânicos não líquidos. Assim a sua absorção pelas plantas se efetua com muita rapidez, de modo que é muito útil para as culturas de ciclo curto ou no tratamento rápido de deficiências nutricionais das plantas (SILVA *et al.*, 2007).

No entanto, os biofertilizantes por si só não são indicados para se obter altos índices de produtividade, ainda que se aumente a concentração de nutrientes, através da adição de cinzas, urina de vaca, plantas trituradas, frutas, farinhas de rochas naturais, leite, esterco ou macro e micronutrientes concentrados (TIMM *et al.*, 2004). Assim, os biofertilizantes são indicados como fonte imediata de nutrientes, complementando o que existe no solo e a demanda da planta (SILVA *et al.*, 2007).

Santos (1991), em uma pesquisa pioneira, avaliou a composição química de um biofertilizante, obtido através da fermentação de esterco de curral de gado

leiteiro, aos trinta, sessenta, noventa e cento e vinte dias de fermentação. A pesquisa demonstrou a viabilidade nutricional do biofertilizante, em campo, pelo aumento da produção e produtividade, em lavouras de citros e maracujá. Observou que a maior concentração de nutrientes se deu aos trinta dias, encontrando os seguintes teores ( $\text{mg.l}^{-1}$ ), aos trinta e cento e vinte dias, respectivamente: 1668,0 e 320,0 -  $\text{PO}_4$ ; 970,0 e 500,0 - K; 3260,0 e 2372,0 -  $\text{CaCO}_3$ ; 312,0 e 312,0 - Mg; 447,0 e 112,0 -  $\text{SO}_3$ ; 1,1 e 1,0 - B; 1,1 e 0,2 - Cu; 44,7 e 11,0 - Fe; 16,6 e 4,6 - Mn; 1,0 e 1,0 - Mo; 6,7 e 1,7 - Zn; 83,1 e 177,0 -  $\text{SiO}_2$ ; 1160,0 e 840,0 - Cl; 166,0 e 257,0 - Na.

Castellane & Araújo (1994), encontraram teores médios de nutrientes ( $\text{mg.l}^{-1}$ ) presentes em soluções nutritivas tradicionais empregadas nos sistemas de cultivo sem solo, para as espécies vegetais, nas faixas de: 125 a 238 - N- $\text{NO}_3$ ; 39 a 62 - P; 176 a 426 - K; 119 a 161 - Ca; 24 a 43 - Mg; 32 a 54 - S; 0,3 a 0,2 - B; 0,03 a 0,05 - Cu; 2,2 a 5,0 - Fe; 0,4 a 1,1 - Mn; 0,05 - Mo; 0,3 - Zn.

Já Menezes Júnior & Albuquerque (2007), encontraram as seguintes quantidades de nutrientes ( $\text{mg.l}^{-1}$ ), em solução concentrada, aos 22 dias e após 72 horas, para os métodos de extração Vairo dos Santos e Menezes Júnior, respectivamente: 270,0 e 163,8 - N- $\text{NO}_3$ ; 5,62 e 5,18 - P; 2242,6 e 10297,1 - K; 203,52 e 151,33 - Ca; 273,95 e 235,83 - Mg; 0,30 e 0,39 - Cu; 2,44 e 3,69 - Fe; 1,60 e 2,23 - Mn; 332,0 e 255,64 - Na. Estes autores constataram o grande potencial de uso dos biofertilizantes obtidos pelos distintos métodos de extração, tanto para a complementação nutricional dos cultivos, quanto para seu uso diluído como solução nutritiva.

Bisso *et al.* (2003), concluíram que a alta fertilidade do solo comprometeu o efeito nutricional do biofertilizante, sem portanto, encontrarem diferenças significativas entre os tratamentos, para os parâmetros fitotécnicos avaliados, ao estimarem a resposta da Calêndula (*Calendula officinalis* L.) ao uso de biofertilizante anaeróbico.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Instalação do experimento**

O experimento foi conduzido na Fazenda Nossa Senhora Aparecida, área de associado produtor da Associação para o Desenvolvimento da Agricultura Orgânica - Goiás (ADAO-GO), no município Hidrolândia - GO, em área cultivada sob o sistema orgânico de produção, com coquetel de leguminosas para a adubação verde, milho e amendoim, nos três anos anteriores, respectivamente.

A localidade possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16° 57' 44" S; longitude 49° 13' 41" W e altitude de 814 metros (SEPLAN-GO, 2003).

O clima é do tipo é do tipo AW (KÖPPEN, 1948) tropical úmido, caracterizando-o duas estações bem definidas: uma seca, que corresponde ao outono e ao inverno, indo de maio a setembro; e, outra, com chuvas, correspondendo ao período de primavera e verão, de outubro a abril.

A precipitação média anual, da ordem de 1.500 mm, concentra-se principalmente entre dezembro e março. Em junho e julho, as precipitações são praticamente nulas. As temperaturas médias são da ordem de 18°C (inverno) e 30°C (verão). A média anual é de 23°C.

No Experimento I e Experimento II, em 2010 e 2010/2011, respectivamente, os dados meteorológicos de Hidrolândia - GO e as médias das temperaturas máximas a mínimas variaram conforme Tabela 1.

As plantas foram conduzidas a campo, nos períodos de fevereiro a maio de 2010 - Experimento I e, novembro de 2010 a fevereiro de 2011 - Experimento II.

Tabela 1. Dados meteorológicos de Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Experimento	Mês/ano	Temperatura (°C) (médias)		Precipitação (mm)	Umidade Relativa do Ar (%)
		Máx	Mín		
I	Fevereiro 2010	29,8	19,8	109,4	70
	Março 2010	29,8	19,1	93,0	65
	Abril 2010	28,0	17,5	109,0	50
	Maio 2010	26,4	15,6	4,0	30
II	Novembro 2010	28,7	18,1	97,0	65
	Dezembro 2010	29,0	19,3	217,4	85
	Janeiro 2011	27,5	19,1	380,2	95
	Fevereiro 2011	28,9	19,5	112,5	70

Fonte: Embrapa Informática Agropecuária - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura e Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás.

Os estádios fenológicos do tomateiro cultivado, no Experimento II, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Estádios fenológicos do tomateiro, do Experimento II, no período de 16/10/10 a 12/02/11, em Hidrolândia, GO.

Estádios	Data	D	DAT
I - Semeadura	25/10/10 a 20/11/10	25	-
II - Início do florescimento	21/11/10 a 11/12/10	28	28
III - Início da frutificação	12/12/10 a 25/12/10	15	43
IV - Início da maturação/colheita	26/12/10 a 22/01/11	25	63
V - Colheita	23/01/11 a 12/02/11	21	84
Total/Média	16/10/10 a 12/02/11	116	

Estádios: I - semente até o transplante; II - desde o transplante até 70 a 80% do desenvolvimento vegetativo (início do florescimento); III - desde o final do estágio II até o início da frutificação; IV - desde o final do estágio III até a maturação; V - desde o final do estágio IV até a colheita; D - duração do estágio (dias); DAT - Dias após transplante.

### 3.2 Solo: características, correção, adubação e preparo

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho - LVe, assim classificado, segundo a Embrapa (2006). A área experimental, correspondente a 40 m<sup>2</sup>, foi cultivada nos três anos anteriores com coquetel de leguminosas, milho e amendoim, em cada ano, sequencialmente. Para determinar a necessidade de calagem e adubação, foram coletadas 05 amostras simples a 20 cm de profundidade que compuseram uma amostra composta, enviada ao Laboratório Solocria, em Goiânia-GO, onde foram realizadas as análises. Os resultados das análises para o Experimento I e Experimento II, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados das análises químicas do solo, da área experimental. Hidrolândia, GO, 2010 e 2010/2011.

Dados do Experimento I											
Solo	Amostra	pH	M.O.	P (Mel.)	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	K
LVe	Área 11	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	-- mg/dm <sup>3</sup> (ppm) --	--	---	cmolc/dm <sup>3</sup> (mE/100 ml) ---	---	---	---	---
		4,5	26,0	0,8	31,0	3,4	1,0	0,4	0,3	2,6	0,08
		CTC	Sat.	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
		Bases									
		----- mg/dm <sup>3</sup> (ppm) -----									
		4,09	36,40%	2,0	0,05	1,9	0,18	1,3	54,0	16,2	0,09
Dados do Experimento II											
Solo	Amostra	pH	M.O.	P (Mel.)	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	K
LVe	Área 11	CaCl <sub>2</sub>	g/dm <sup>3</sup>	-- mg/dm <sup>3</sup> (ppm) --	--	---	cmolc/dm <sup>3</sup> (mE/100 ml) ---	---	---	---	---
		5,9	24,0	13,2	134,0	2,0	3,0	0,8	0,0	2,0	0,34
		CTC	Sat.	Na	Co	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo
		Bases									
		----- mg/dm <sup>3</sup> (ppm) -----									
		6,15	67,46%	2,0	-	4,3	0,19	1,4	32,6	32,0	-

A quantidade utilizada de calcário dolomítico Filler, PRNT 100%, foi a de 1 ton.ha<sup>-1</sup> ou seja, o equivalente a 48 kg, distribuídos a lanço, na área experimental, 1 mês antes do plantio.

A adubação de plantio, feita diretamente na linha, foi a seguinte:

- 1,33kg por metro linear de húmus de minhoca, produto que apresenta a composição de 42 a 56% de matéria orgânica; 1,66 a 2,04% de nitrogênio, 1,42 a 3,82% de fósforo total, 1,44 a 2,23% de potássio, 5,44 a 7,26% de cálcio, umidade de 45 a 58% e pH 7,11 a 7,54.

- 0,125 kg por metro linear do adubo “Yoorim Master 1”, que apresenta a composição de 17,5% de fósforo total, 7% de magnésio, 20% de cálcio, 0,55% de zinco, 0,1% de boro, 0,12% de manganês, 0,006% de molibdênio e 0,05% de cobre.

Não foi feita adubação de cobertura. Somente foram oferecidos os nutrientes N e K, por meio dos biofertilizantes (Figura 1), que compunham os tratamentos de 1 a 5.



**Bio 6 (Rico em Nitrogênio) e Bio 9 (rico em Potássio)**

Figura 1. Biofertilizantes 6 e 9, acondicionados em bombonas plásticas, de 200 l. Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.

Os biofertilizantes foram elaborados de acordo receita descrita, na Tabela 4, a partir de adaptação às receitas utilizadas pela Associação de Produtores Orgânicos – Horta & Arte (GOSCH, 2003).

Tabela 4. Receitas dos biofertilizantes utilizados, no Experimento I e II. Hidrolândia, GO. 2010 e 2010/2011.

<b>Biofertilizantes</b>	<b>9,0 (mais rico em K)</b>	<b>6,0 (mais rico em N)</b>
<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (kg)</b>	
Torta de Mamona	0,00	6,00
Farinha de osso calcinada	2,00	0,00
Sulfato de Potássio	4,50	0,00
Calcáreo de conchas	2,00	0,00
Sulfato de Magnésio	0,30	0,30
Sulfato de Zinco	0,05	0,05
Bórax	0,45	0,45
Molibdato de Sódio	0,05	0,05
Fubá	4,00	4,00
<b>Ingredientes</b>	<b>Volume (l)</b>	
Melaço	2,00	2,00
Leite	1,00	1,00
EM	0,50	0,50
Água	60,00	60,00

O resultado das análises químicas destes biofertilizantes está descrito, na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados das análises químicas dos dois biofertilizantes, Hidrolândia, GO, 2010 e 2010/2011.

Dados do Experimento I									
Bio 06	N kg/m <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (total) kg/m <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> O solúvel kg/m <sup>3</sup>	CaO kg/m <sup>3</sup>	MgO kg/m <sup>3</sup>	S kg/m <sup>3</sup>	Cu g/m <sup>3</sup>	Fe g/m <sup>3</sup>	Mn g/m <sup>3</sup>
	0,09	0,022	0,024	0,062	0,038	0,024	0,001	0,010	0,009
	Zn g/m <sup>3</sup>	Mo g/m <sup>3</sup>	Co g/m <sup>3</sup>	B g/m <sup>3</sup>	Mat. Org. %	Umida de %	Mat. Mineral %	pH	Relação C/N
	0,006	0,001	0,001	0,004	0,9	98,5	0,6	4,40	5,8
Dados do Experimento II									
Bio 09	N kg/m <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (total) kg/m <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> O solúvel kg/m <sup>3</sup>	CaO kg/m <sup>3</sup>	MgO kg/m <sup>3</sup>	S kg/m <sup>3</sup>	Cu g/m <sup>3</sup>	Fe g/m <sup>3</sup>	Mn g/m <sup>3</sup>
	0,04	0,030	0,720	0,15	0,100	0,100	0,001	0,014	0,008
	Zn g/m <sup>3</sup>	Mo g/m <sup>3</sup>	Co g/m <sup>3</sup>	B g/m <sup>3</sup>	Mat. Org. %	Umida de %	Mat. Mineral %	pH	Relação C/N
	0,005	0,003	0,002	0,006	2,0	96,5	1,5	5,6	29,0
Bio 06	N kg/m <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (total) kg/m <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> O solúvel kg/m <sup>3</sup>	CaO kg/m <sup>3</sup>	MgO kg/m <sup>3</sup>	S kg/m <sup>3</sup>	Cu g/m <sup>3</sup>	Fe g/m <sup>3</sup>	Mn g/m <sup>3</sup>
	0,09	0,02	0,04	0,032	0,021	0,024	0,005	1,645	0,083
	Zn g/m <sup>3</sup>	Mo g/m <sup>3</sup>	Co g/m <sup>3</sup>	B g/m <sup>3</sup>	Mat. Org. %	Umida de %	Mat. Mineral %	pH	Relação C/N
	0,409	0,0006	0,0004	0,0012					
Bio 09	N kg/m <sup>3</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (total) kg/m <sup>3</sup>	K <sub>2</sub> O solúvel kg/m <sup>3</sup>	CaO kg/m <sup>3</sup>	MgO kg/m <sup>3</sup>	S kg/m <sup>3</sup>	Cu g/m <sup>3</sup>	Fe g/m <sup>3</sup>	Mn g/m <sup>3</sup>
	0,03	0,021	0,09	0,28	0,056		0,004	1,14	0,059
	Zn g/m <sup>3</sup>	Mo g/m <sup>3</sup>	Co g/m <sup>3</sup>	B g/m <sup>3</sup>	Mat. Org. %	Umida de %	Mat. Mineral %	pH	Relação C/N
	0,284	0,0006	0,0004	0,0014					

### 3.3 Delineamento experimental

Foram estabelecidos seis tratamentos, constituídos de cinco diferentes proporções de N e K, contidos em dois tipos de biofertilizantes: um mais rico em N, denominado Bio 6, e outro mais rico em K, denominado Bio 9, mais a testemunha, denominada tratamento 6. A mistura destes dois biofertilizantes, em cinco diferentes proporções, resultou nos tratamentos, conforme descrito na Tabela 6. A testemunha foi composta por água.

Tabela 6. Relação de tratamentos estudados e proporções de biofertilizantes, Hidrolândia – GO, 2010 e 2010/2011.

Tratamentos	1	2	3	4	5	6
Bio 6 (%)	100	75	50	25	0	Água
Bio 9 (%)	0	25	50	75	100	Água

O volume dos biofertilizantes aplicados por planta foi de 10 ml, para o Experimento I e 20 ml, para o Experimento II. Este volume foi dobrado, a partir do início do florescimento até a fase final do experimento, ficando 20 ml, para o Experimento I e 40 ml, para o Experimento II, aplicados ao pé da planta sem diluição, seguido de irrigação.

Na Figura 2 pode-se observar o aspecto geral do cultivo e aplicação dos biofertilizantes, na área experimental.



Figura 2. Aspecto geral do cultivo e aplicação dos biofertilizantes, na área experimental. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

As quantidades de nutrientes, contidos em cada tratamento estão apresentadas, na Tabela 7.

Para fins estatísticos, foi estabelecido o delineamento de blocos ao acaso, com 5 repetições. Cada parcela experimental conteve 24 plantas, em espaçamento de 1,00 m x 0,60 m.

Tabela 7. Quantidades de nutrientes, contidos em cada tratamento. Hidrolândia – GO, 2010 e 2011.

Nutrientes	Tratamentos					
	1	2	3	4	5	6
N (kg.m <sup>-3</sup> )	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03	0,00
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (total) (kg.m <sup>-3</sup> )	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
K <sub>2</sub> O solúvel (kg.m <sup>-3</sup> )	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,00
CaO (kg.m <sup>-3</sup> )	0,03	0,09	0,16	0,22	0,28	0,00
MgO (kg.m <sup>-3</sup> )	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,00
B (g.m <sup>-3</sup> )	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,00
Cu (g.m <sup>-3</sup> )	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,00
Fe (g.m <sup>-3</sup> )	1,64	1,52	1,39	1,27	1,14	0,00
Mn (g.m <sup>-3</sup> )	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,00
Zn (g.m <sup>-3</sup> )	0,41	0,38	0,36	0,31	0,28	0,00
Relação N:K	2,25	1,43	0,92	0,58	0,33	0,00
N (%)	100	63,49	41,03	25,81	14,81	0

Realizou-se a análise de variância para todas as características avaliadas e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5%, através do SAS (Statistical Analysis System).

### 3.4. Características dos cultivares

Foram utilizadas duas cultivares diferentes:

- No Experimento I – Cultivar (cv.) San Vito, (TX - 500) é um híbrido F1, desenvolvido pela Embrapa-Hortaliças, de tomateiro para mesa do tipo italiano (saladete), longa vida estrutural, polpa espessa, resistente à pinta-bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*), mancha-de-estenfilio (*Stemphylium solani* e *S. lycopersici*), murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, raças 1 & 2), murcha-de-verticílio (*Verticillium dahliae*, raça 1), nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) e algumas populações do pulgão das Solanáceas (*Macrosiphum euphorbiae*), (Embrapa, 2003).

- No Experimento II – cv. Tyna é um híbrido, desenvolvido pela Sakata, do segmento saladete indeterminado (italiano), seus frutos são médios, firmes, de excelente coloração e peso entre 160 e 180g. Possui alto nível de resistência a *Verticillium dahliae* raça 1 (Vd1), *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 e 2 (Fol1 e Fol2) e *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Moderado nível de resistência a *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) – Geminivírus (SAKATA, 2010).

### 3.5 Preparo das mudas e plantio

As mudas foram produzidas no viveiro da Faz. Nossa Senhora Aparecida, em bandejas de polietileno expandido, de 450 células, conduzidas dentro das normas previstas de produção de mudas, para a agricultura orgânica, descritas na lei 10831 e suas normativas, do Ministério da Agricultura.

O substrato utilizado foi de fibra de côco, adicionado de húmus de minhoca, na proporção de 1:1, no Experimento I; substituindo-se a fibra de coco por pó de carvão vegetal, na proporção de 1:1, no Experimento II. As mudas foram deixadas em viveiro, sob tela preta de proteção de 30%, a fim de evitar insolação direta.

Após o pegamento das mudas foi dado um estresse hídrico de cinco dias nas plantas, com a finalidade de forçar o aprofundamento do sistema radicular.

O transplante das mudas foi realizado 30 dias após a semeadura, em espaçamento de 1,00 m x 0,60 m.

### 3.6 Condução das plantas, tratos culturais e colheita

Cada parcela teve uma área útil de 14,40 m<sup>2</sup>, sendo composta por 24 plantas, dispostas em quatro linhas, espaçadas de 1,00 x 0,60 m, o que resultou em uma área útil total de 432 m<sup>2</sup>, contendo os seis tratamentos e as cinco repetições (Figura 3). As demais plantas foram utilizadas como bordadura, para manter a competição entre as que permaneceram.



Figura 3. Aspecto geral do cultivo, na área experimental, na fase vegetativa. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

As avaliações foram conduzidas nas oito plantas centrais. Uma planta por parcela foi retirada para realização das análises químicas, nas plantas localizadas na bordadura, aos 35, 49, 63, 77 e 91 dias após o transplante (DAT), no Experimento I e, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, no Experimento II. Os períodos foram definidos levando-se em consideração as etapas de desenvolvimento de plantas de tomate (NUEZ VINALS *et al.*, 1996).

O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, com uma mangueira gotejadora por linha de cultura. A partir daí o solo foi mantido em capacidade de campo. Foi utilizada cobertura de plástico para horticultura, tipo dupla-face, sob o solo.

As plantas foram conduzidas, sem que se fizesse a capação ou desponta, até o final das avaliações. Foram tutoradas em sistema tradicional ou “V” invertido (MAKISHIMA & MIRANDA, 1992; FONTES & SILVA, 2002), com um fio de arame a 1,5 m acima do nível do solo, ligando os mourões locados em cada extremidade. Foram entrelaçadas as hastes das plantas com os fitilhos, de maneira a garantir maior firmeza no tutoramento (TIVELLI, 1999).

A aplicação da solução com biofertilizantes iniciou-se aos quinze dias após o transplantio, com solução diluída proporcionalmente aos níveis estabelecidos para os tratamentos, intensificando-se nas épocas de floração e frutificação e, estendendo-se até o final da frutificação, em 10 e 20 ml, no Experimento I e 20 e 40 ml, no Experimento II. Estes foram aplicados, diretamente ao pé da planta, utilizando-se copos descartáveis, marcados por um medidor milimetrado, para a dosagem de cada época.

Os tratamentos fitossanitários realizados foram duas aplicações de Dipel, a 1 g.l<sup>-1</sup> para traça, aos 26 e 56 DAT e uma aplicação de óleo vegetal a 0,25% para o controle da mosca branca, de acordo com a necessidade da cultura, no Experimento I. No Experimento II não foi feito qualquer tipo de aplicação.

Foram feitas desbrotas freqüentes, a cada 07 dias, com a finalidade de permitir maior incidência de luz e melhorar o arejamento do ambiente, sendo as plantas conduzidas com duas hastes, no Experimento I. No Experimento II as plantas foram conduzidas com haste única. Os brotos eliminados não foram computados na massa de matéria seca da planta.

No campo foram realizadas capinas nas ruas e nas linhas de cultivo, objetivando-se o controle manual de ervas daninhas.

As colheitas foram realizadas, quando os frutos atingiram pelo menos 50% de maturação, sendo possível fazer a avaliação de produção em três épocas diferentes no Experimento I e em quatro épocas no Experimento II. Os frutos foram contados e pesados, por planta.

### **3.7 Avaliações**

As características avaliadas foram:

#### **3.7.1 Características agronômicas:**

##### **3.7.1.1 Massa de matéria seca**

Aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, no Experimento II, foi retirada uma planta por parcela, cujas partes foram separadas em folhas, hastes e frutos, sendo pesadas, lavadas em água corrente e em água deionizada, e levadas à estufa com circulação de ar forçado a 65 °C, até atingir massa constante, quando foram pesadas. Nesta ocasião, foi obtida a massa de matéria seca das partes avaliadas.

##### **3.7.1.1 Produção**

Foram avaliados os frutos produzidos, nas oito plantas centrais de cada parcela, determinando-se o número e o peso dos frutos, por planta, no Experimento I, durante três colheitas, realizadas aos 70, 77 e 84 DAT e no Experimento II, durante quatro colheitas, realizadas aos 63, 70, 77 e 84 DAT.

#### **3.7.2 Aspectos nutricionais**

##### **3.7.2.1 Teores de nutrientes.**

Foram avaliados os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, nas partes da planta. Em cada experimento, as plantas amostradas, em cada época e em cada repetição foram cortadas ao nível do solo e divididas em folha, haste e fruto.

Foram coletadas uma planta por parcela aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, no Experimento II, para realização das análises químicas de folhas, hastes e frutos, com a finalidade de verificar os teores de nutrientes nas partes. As plantas retiradas aos 28 DAT, não tinham frutos. As amostras de folhas, hastes e frutos para todas as avaliações foram compostas levando-se em consideração a contribuição de cada uma dessas partes no peso total da planta. O material destinado às análises químicas foi moído em moinho tipo Wiley, e enviado as folhas e frutos, para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas "Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leonia Aparecida de Lima", do Departamento de Solos – Setor Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP de Botucatu e hastes, para o Laboratório de Análise de Solo e Foliar, da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG, onde foram determinados os teores de macro e micronutrientes. Utilizou-se para essa determinação o método recomendado por Malavolta *et al.* (1997).

#### **3.7.2.2 Nutrientes extraídos**

Foram determinadas as quantidades de macronutrientes extraídos, mediante o produto entre os teores dos nutrientes e a massa seca correspondente a cada parte da planta amostrada e cada época avaliada.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Características agronômicas

#### 4.1.1 Massa da matéria seca

O resumo da análise de variância para massas de matéria seca das folhas, das hastes, de frutos e parte área de planta (total) está apresentado, na Tabela 8. Para estas variáveis foram observados efeitos significativos entre os tratamentos, as épocas e a sua interação. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Tabela 8. Teste F para Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa Variação	Teste F para a massa de matéria seca de			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	4.42**	6.37**	2.70*	5.84**
Tratamento x Repetição	0.51ns	1.16 ns	1.04 ns	0.57 ns
Época	455.42**	973.02**	140.61**	1066.08**
Época x Tratamento	10.37**	6.51**	6.10**	11.69**
CV%	13.12	10.38	28.45	8.99

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

As Figuras 4, 5, 6 e 7 ilustram o acúmulo de matéria seca em folhas, hastes, frutos e total, respectivamente, ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro. É interessante observar, que houve crescimento contínuo dos 28 até

os 84 DAT, na maioria dos tratamentos, para folhas, hastes e total, sendo que para frutos, o maior acúmulo foi aos 71 DAT, decrescendo, posteriormente.

De acordo com Ward (1967), a absorção de nutrientes tem interferência direta nos componentes de produção e nos rendimentos da cultura, pois há relação entre o acúmulo de material seco e a quantidade de nutrientes absorvidos pelo tomateiro. Era de se esperar que para folhas e frutos, os tratamentos mais ricos em N (1 e 2) fossem os melhores, uma vez que esse nutriente favorece o desenvolvimento foliar, com consequente aumento da produtividade (CARVALHO *et al.*, 2004).

Na Figura 4, pode-se observar que os melhores resultados para o acúmulo de massa de matéria seca foram obtidos nos tratamentos 1 e 2, de relação N:K de 2,25 e 1,43, respectivamente, até os 71 DAT. Após esta data, o tratamento 3, de relação N:K de 0,92, apresentou os melhores resultados.

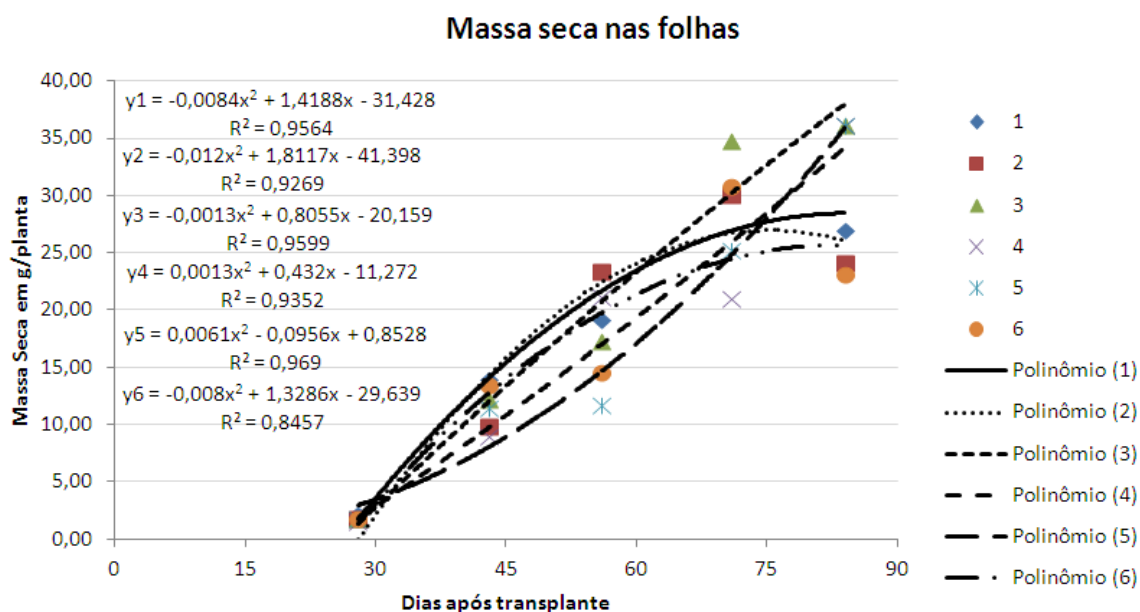


Figura 4. Acúmulo de massa de matéria seca nas folhas, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

No início das avaliações, os tratamentos apresentam a mesma quantidade de matéria seca. Aos 56 DAT, apresentam diferenças entre si. A partir dos 71 DAT, começam a apresentar comportamentos semelhantes, entre si, os tratamentos 3, 4 e 5, cujas linhas de tendência mostram crescimento constante da matéria seca das folhas. Os tratamentos 4 e 5, apresentam relação N:K de 0,58 e 0,33, respectivamente.

Os tratamentos 1, 2 e a testemunha, denominada tratamento 6, cujas linhas de tendência mostram diminuição no crescimento e queda, para o tratamento

2, da matéria seca das folhas, também apresentam comportamento semelhante entre si. A testemunha, não recebeu nenhuma dosagem de biofertilizante.

Pode-se inferir que, para as folhas, os tratamentos 1, 2 e a testemunha, sofreram mais os efeitos do ataque da *Septoria lycopersici*, que nessa mesma época apresentou as maiores incidências, com conseqüente efeito na produção.

Com relação às hastes (Figura 5), os melhores resultados foram obtidos no tratamento 2, até os 56 DAT e, no tratamento 1, após esta data, que diferiram da testemunha. Apesar de os tratamentos 4 e 5, terem apresentado resultados inferiores aos da testemunha, até os 71 DAT, estes superaram o tratamento 2 e a testemunha, após essa data.

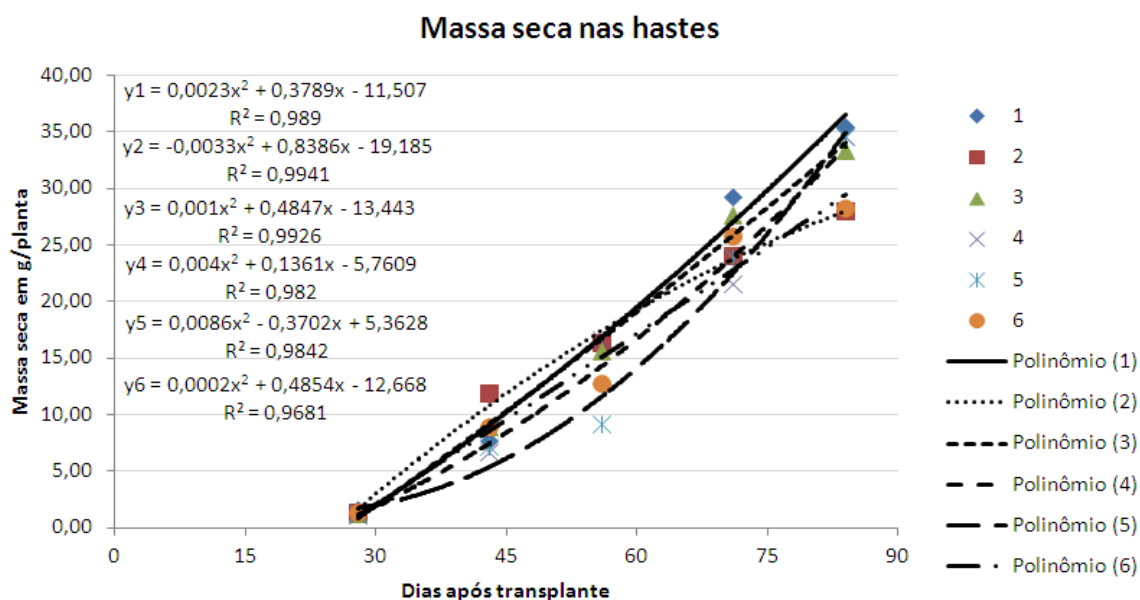


Figura 5. Acúmulo de massa de matéria seca nas hastes, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Pode-se afirmar que as hastes acumularam maiores conteúdos de fotoassimilados, uma vez que as médias de massa de matéria seca, nas hastes, foram maiores que nos frutos e folhas, aos 84 DAT, devido à ocorrência de septoriose, provocando a queima das folhas mais velhas, com conseqüente diminuição da sua atividade fotossintética e queda na produção dos frutos, após os 71 DAT.

O acúmulo de fotoassimilados e o possível incremento da produtividade da cultura são resultados de um maior período de tempo em que as plantas permaneceram com área foliar sadia, o que tende a aumentar a interceptação de radiação solar e a eficiência fotossintética das plantas (KHURANA & MCLAREN, 1982). Assim,

doenças foliares, como a septoriose, causam danos pela redução da atividade fotossintética da planta, prejudicando a produção.

Para os frutos (Figura 6), pode-se observar que o melhor resultado está expresso na linha de tendência do tratamento 4, cuja linha se aproxima da testemunha. E o pior resultado, para o tratamento 2. No início das avaliações, as linhas de tendência estão próximas entre si, indicando que os tratamentos apresentam quantidades de massa de matéria semelhantes e que os efeitos das aplicações dos biofertilizantes ainda não apareciam. Aos 56 DAT, apresentam diferenças entre si. A partir dos 71 DAT, começam novamente a apresentar linhas de tendência mais próximas entre si, agora devido ao ataque de septoriose.

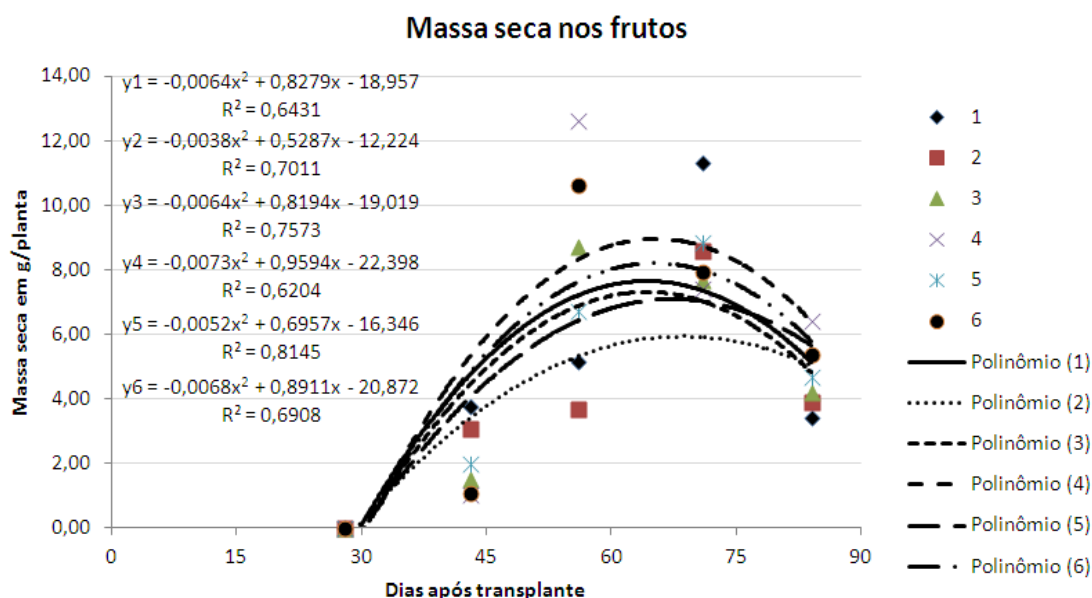


Figura 6. Acúmulo de massa de matéria seca nos frutos, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Vale observar que o comportamento para todos os tratamentos foi semelhante, com crescimento das quantidades de massa seca, até os 71 DAT, período de maior produção de massa seca dos frutos, caindo após essa data, em função da maior incidência de septoriose, que apesar de não ter sido refletida na produção de massa seca das folhas, nos tratamentos 3, 4 e 5, induziu a uma queda na produção, no período subsequente, em todos os tratamentos.

Pode-se afirmar que o efeito do balanço da relação N:K, ofertada através dos biofertilizantes, na produção de massa seca dos frutos, não respondeu da mesma forma, que respondeu nas folhas e hastes, em que os tratamentos 1, 2 e a

testemunha, nas folhas e, 2 e testemunha, nas hastes, apresentaram comportamentos semelhantes entre si. Isso pode ser explicado pelo fato de que na produção, para a testemunha, que estava sob estresse nutricional, houve uma tendência ao aumento da sua eficiência na absorção de nutrientes e produção de fotoassimilados, garantindo assim a produção.

No entanto, o tratamento 2 apresentou o pior resultado com relação à produção de massa seca dos frutos, durante todo o período. E ainda, no final do ciclo, todos os tratamentos e a testemunha, apresentaram condições semelhantes, sob o efeito da septoriose.

Fayad *et al.* (2001) observou decréscimo na produção de matéria seca das folhas, inversamente proporcional ao acréscimo para frutos, devido à alternância entre desenvolvimentos vegetativo e reprodutivo e a um maior período de observações. Já Prado *et al.* (2011), observou crescimento contínuo para folhas, caule e frutos, desde os 15 até os 85 dias após o transplantio.

Os resultados de Prado *et al.* (2011) são corroborados pelos do presente trabalho, exceto para os frutos, onde houve queda da produção de massa de matéria seca. Isso pode ser explicado pela ocorrência de Septoriose, prejudicando a produção, e ainda, pelo fato de terem sido realizadas colheitas dos frutos maduros nos intervalos das coletas e, pela intensa queda de flores, por causa das elevadas temperaturas.

Plantas de hábito de crescimento indeterminado tendem a emitir no ápice, novas folhas para atender a demanda de fotossintatos para as inflorescências recém emitidas, para os frutos, que são drenos metabólicos fortes e para as flores. Neste sentido há uma disputa entre ambos os drenos (frutos e inflorescências) pelos carboidratos gerados pelas folhas novas do tomateiro. Assim, os fotoassimilados deveriam ter sido translocados preferencialmente para os frutos, promovendo o aumento da matéria seca, deste órgão, durante todo o ciclo. Apesar de as folhas continuarem sendo emitidas, a despeito da ocorrência da septoriose, esses fotoassimilados produzidos pelas folhas novas, não chegaram aos frutos, devido à *Septoria lycopersici*, à queda das flores e à colheita de frutos, nos intervalos das avaliações.

Beckmann *et al.* (2007), avaliando o efeito de diferentes adubos orgânicos e minerais, na produção de matéria seca no tomateiro Flora-dade, observou diferença significativa entre os tratamentos para a produção de matéria seca total da parte aérea das plantas e dos frutos, demonstrando que a adubação mineral promoveu teores

maios altos de matéria seca total da parte aérea, com exceção para a matéria seca dos frutos, cujos maiores teores foram obtidos com a dose mais alta de vermicomposto. Observou que as melhores médias foram, em  $\text{g.planta}^{-1}$ : 146,05 e 60,23, para matéria seca total da parte aérea e matéria seca dos frutos, respectivamente. Estas médias são superiores aos resultados encontrados no presente trabalho, que foram em  $\text{g.planta}^{-1}$  de 67,45 e 4,65, respectivamente.

De acordo com Ferreira *et al.* (2003), a elevação no nível de nitrogênio fornecido as plantas, aumenta o peso de matéria seca das raízes, do caule, das folhas e dos frutos. No presente trabalho, essa percepção é verdadeira, para o acúmulo de massa seca nas folhas, hastes e total, somente até os 71 DAT, quando nos tratamentos mais ricos em Nitrogênio e na testemunha, que até então apresentaram os melhores resultados, começam a decrescer o acúmulo de massa de matéria seca, em função do aumento da ocorrência da septoriose. O resultado para a testemunha pode ser explicado pelo fato de que sob estresse nutricional, a planta tende a se comportar, de forma anormal, para garantir a produção.

Genuncio (2009), não observou alterações significativas na massa seca de folha, caule, raízes, frutos, parte aérea e total no estágio de floração e de formação do 1º cacho, para as plantas do híbrido Saladinha, cultivar de hábito determinado, crescidas em sistema a campo, com diferentes doses de N e K, contrastando com os resultados do presente trabalho, exceto para os frutos.

Este mesmo autor observou, que as maiores doses de K utilizadas no sistema fertirrigado, no híbrido Saladinha, não modificaram a massa de frutos e modificaram a massa seca das folhas e caule, nos estádios de floração, formação do primeiro cacho, assim como no final de ciclo da cultura, sendo que os maiores acúmulos de massa seca, nas folhas e caule, foram para os tratamentos cujas proporção N:K eram de 1:2, diferentemente dos resultados deste trabalho, cujas proporções N:K, onde se obteve os melhores resultados, para folhas e hastes, foram as de 2:0 e 1:5, até os 71 DAT, e as de 1:1 e 0,5:1,5, para folhas e as de 2:0 e 1:1, para hastes, após esta data.

Genuncio (2009) obteve resultados significativos para o híbrido Saladinha, crescido em hidroponia, na relação N:K de 1:1,5, que aumentou a massa seca de folha, caule, frutos, parte aérea e total, no estágio de floração e de formação do primeiro cacho, contrastando com os resultados encontrados neste trabalho, para essa mesma época, onde os tratamentos 1 e 2, com maiores concentrações de N, na relação 2:0 e 1,5:0,5,

apresentaram melhores resultados de massa seca, para folhas, hastes e total, exceto para frutos cujos melhores resultados são visíveis na linha de tendência do tratamento 4 e da testemunha, cujas relações N:K são 0,5:1,5 e 0:0, respectivamente.

Os valores de acúmulo de massa seca para folhas, hastes e frutos encontrados nesse trabalho, estão abaixo dos encontrados por Hebbbar *et al.* (2004), ao avaliarem o efeito de diferentes fontes dos nutrientes N, P e K, no crescimento do tomateiro híbrido Arka Abhijit, em sistema fertirrigado.

Sampaio (1998) não observou influência significativa de diferentes doses de K na massa seca da parte aérea do tomateiro em condições de campo, contrastando com os resultados deste trabalho.

Fernandes *et al.* (2002), avaliando o balanço N:K, em hidroponia, com o híbrido Carmem, demonstraram resultados diferentes deste experimento, não verificando modificações na massa seca de folhas, caules e parte aérea, assim como na massa seca dos frutos.

Heuvelink (1995) avaliando a cultivar de tomateiro Counter, em ambiente protegido, no verão, verificou que do total de matéria seca produzida, 60% foram alocados nos frutos, 28% nas folhas e 12% nas hastes. Prado *et al.* (2011) observaram que aos 85 DAT, houve predomínio da alocação de biomassa nos frutos (45%), sobre os demais órgãos vegetativos, folhas (27%), caule (24%) e raiz (4%).

Esses dados diferem dos resultados obtidos pelo presente trabalho, cujos totais das médias de matéria seca, aos 84 DAT, foram de 48% para hastes, 45% para folhas e 7% para frutos, o que pode ser justificado, pelas diferenças entre as características varietais, o sistema de cultivo, o manejo da cultura e principalmente, pelo ataque de septoriose, a queda das flores e as colheitas em períodos intercalares.

A matéria seca total teve incrementos para todos os tratamentos, com quedas, a partir dos 71 DAT, para os tratamentos 1, 2 e testemunha (Figura 7). O melhor resultado foi obtido nos tratamentos 1 e 2, até os 71 DAT, e no tratamento 3, após essa data. Este tratamento que tem uma relação N:K de 0,92 e possui quantidades de 0,06 kg.m<sup>-3</sup> de N e 0,065 kg.m<sup>-3</sup> de K, com 41% de N. Pode-se afirmar que esse maior incremento do 1, foi na haste e do três foi nas folhas.

Peluzio *et al.* (1995) observou que os frutos foram os drenos metabólicos preferenciais de fotoassimilados na planta. A realocação dos fotoassimilados, para os drenos metabólicos fortes, os frutos, contribui com o aumento da matéria seca para

este órgão, durante todo o ciclo (GUIMARÃES *et al.*, 2009). Assim, pode-se afirmar que os fotoassimilados foram translocados com menor intensidade para os frutos, no presente trabalho, uma vez que estes produziram menores acúmulos de matéria seca, após os 71 DAT, em função da septoriose.

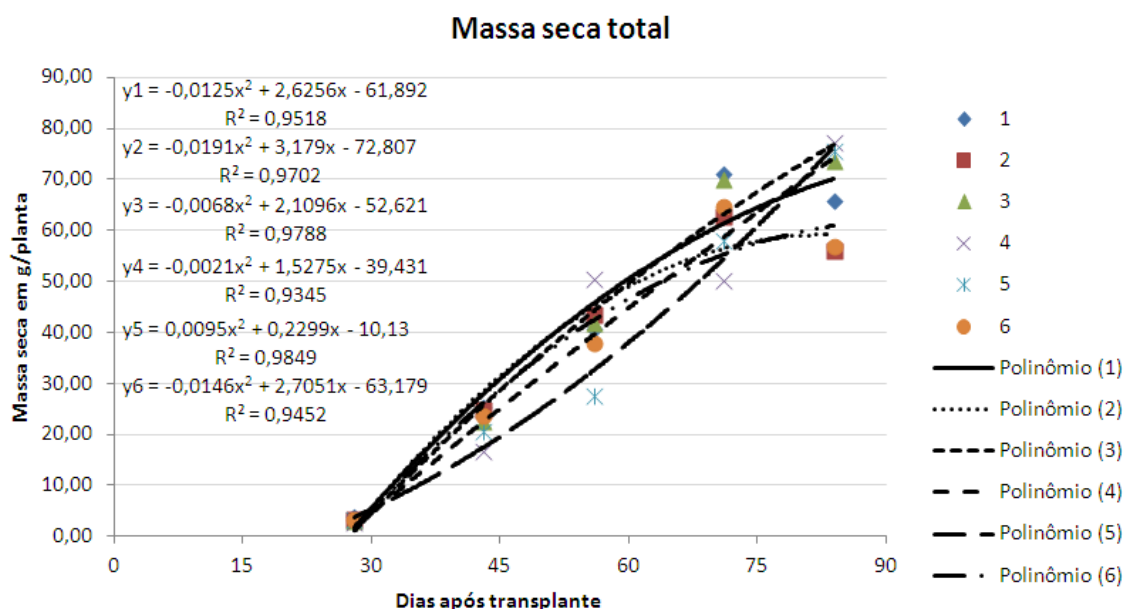


Figura 7. Acúmulo de massa de matéria seca total, em plantas de tomate, cv Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Os resultados das médias da massa de matéria seca de folhas, hastes, frutos e total, encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Médias da massa de matéria seca ( $\text{g.planta}^{-1}$ ) de Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

$\text{g.planta}^{-1}$	Folhas	Hastes	Frutos	Total
<b>Tratamento</b>				
1	18.56ab	18.07a	4.72	41.35ab
2	17.89b	16.33ab	3.84	38.06bc
3	20.46a	17.32ab	4.41	42.19a
4	17.74b	16.08ab	5.49	39.32abc
5	17.27b	15.21b	4.44	36.93c
6	16.79b	15.39b	4.99	37.17c
<b>Época</b>				
28	1.83d	1.33e	0.00d	3.16e
43	11.67c	8.53d	2.06c	22.27d
56	17.89b	14.46c	7.91a	40.26c
71	28.75a	25.34b	8.62a	62.71b
84	30.46a	32.34a	4.65b	67.45a

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ns - não significativo, ao nível de 5% de probabilidade; \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Para a produção total de matéria seca da parte aérea, houve contribuição das folhas, hastes e frutos. Em todos os tratamentos a menor contribuição das médias de massa de matéria seca, foi dos frutos.

Os resultados encontrados, no presente trabalho corroboram os dados de Prado *et al.* (2011), que avaliaram o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes pela cultivar Raísa, em sistema hidropônico, observando que os maiores incrementos ocorreram a partir dos 30 DAT, até o final do ciclo, exceto para a última quinzena. Já Haag *et al.* (1978), avaliando o crescimento do tomate industrial, observaram que este foi lento até os 30 dias, acelerando após esta data, com a massa seca da planta inteira dobrando a cada quinzena no período dos 45 aos 75 DAT, atingindo o máximo aos 105 DAT.

Fayad *et al.* (2001) estudando o crescimento e a produção de frutos pelo tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido, sendo o primeiro, com a cultivar Santa Clara e o segundo, com o híbrido EF-50, observaram que no tomateiro cultivado a campo, a produção de matéria seca da parte aérea foi maior aos 120 dias após o transplante das mudas, alcançando  $406,3 \text{ g planta}^{-1}$ . Observaram que os frutos acumularam 51% do total da matéria seca produzida pela planta, seguida por 33% nas folhas, 14% no caule e por último 2% nos cachos florais. Concluíram que, do início da frutificação ao final do ciclo cultural, os frutos representaram os drenos principais da planta. Os resultados encontrados pelos autores citados diferem dos obtidos no presente trabalho, com relação à distribuição de matéria seca, na planta e ao valores médios da massa de matéria seca acumulada, aos 84 DAT, que são de  $67,45 \text{ g.planta}^{-1}$ .

Com relação à escolha de um melhor tratamento que represente os resultados obtidos para matéria seca e produção, pode-se afirmar que o tratamento 4, cujas quantidades de nutrientes representam uma relação N:K de 0,58, foi o que obteve melhor desempenho, possibilitando uma maior produção, quando comparado com os demais tratamentos, mesmo sob a ocorrência de Septoriose. Sendo assim, o tratamento 4 possibilitou melhor capacidade da planta em responder ao estresse sanitário e nutricional.

#### **4.1.2 Produção**

Foram avaliadas as seguintes características: produção total (ha) e por planta e número de frutos total (há) e por planta e peso médio de frutos. Não houve

diferença significativa entre os tratamentos para todas as variáveis observadas: produção.ha<sup>-1</sup>; frutos.ha<sup>-1</sup>; frutos.planta<sup>-1</sup>; produção.planta<sup>-1</sup>, no Experimento I (Tabela 10) e no Experimento II (Tabela 11). Na Tabela 10, são apresentados os valores médios da produção em quilograma por hectare, frutos por hectare, número de frutos por planta e peso médio dos frutos por planta, nas diferentes relações de N:K e testemunha, do Experimento I.

Tabela 10. Valores médios de produção (kg.ha<sup>-1</sup>), número de frutos por hectare, número de frutos por planta e produção por planta (kg.planta<sup>-1</sup>) em tomate, cultivar San Vito, em função das relações N:K. Hidrolândia, GO. 2010.

Tratamento	Produção total	Frutos.ha <sup>-1</sup>	Frutos.planta <sup>-1</sup>	Produção.planta <sup>-1</sup>
	kg.ha <sup>-1</sup>			kg
1	33969	1210187	72,61	2,03
2	34371	1125007	67,50	2,06
3	30213	1112553	66,75	1,81
4	32143	1059541	63,57	1,93
5	31179	1076000	64,56	1,87
6	28261	953874	57,23	1,69
CV	20,39	24,82	24,82	20,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 11, são apresentados os valores médios da produção em quilograma por planta, número de frutos por hectare, número de frutos por planta e peso médio dos frutos por planta, nas diferentes relações de N:K e testemunha, do Experimento II.

Tabela 11. Valores médios de produção (kg.ha<sup>-1</sup>), número de frutos por hectare, frutos por planta e produção por planta (kg.planta<sup>-1</sup>) em tomate, cultivar Tyna, em função das relações N:K. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Tratamento	Produção total	Frutos.ha <sup>-1</sup>	Frutos.planta <sup>-1</sup>	Produção.planta <sup>-1</sup>
	kg.ha <sup>-1</sup>			kg
1	35425	468423	28,10	2,13
2	32560	429971	25,79	1,95
3	34767	455800	27,34	2,09
4	37377	496059	29,76	2,24
5	38440	504053	30,24	2,31
6	37557	491535	29,49	2,25
CV	13,12	13,01	13,01	13,09

Médias seguidas de mesma letra na coluna ou sem letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Isto pode ter ocorrido devido à baixa dosagem de N e K, fornecida por meio dos biofertilizantes e pelas condições de estresse às quais às plantas estavam

submetidas, em período chuvoso, cultivados em campo, sob ataque de pinta preta (*Alternaria solani*, broca grande (*Helicoverpa zea*) e broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*), no Experimento I. Já no Experimento II, mesmo após a duplicação da dosagem, esta ainda foi insuficiente para obter resultados mais favoráveis na produção. Neste ensaio, também realizado em época chuvosa, período desfavorável à produção, apresentou condições de *stress* semelhantes às do ano anterior, sob ataque de septoriose (*Septoria lycopersici*), broca grande (*Helicoverpa zea*) e broca pequena (*Neoleucinodes elegantalis*).

As melhores produções para todas as variáveis ocorreram nos tratamentos mais ricos em N (1 e 2) e a mais baixa, na testemunha, no Experimento I. Contrastando com os dados do Experimento II, cujas melhores produções, para todas as variáveis, ocorreram nos tratamentos mais ricos em K (4 e 5) e na testemunha, sendo as produções mais baixas no tratamento 2. Isso pode ter ocorrido, em função do volume de chuvas ter sido maior no Experimento II, com relação ao do ano anterior, ajudando na lixiviação do N no solo, ofertado por meio dos biofertilizantes.

No Experimento I, a produtividade obtida no sistema a campo foi de 31689,42 kg.ha<sup>-1</sup> de frutos totais, na média dos diferentes tratamentos. Cabe ressaltar que o ataque de *Alternaria solani*, *Neoleucinodes elegantalis*, *Helicoverpa zea* e demais fatores bióticos, afetaram significativamente a produção de frutos. Estes fatores ocasionaram a redução do ciclo da planta e a realização de somente três coletas de dados (70, 77 e 84 DAT - estádios de floração e formação do primeiro cacho), que gerou a não contabilização de todos os frutos formados nos cachos e a antecipação da coleta final de frutos do experimento.

No Experimento II, a produtividade obtida no sistema a campo foi de 36020,84 kg.ha<sup>-1</sup> de frutos totais, na média dos diferentes tratamentos. Cabe ressaltar que o ataque de *Septoria lycopersici*, *Neoleucinodes elegantalis*, *Helicoverpa zea* e demais fatores bióticos, afetaram significativamente a produção de frutos. Estes fatores ocasionaram a redução do ciclo da planta e a realização de somente quatro coletas de dados (63, 70, 77 e 84 DAT - estádios de floração e formação do primeiro cacho), que gerou a não contabilização de todos os frutos formados nos cachos e a antecipação da coleta final de frutos do experimento.

Em termos gerais, a produção e o teor de N nos frutos de tomate aumentam pela aplicação de N, ao contrário, a qualidade do fruto (pH, sólidos solúveis

total, acidez titulável) é pouco influenciada. Normalmente, o N aumenta tanto o peso médio quanto o número de frutos por planta (FERREIRA, 2001). Há casos, pouco comuns, de ausência de resposta da adubação de tomate a adição de N em solo com elevado teor de N (WIEN & MINIOTTI, 1987).

Resultado semelhante ao deste trabalho, foi encontrado por Washington, *et al.* (2003), onde avaliaram, em três experimentos realizados na Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, o efeito de fontes e doses de nitrogênio em tomateiro de mesa e para processamento. Observaram que nenhuma das variáveis de produção e de qualidade avaliadas foi afetada de forma significativa pelas fontes de N.

Holcman (2009) estudando duas relações K:N (2:1 e 3:1) em mini tomates, *Sweet Grape e Sweet Million*, também não observou diferenças estatísticas para produção e peso médio de frutos.

Genuncio (2009) observou, no estágio reprodutivo, que as diferentes doses de N e K aplicadas não influenciaram significativamente a produção total, assim como o número de frutos totais. A produtividade obtida no sistema a campo foi de 30,7 t.ha<sup>-1</sup> de produtividade total, na média dos diferentes tratamentos.

Caliman *et al.* (2005), ao conduzirem um experimento a campo utilizando 304 kg.ha<sup>-1</sup> de Nitrogênio e 149 kg.ha<sup>-1</sup> de Potássio, obtiveram produtividades comercial e total de 28,3 e 41,2 t.ha<sup>-1</sup> para Carmem, respectivamente, 24,8 e 30,1 t.ha<sup>-1</sup> para Santa Clara e 33,4 e 40,8 t.ha<sup>-1</sup> para BGH-320.

Com relação ao efeito do K, os resultados do presente trabalho, estão de acordo com Boaretto *et al.* (1989), que constataram que, o tomateiro, quando cultivado em diferentes doses (334 a 905 kg.ha<sup>-1</sup> de K) não apresentaram diferenças significativas quanto a produção de frutos, número total de frutos e massa média unitária de frutos.

Conceição & Pinho (1975), não encontraram respostas da adubação com doses de 0, 581 e 1162 kg.ha<sup>-1</sup> de K, quanto ao número, diâmetro e massa fresca de frutos, em tomateiros.

Boaretto *et al.*, *op. cit.* afirmam que a adubação potássica em cultivo a campo pode não ser o fator que aumenta a produção e qualidade de frutos em tomateiro.

Guimarães (1998) destaca que a queda de cerca de 50 % da produtividade comercial do tomateiro é causada por fatores como a presença do ataque de brocas, a ocorrência de rachaduras e de frutos menores que 40 mm de diâmetro transversal.

Normalmente, o N aumenta tanto o peso médio quanto o número de frutos por planta (FERREIRA, 2001). Há casos, pouco comuns, de ausência de resposta da adubação de tomate a adição de N em solo com elevado teor de N (WIEN & MINIOTTI, 1987).

A eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro, na presença da adubação orgânica, foi avaliada em dois experimentos de campo conduzidos em duas épocas: primavera/verão (novembro/1998 a fevereiro/1999) e outono/primavera (maio/1999 a outubro/1999) (FERREIRA *et al.*, 2010). Os autores observaram que o peso e o número de frutos comercializáveis de tomate, por planta, são aumentados com o aumento do nível de N no solo. A percentagem de frutos comercialmente desclassificáveis é maior na primavera/verão do que no outono/primavera. A eficiência da adubação nitrogenada pelo tomateiro é maior no outono/primavera do que na primavera/verão. Na primavera/verão ela foi maior quando não houve adição de matéria orgânica ao solo, o contrário ocorrendo no outono/primavera.

Boaretto *et al.*, *op. cit.* constataram que o tomateiro quando cultivado em diferentes doses (334 a 905 kg.ha<sup>-1</sup> de K) não apresentaram diferenças significativas quanto a produção de frutos, número total de frutos e massa média unitária de frutos. Estes autores afirmam que a adubação potássica em cultivo a campo pode não ser o fator que aumenta a produção e qualidade de frutos em tomateiro.

Tanaka *et al.* (1970), constataram que a dose de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de K foi a dose comercial para a produção do tomateiro, ao utilizarem doses de 0, 100 e 240 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

#### **4.2 Aspectos nutricionais**

Segundo Silva & Giordano (2000), o tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes quanto à adubação. Os teores e acúmulos de nutrientes nessa olerácea variam com o estágio de desenvolvimento da planta, com a cultivar e a produção que se deseja obter, sendo dessa forma, importante o seu conhecimento para elaborar um programa de adubação e aplicar racionalmente os fertilizantes (HAAG *et al.*, 1981). Outros

fatores, como temperatura do ar e do solo, luminosidade, época de plantio, umidade relativa, sistema de condução das plantas e espaçamento também podem alterar a quantidade de nutrientes absorvida (CARVALHO *et al.*, 2004).

O tomateiro absorve, do início do ciclo, até o estágio de iniciação floral, menos 10% do total de nutrientes acumulados, ao longo do ciclo (FERNANDES *et al.*, 1975; HAAG *et al.*, 1978; WARD, 1967). A partir dos 55 até os 120 dias, período correspondente ao estágio de florescimento até a frutificação, o tomateiro absorve a maior parte dos nutrientes (GARGANTINI & BLANCO, 1963; FERNANDES, *op. cit.*) exigidas para o seu crescimento e desenvolvimento, pois entra no seu período reprodutivo, de maior demanda de nutrientes. Assim, as concentrações de N, P, K (HALBROOKS & WILCOX, 1980) e de Cu (FERNANDES, *op. cit.*) são maiores nos frutos e as de Ca, Mg (HALBROOKS & WILCOX, *op. cit.*), S, B e Mn, nas folhas (FERNANDES, *op. cit.*).

A dinâmica de absorção dos nutrientes deve ser diferenciada em sistemas de cultivo orgânico, devido principalmente a fatores ligados à matéria com que são produzidos os diferentes insumos usados nesse tipo de agricultura, já que estes disponibilizam nutrientes de forma mais lenta do que os insumos químicos. A taxa de disponibilização de nutrientes provenientes de adubos orgânicos pode variar com a constituição química do material e com as condições edáficas e climáticas, repercutindo na atividade microbiana, principal agente no processo de decomposição e mineralização. A taxa média de conversão do N da forma orgânica para a mineral de um adubo orgânico foi considerada como sendo de aproximadamente 50% no primeiro ano da aplicação (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A disponibilização de nutrientes pelo solo em sistemas orgânicos, devido à utilização de fertilizantes de baixa solubilidade, é lenta e gradativa (CARVALHO, 2005; SANTOS, 2008). Phene *et al.* (1992) relatam que, sem o uso da fertirrigação, a irrigação por gotejamento de tomateiro em sistema orgânico, é ineficiente, resultando em pequeno incremento de produtividade devido ao menor volume de raízes.

## 4.2.1 Teores de nutrientes

### 4.2.1.1 Teores de nutrientes nas folhas

O resumo da análise de variância para teores de nutrientes nas folhas está apresentado na Tabela 12.

Tabela 12. Teste F para teores de nutrientes nas folhas de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	0.45 ns	1.83 ns	2.13 ns	0.43 ns	0.77 ns	4.57 **
Tratamento x Repetição	0.93 ns	1.20 ns	0.87 ns	1.29 ns	1.02 ns	0.68 ns
Época	4.48**	28.63**	83.67**	21.63**	42.83**	31.63**
Época x Tratamento	1.27 ns	2.09ns	1.35ns	2.09ns	1.43ns	1.51ns
CV%	11.07	14.69	20.64	15.01	12.80	21.15

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamento	4.82**	2.26ns	0.33ns	1.24 ns	1.21 ns
Tratamento x Repetição	0.89ns	1.97ns	0.73ns	1.10 ns	1.39 ns
Época	5.12 **	19.94**	17.32**	10.07**	31.21**
Época x Tratamento	3.11ns	0.89ns	0.46ns	1.67ns	0.96 ns
CV%	58.88	20.49	85.39	20.18	26.50

Tese F - ns - não significativo, ao nível de 5% de probabilidade; \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%,. CV – Coeficiente de Variação.

Para as variáveis apresentadas, foram observados efeitos significativos para os tratamentos, para S e B. Para as épocas, encontrou-se diferenças significativas para todos os nutrientes. Por outro lado, como não houve efeito da interação entre os tratamentos e as diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, indicando que os efeitos destas causas de variação foram isolados, os dados foram interpretados por suas médias (Tabelas 13 e 14).

Tabela 13. Teores dos macronutrientes nas folhas do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de macronutrientes nas folhas (g.kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1	31.98	4.15	23.29	36.37	9.68	2.57b
2	31.54	4.21	29.29	38.82	9.95	3.03ab
3	30.23	4.08	27.35	37.07	10.17	2.89b
4	30.92	4.48	28.67	36.93	9.71	3.63a
5	31.05	3.89	27.39	37.83	9.98	2.92b
6	31.40	4.40	26.54	38.50	10.45	2.89b
Época						
28	31.48ab	5.38a	39.58a	39.53b	11.78a	4.13a
43	29.70b	4.51b	38.26a	47.64a	12.39a	3.60a
56	33.60a	3.89c	26.36b	33.38c	8.59b	2.62b
71	31.78ab	3.89c	19.96c	33.91c	9.17b	2.48b
84	29.35b	3.34c	11.29d	33.47c	8.00b	2.13b
CV%	11.07	14.69	20.64	15.01	12.80	21.15

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey CV – Coeficiente de Variação.

Os teores de nutrientes encontrados nas folhas não mostraram diferenças para N e K e para a maioria das variáveis, exceto para o S e o B. O tratamento 4 apresentou as maiores médias nestas variáveis.

Tabela 14. Teores dos micronutrientes nas folhas do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de micronutrientes nas folhas (mg.kg <sup>-1</sup> )				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	95.90b	18.60	688.7	51.20	32.33
2	102.11b	20.47	719.2	60.13	32.53
3	88.32b	17.33	501.2	57.00	27.93
4	177.37a	21.40	618.3	55.33	35.40
5	91.93b	18.27	578.7	54.27	31.67
6	82.03b	20.13	660.4	58.93	32.73
Época					
28	131.99ab	23.89a	1558.6a	49.28c	48.72a
43	87.88bc	23.44a	482.3b	68.50a	38.39b
56	72.54c	18.78b	273.7b	61.39ab	27.11c
71	88.10bc	15.72bc	416.1b	51.83bc	22.56c
84	150.87a	15.00c	408.2b	49.72c	23.72c
CV%	58.88	20.49	85.39	20.18	26.50

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Os estádios de desenvolvimento, ou épocas influenciaram o teor foliar de todos os macros e micronutrientes analisados, no tomateiro orgânico. Para N, a maior média foi alcançada aos 56 DAT, com decréscimo, após este dia. Já para P, K, S, Cu, Fe e Zn, as maiores médias foram encontradas aos 28 DAT, decrescendo depois. Para Ca, Mg e Mn, as maiores médias foram alcançadas aos 56 DAT, caindo após essa data. Somente B apresentou a maior média aos 84 DAT, e a menor os 56 DAT. De modo geral, os macro nutrientes P, K, Mg e S decresceram, com exceção do N. E para os micronutrientes, houve variações, explicadas pelo constante aporte de micronutrientes, ofertados através dos biofertilizantes. Pode-se observar que houve efeito de interação entre tratamentos e épocas para P, Ca e B.

Até a fase de crescimento dos frutos, as folhas são os órgãos da planta com a maior massa e concentração de nutrientes. A partir de então, os nutrientes são remobilizados para os frutos, sendo estes os grandes drenos de nutrientes e fotoassimilados para a cultura do tomateiro. No estágio reprodutivo, o manejo nutricional é um fator determinante para a produtividade e qualidade da cultura. Adequar a adubação às fases de desenvolvimento da cultura possibilita economia energética e garantia de qualidade de tomates cultivados (CARVALHO *et al.*, 2004).

Em geral, os teores de macro e micronutrientes decresceram com o passar do tempo. Isso ocorreu pela mobilidade dos nutrientes das folhas para os drenos (ápices, flores e frutos). Nesse período ocorre a mobilização de nutrientes e assimilados, devido ao aumento da atividade metabólica, associada à atividade hormonal e à divisão e crescimento celular (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Os teores médios da concentração de N encontrados, na matéria seca das folhas de tomateiro estão abaixo da faixa ( $40 - 60 \text{ g.kg}^{-1}$ ) considerada adequada por Raij *et al.* (1997), inferior à obtida por Fontes *et al.* (2000), em tomate híbrido Carmen ( $52,3 \text{ g.kg}^{-1}$ ), adubado com fertilizantes minerais via água de irrigação e superior às médias obtidas por Fayad *et al.* (2002), com cultivares Santa Clara ( $20,6 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e EF-50 ( $21,1 \text{ g.kg}^{-1}$ ).

Gargantini & Blanco (1963), aos 40 DAT, observaram valores, em  $\text{g.kg}^{-1}$  de: 46,0 – N; 5,90 – P; 46,4 - K; 14,60 - Ca; 3,1 - Mg e 19,58 - S. Já aos 80 DAT, encontraram os seguintes teores: 19,6 – N; 3,17 - P; 34,6 - K; 19,5 - Ca; 3,3 - Mg e 21,77 - S. No presente trabalho encontrou-se valores abaixo dos encontrados por estes autores, para N, P, K e S e, acima para Ca e Mg, na data correspondente ao início da frutificação,

aos 43 DAT. Já para a data correspondente à última data de coleta, aos 84 DAT, encontrou-se valores acima aos do trabalho citado, para N, P, Ca e Mg e, valores abaixo, para K e S. Essas variações são comuns em ensaios com diferentes cultivares e condições edafoclimáticas.

Resultados diferentes foram observados por Prado *et al.* (2011), estudando a cultivar Raísa, em sistema hidropônico, em função do tempo de cultivo. Observaram que apenas os teores de N e K nas folhas do tomateiro apresentaram decréscimo, enquanto os teores dos macronutrientes secundários Ca, Mg e S aumentaram linearmente, e o teor de P não foi influenciado pelo tempo de cultivo. Com relação aos micronutrientes, observaram que houve incremento para o teor de Fe e diminuição nos teores de Mn e Zn, enquanto os teores de Cu e B não foram afetados em função do tempo de cultivo.

No presente trabalho, o decréscimo dos teores de macronutrientes nas folhas ocorreu, mais fortemente, no período fenológico de frutificação e maturação dos frutos, e ainda, possivelmente pelo efeito de diluição dos nutrientes, em função do crescimento, uma vez que o acúmulo ou a extração desses nutrientes foi crescente para a maioria dos macronutrientes, ao longo do ciclo da cultura.

Raij (1991), orientando para a interpretação da análise foliar, usa o critério dos níveis críticos, onde os teores nas folhas estariam associados a perdas na produção, com dados de coleta no período de emissão do 2º cacho floral, da quarta folha a partir do ápice. São eles: 4,0% para N; 0,4% para P; 3,8% para K; 2,0% para Ca; 0,5% para Mg; 100 ppm para B; 50 ppm para Zn; 20 ppm para Cu; 100 ppm para Mn e 150 ppm para Fe. Para o presente trabalho, esse período corresponde aos 43 DAT, onde os valores encontrados foram 3,0 % para N, 0,4 % para P, 3,8 % para K, 4,8 % para Ca, 1,2 % para Mg, 88 ppm para B, 38 ppm para Zn, 23 ppm para Cu, 68 ppm para Mn e 482 ppm para Fe. Apesar de a forma coletada ser diferente, pode-se usar os dados de Raij (1991), para observar que os dados do presente trabalho estão próximos aos níveis críticos.

Mills & Jones (1996) destacam que os teores de macronutrientes, contidos na massa seca da folha devem variar entre: 3,2 a 4,0 % para o N, 0,5 a 0,8 % para P, 4,0 a 5,0 % para K, 2,2 a 4 % para Ca e 0,3 a 0,8 % para Mg. Valores abaixo ou acima destes determinam deficiência e toxidez no tomateiro, respectivamente. No presente trabalho, esses teores variaram ao longo do ciclo do tomateiro, de 2,9 a 3,4 % para o N, 0,3

a 0,5 % para P, 1,1 a 4,0 % para K, 3,3 a 4,8 % para Ca e 0,8 a 1,2 % para Mg, demonstrando-se que estão dentro dos limites do trabalho citado.

Resultados de teores de N, Ca, Mg e S, menores do que os deste trabalho foram encontrados em folhas de plantas de tomateiro, aos 120 DAT, nas cultivares Santa Adélia e Meia Estaca, em função da salinidade da água de irrigação, por Freire *et al.*, (2010), avaliando produção do tomateiro sob estresse salino.

Silva *et al.* (2009) estudando o efeito das doses de dois adubos orgânicos na nutrição do tomateiro, cv Santa Cruz, observou que, no início do florescimento, os macronutrientes mais absorvidos foram o N, seguido por: K, Ca, S, Mg E P enquanto que, entre os micronutrientes, a ordem crescente de absorção foi a seguinte: B, Zn, Cu, Mn e Fe. Os fertilizantes não influenciaram nos teores de nutrientes na planta, havendo apenas diferença entre as doses.

A ordem dos teores de nutrientes encontrados nas folhas do tomateiro, neste estudo foi: Ca>N>K>Mg>P>S e Fe>B>Mn>Zn>Cu, para os macro e micronutrientes, respectivamente (Figura 8). Gargantini & Blanco (1963) observaram que os macronutrientes mais absorvidos nas folhas foram, em ordem decrescente: K>N>>S>Ca>P>Mg.

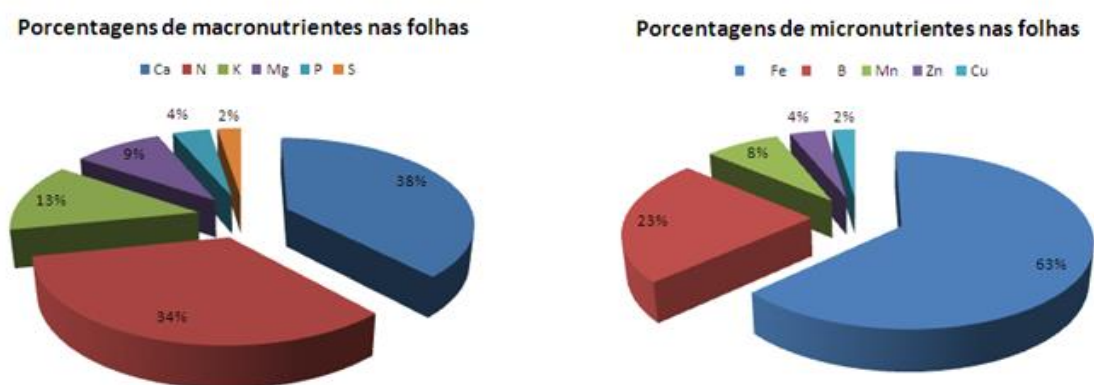


Figura 8. Porcentagens de macro e micronutrientes nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

#### 4.2.1.2 Teores de nutrientes nas hastes

A análise de variância para teores de nutrientes nas hastes está apresentada na Tabela 15.

Tabela 15. Teste F para teores de nutrientes nas hastes de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	0.89 ns	1.17 ns	2.62*	2.77*	2.79*	4.11**
Tratamento x Repetição	0.51 ns	0.95 ns	0.47 ns	1.74 ns	1.39 ns	1.63 ns
Época	11.06**	0.93 ns	4.02**	4.86**	1.68 ns	5.87**
Época x Tratamento	1.51 ns	1.02 ns	1.49 ns	1.75 ns	2.47 ns	1.61 ns
CV%	20.40	63.77	17.77	22.26	19.14	20.90

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Tratamento	1.66 ns	0.50 ns	0.41 ns	0.52 ns	1.85 ns	
Tratamento x Repetição	0.82 ns	0.64 ns	1.12 ns	0.88 ns	0.53 ns	
Época	3.27*	6.34**	12.58**	5.18**	1.17 ns	
Época x Tratamento	1.28 ns	1.47 ns	0.52 ns	2.78 ns	1.25 ns	
CV%	9.45	22.55	77.55	27.31	8.66	

Tese F - ns - não significativo, ao nível de 5% de probabilidade; \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%. CV – Coeficiente de Variação.

De forma semelhante aos teores de nutrientes nas folhas não foram observados efeitos significativos entre os tratamentos, exceção ao K, Ca, Mg e S. Como não houve efeito da interação entre os tratamentos e as diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, indicando que o efeito destas causas de variação foram isolados, os dados foram interpretados por suas médias (Tabelas 16 e 17).

A época de amostragem influenciou os teores de N, K, Ca, S, B, Cu, Fe e Mn, nas hastes, destacando os períodos: de teores crescentes até 43 DAT e decrescentes, após isto, para N e K; de teores crescentes para Ca, até os 71 DAT e decrescente, após isto; de pico aos 28 DAT, para S; de pico aos 28 DAT, para B; de pico de crescimento para o Cu, aos 56 DAT e decréscimo após isto; de pico, aos 28 DAT, para o Fe e decréscimo após isto; de pico aos 43 DAT, para o Mn e decréscimo aos 71 DAT.

Os teores de K foram mais elevados nas hastes, ultrapassando os teores de N. Para o K, a testemunha apresentou o teor mais alto, não diferindo dos tratamentos mais ricos em K (4 e 5). Isso pode ser explicado pelo fato de na testemunha, a planta estar sob estresse nutricional, fazendo com que ela acumule maiores teores de K, que as demais.

Tabela 16. Teores dos macronutrientes nas hastes do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de macronutrientes na haste (g.kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1	19.97	4.04	54.87b	16.65	6.67	2.40
2	21.33	6.69	63.70ab	18.58	7.35	2.79
3	22.11	5.38	60.83ab	17.09	6.98	2.53
4	20.84	4.88	64.15ab	20.53	8.13	3.15
5	22.50	4.60	63.06ab	16.29	6.80	2.52
6	22.79	4.88	69.03a	16.28	6.55	2.41
Época						
28	16.20b	4.68	59.74b	14.13b	7.18	3.13a
43	25.83a	5.32	71.20a	17.89a	6.89	2.45b
56	22.41a	5.67	64.13ab	19.00a	7.22	2.55b
71	21.69a	3.99	58.89b	19.17a	7.61	2.71ab
84	21.83a	5.72	59.07b	17.67ab	6.50	2.31b
CV%	20.40	63.77	17.77	22.26	19.14	20.90

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Tabela 17. Teores dos micronutrientes nas hastes do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de micronutrientes na haste (mg.kg <sup>-1</sup> )				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	109.02	14.20	562.3	21.83	106.21b
2	118.31	13.33	516.5	23.63	113.41ab
3	113.00	13.33	442.0	22.33	110.50ab
4	118.28	13.33	431.1	20.23	115.31a
5	113.20	13.40	502.3	22.13	108.10ab
6	112.87	12.47	399.6	21.43	111.99ab
Época					
28	121.03a	12.83bc	1025.9a	23.67a	111.17
43	109.75b	14.67ab	346.4b	24.64a	108.13
56	116.12ab	15.72a	369.4b	23.69a	114.66
71	113.07ab	11.72c	316.1b	16.75b	111.18
84	110.59b	11.78c	320.2b	20.92ab	109.45
CV%	9.45	22.55	77.55	27.31	8.66

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Genuncio (2009) comparando diferentes relações de N:K, em sistema hidropônico, para diferentes cultivares, constatou que a maior dose de K não modificou a concentração de N, K e Ca e, modificou os teores de P e Mg, na massa seca do caule. Foram encontrados teores médios, que variaram de acordo com as relações N:K, no

caule ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) da ordem de: N - 29,0 a 32,2; P - 6,26 a 8,36; K - 35,6 a 43,5; Ca - 2,75 a 4,37; Mg - 0,44 a 0,75. Estes valores estão mais altos do que os encontrados no presente trabalho, para N e P e, mais baixos para K, Ca e Mg. Gargantini & Blanco (1963), aos 40 DAT (correspondente), observaram valores, em  $\text{g.kg}^{-1}$  de: 25,5 - N; 4,82 - P; 68,8 - K; 10,5 - Ca; 2,5 - Mg e 3,84 - S. Já aos 80 DAT, encontraram os seguintes teores: 11,3 - N; 1,79 - P; 31,6 - K; 9,7 - Ca; 2,3 - Mg e 1,83 - S. No presente trabalho, verificou-se valores semelhantes para N, acima para P, K, Ca e Mg e abaixo para S, na data correspondente ao início da frutificação. Prado *et al.* (2011), encontrou resultados diferentes aos do presente trabalho, observando para o caule do tomateiro, decréscimo para os teores de N e P e K e um acréscimo nos teores dos macronutrientes secundários, nesse órgão do tomateiro, ao longo do cultivo. Para os teores dos micronutrientes, observou-se apenas decréscimo nos teores de Fe, B e Zn.

No presente trabalho, houve, de forma geral, um crescimento dos teores dos macronutrientes nas hastes, exceto para o S. Os micronutrientes decresceram, exceto Cu. No caso do N e K, os decréscimos ocorreram, mais fortemente, no período fenológico de frutificação e maturação dos frutos. Os micronutrientes decresceram, possivelmente pelo efeito de diluição dos nutrientes, em função do crescimento, ao longo do ciclo da cultura. Pode-se inferir, em função do crescimento dos teores de nutrientes nas hastes, que esta parte do tomateiro comportou-se como dreno, em função da pouca demanda dos frutos existentes e da pequena quantidade de folhas novas ativas na planta.

A classificação dos teores de nutrientes encontrados nas hastes do tomateiro, neste estudo foi:  $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$  e  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu}$ , para os macro e micronutrientes, respectivamente (Figura 9).

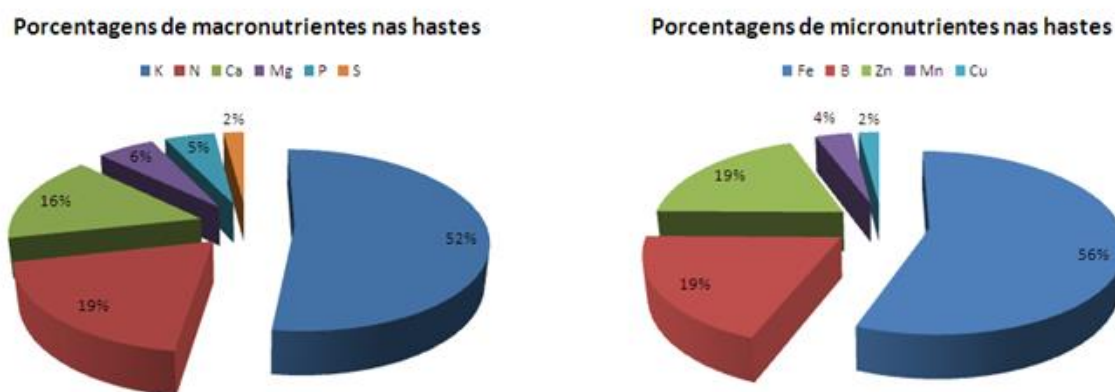


Figura 9. Porcentagens de macro e micronutrientes nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

### 4.2.1.3 Teores de nutrientes nos frutos

Nos frutos a análise de variância para teores de nutrientes (Tabela 18) indicou que nos teores de nutrientes não houve efeitos significativos para os tratamentos, exceto para o B.

Como não houve efeito da interação entre os tratamentos e as diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, indicando que o efeito destas causas de variação foram isolados, os dados foram interpretados por suas médias (Tabelas 19 e 20).

Tabela 18. Teste F para teores de nutrientes nas hastes de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	0,41 ns	1,03 ns	1,66 ns	0,57 ns	0,54 ns	0,50 ns
Tratamento x Repetição	0,46 ns	0,67 ns	0,66 ns	1,27 ns	0,70 ns	1,37 ns
Época	251,31**	99,90**	106,06**	68,17**	176,99**	369,40**
Época x Tratamento	1,80 ns	0,85 ns	2,64 ns	0,60 ns	0,74 ns	1,21 ns
CV%	15,16	24,37	23,46	30,80	18,12	12,58

Causa de Variação	Teste F para os teores foliares de					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Tratamento	6,47**	0,19 ns	0,70 ns	0,41 ns	2,22 ns	
Tratamento x Repetição	2,28ns	0,82 ns	1,41 ns	0,97 ns	1,93 ns	
Época	24,46**	120,67**	11,25**	164,00**	11,72**	
Época x Tratamento	3,02 ns	1,98 ns	2,12 ns	1,24 ns	0,81 ns	
CV%	53,56	22,26	87,92	19,14	97,15	

Tese F - ns - não significativo, ao nível de 5% de probabilidade; \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%. CV – Coeficiente de Variação.

Houve efeito das épocas de amostragem no teor de nutrientes nos frutos. As épocas influenciaram o teor, nos frutos, de todos os macro e micronutrientes analisados, no tomateiro orgânico, sendo que para N, P, K e Mg, as médias cresceram até os 71 DAT, quando obtiveram as maiores médias, com decréscimo, após este dia. Ca e Cu cresceram até os 43 DAT, decrescendo aos 56 e voltando a crescer aos 71 DAT, para em seguida, aos 84 DAT, decrescer novamente.

Tabela 19. Teores dos macronutrientes nos frutos do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de macronutrientes nos frutos (g.kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1	27,14	4,67	43,60	3,47	2,79	1,77
2	26,76	4,40	41,21	3,95	2,67	1,79
3	28,57	4,52	39,35	3,95	2,82	1,88
4	27,00	5,13	43,69	3,79	2,82	1,83
5	27,09	4,37	42,14	3,58	2,66	1,79
6	26,77	4,88	35,27	3,48	2,91	1,84
Época						
28	0c	0d	0c	0c	0d	0d
43	34,84ab	6,33ab	48,23b	5,71a	3,13c	2,55a
56	32,08b	5,33bc	50,93ab	3,95b	3,27bc	2,23b
71	37,73a	6,54 <sup>a</sup>	58,38a	5,09a	3,85a	2,33b
84	31,46b	5,13c	46,84b	3,77b	3,63ab	1,98c
CV%	15,16	24,37	23,46	30,80	18,12	12,58

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Tabela 20. Teores dos micronutrientes nos frutos do tomateiro, cv Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de micronutrientes nos frutos (mg.kg <sup>-1</sup> )				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	70,29	15,47	219,00	19,73	54,80
2	68,04	14,73	148,13	20,87	40,00
3	61,71	15,73	175,73	21,13	47,07
4	122,35	15,20	187,53	21,67	92,00
5	60,73	15,20	136,23	20,43	39,93
6	50,81	15,73	217,00	20,67	44,67
Época					
28	0c	0c	0c	0c	0c
43	78,58b	21,28 <sup>a</sup>	237,11ab	25,89b	43,33bc
56	66,05b	17,94b	132,31bc	23,19b	40,22bc
71	97,79ab	21,22 <sup>a</sup>	337,61a	30,89a	113,11a
84	119,20a	16,27b	196,00ab	23,78b	68,72ab
CV%	53,56	22,26	87,92	19,14	97,15

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

O S cresceu até os 43 DAT, decrescendo em seguida. Para B, as maiores médias foram alcançadas aos 84 DAT. Fe, Mn e Zn, cresceram até os 71 DAT, quando obtiveram as maiores médias, com decréscimo, após este dia. De modo geral, os macros e micronutrientes cresceram, até os 71 DAT, decrescendo depois.

Pode-se observar que houve efeito de interação entre tratamentos e épocas para N, K, B, Cu, Fe. Para a fonte de variação Época x Tratamento, as variáveis Teor de N, Cu e Fe foram significativas e K e B, altamente significativas.

Genuncio (2009) comparando diferentes relações de N:K, em sistema hidropônico, para diferentes cultivares, constatou que a maior dose de K modificou os teores de N e K, observando maior teor de N nos frutos da cultivar Santa Clara e maiores teores de K nos frutos de San Marzano e Santa Clara. Encontrou, teores médios de N no fruto ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) da ordem de: 23,45 e, teores de K no fruto ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) da ordem de: 43,65; para as diferentes cultivares testadas. Observou a razão média K:N no fruto ( $\text{g.kg}^{-1}$ ), para essas mesmas cultivares: 1,86.

No presente trabalho, não houve diferenças entre os tratamentos, para as maiores doses de K. No entanto, os valores médios encontrados nos tratamentos 4 e 5, estão próximos aos de Genuncio, *op. cit.*. São eles, em  $\text{g.kg}^{-1}$ : 27,05, para a variável N e 42,91, para a variável K. Com razão média K:N de 1,59, para a média entre os tratamentos e de 1,49, para os 84 DAT.

Blanco & Folegatti (2008), avaliando a produção e a qualidade dos frutos de tomate sob diferentes doses de N e K aplicadas via fertirrigação, utilizando-se água de irrigação de alta salinidade, observaram que os níveis de N não exerceram efeito algum sobre os teores de macronutrientes, enquanto os teores de N, K nos frutos foram afetados pelos níveis de K.

Resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho foram encontrados, por Ferreira (2001), onde testou diferentes doses de N para avaliação da qualidade dos frutos do tomateiro, observando que os teores de N nos frutos aumentaram linearmente, na medida em que aumentou-se as doses de N. Encontrou teores de N nos frutos da ordem de 2,00 a 3,3  $\text{dag.kg}^{-1}$ , semelhantes aos encontrados no presente trabalho, que foram de 2,6 a 2,7  $\text{dag.kg}^{-1}$ , para os tratamentos 2 e 1, cujas relações N:K são 1,43 e 2.25, respectivamente. No entanto, as maiores doses de N nos frutos, no presente trabalho, foram encontradas no tratamento 3, de 2,9  $\text{dag.kg}^{-1}$ , cuja relação N:K é de 0,92.

Com relação às épocas avaliadas, Prado *et al.* (2011) notaram decréscimo, apenas no teor de K no fruto, ao longo do cultivo, enquanto para os demais nutrientes, perceberam incremento. Para os teores dos micronutrientes nos frutos, observaram acréscimo no acúmulo dos micronutrientes do fruto do tomate ao longo do cultivo, corroborando os dados do presente trabalho, exceto para K.

Gargantini & Blanco (1963), aos 40 DAT, observaram valores, em  $\text{g.kg}^{-1}$  de: 27,0 – N; 4,1 – P; 49,8 - K; 1,7 - Ca; 1,9 - Mg e 2,64 - S. Já aos 80 DAT, encontraram os seguintes teores: 31,6 – N; 6,37 – P; 62,6 - K; 2,5 - Ca; 2,0 - Mg e 3,39 - S. Comparando-se esses dados com os resultados do presente trabalho, verifica-se que valores semelhantes para S, acima dos encontrados para K e abaixo para N, P, Ca e Mg, na data correspondente ao início da frutificação, 43 DAT. Já para a data correspondente à última coleta, 84 DAT, foram encontrados resultados semelhantes para N e S; acima dos encontrados no presente estudo para P e K e abaixo, para Ca e Mg.

De modo geral, houve crescimento das taxas de absorção de macronutrientes e micronutrientes, nos frutos, ao longo do ciclo da planta, isso é explicado pela força do dreno, representado pelos frutos. E, pelo constante aporte de micronutrientes através dos biofertilizantes. A classificação dos teores de nutrientes encontrados nos frutos do tomateiro, neste estudo foi:  $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S}$  e  $\text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Cu}$ , para os macros e micronutrientes, respectivamente. E suas porcentagens encontram-se na Figura 10.

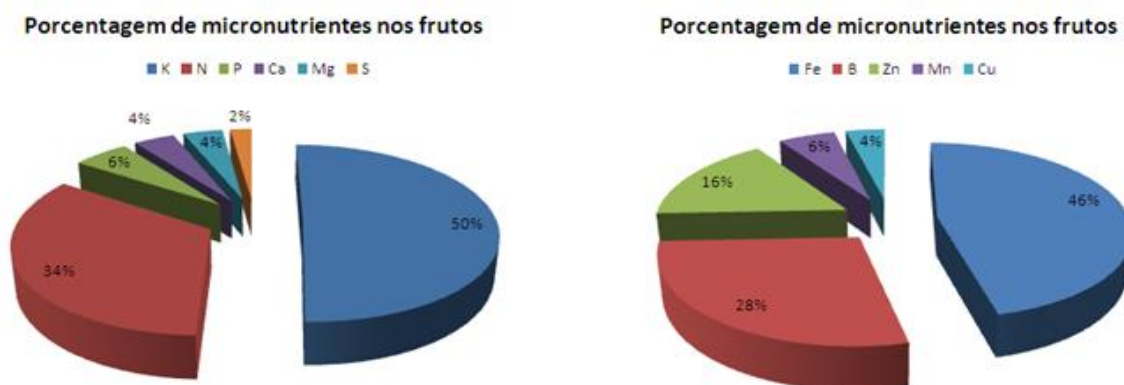


Figura 10. Porcentagens dos teores de macro e micronutrientes nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

#### 4.2.1.4 Teores de nutrientes totais

O resumo da análise de variância para teores de nutrientes totais está apresentado na Tabela 21. Foram observados efeitos significativos dos tratamentos, para S e B. Houve efeito de épocas de amostragem para todos os nutrientes. Por outro lado não houve efeito da interação entre os tratamentos e as diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, indicando que o efeito destas causas de variação foram isolados. Assim os dados foram interpretados por sua média (Tabelas 22 e 23).

Tabela 21. Teste F para teores de nutrientes totais de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para os teores totais de					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento	0.32ns	1.04 ns	1.98 ns	0.40 ns	0.81 ns	6.78**
Tratamento x Repetição	0.41ns	0.93 ns	0.72 ns	1.70 ns	1.50 ns	0.95 ns
Época	9.90**	0.57 ns	14.92**	20.37**	40.72**	31.08**
Época x Tratamento	1.82*	0.92 ns	1.63 ns	1.04 ns	1.37 ns	1.43 ns
CV%	9.18	36.02	14.43	15.17	10.99	16.12

Causa de Variação	Teste F para os teores totais de					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Tratamento	7.75**	1.01 ns	0.47 ns	0.78 ns	3.55**	
Tratamento x Repetição	0.55 ns	1.20 ns	0.59 ns	1.13 ns	1.14 ns	
Época	8.86**	19.24**	30.81**	12.12**	5.30**	
Época x Tratamento	3.53**	1.05 ns	0.70 ns	1.51 ns	1.05 ns	
CV%	25.99	15.59	62.08	16.64	14.06	

Teste F - ns - não significativo, ao nível de 5% de probabilidade; \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%. CV – Coeficiente de Variação.

Tabela 22. Teores dos macronutrientes totais do tomateiro, cultivar Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

	Teor de macronutrientes totais (g.kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamento						
1	27.28	4.31	40.28	25.25	7.88	2.49b
2	27.34	5.55	45.85	27.06	8.29	2.89ab
3	27.58	4.76	43.56	26.20	8.37	2.73b
4	26.90	4.86	46.66	26.84	8.45	3.38a
5	27.56	4.33	44.27	25.94	8.08	2.71b
6	27.99	4.76	45.91	26.10	8.28	2.68b
Época						
28	25.00b	5.07	47.98ab	28.76a	9.82a	3.71a
43	28.71a	4.97	51.96a	32.44a	9.52a	3.09b
56	29.20a	4.80	44.08bc	23.91b	7.81b	2.50c
71	28.40a	4.66	41.13cd	23.71b	7.04b	2.55c
84	25.89b	4.29	36.95d	22.35b	6.96b	2.21c
CV%	9.18	36.02	14.43	15.17	10.99	16.12

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Tabela 23. Teores dos micronutrientes totais do tomateiro, cultivar Tyna, em sistema orgânico, submetidos a biofertilizantes, em diferentes estádios de desenvolvimento. Hidrolândia – GO. 2010/2011.

Tratamento	Teor de micronutrientes totais (mg.kg <sup>-1</sup> )				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1	100.19b	17.01	626.77	37.13	67.57
2	108.22b	17.20	606.63	40.88	69.35
3	97.78b	16.01	465.10	40.00	64.14
4	147.52a	17.98	517.81	37.80	76.81
5	98.39b	16.37	521.81	38.12	64.08
6	93.73b	17.02	542.91	39.81	67.96
Época					
28	127.23a	19.10 <sup>a</sup>	1337.3a	38.34b	75.01a
43	95.29b	19.87 <sup>a</sup>	405.1b	47.39a	65.60bc
56	86.29b	17.39 <sup>a</sup>	280.7b	40.12b	61.39c
71	99.67b	14.80b	362.7b	34.71b	71.22ab
84	129.70a	13.51b	348.3b	34.22b	68.36abc
CV%	25.99	15.59	62.08	16.64	14.06

Médias seguidas pelas mesmas letras ou ausência de letras, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey. CV – Coeficiente de Variação.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a maioria dos nutrientes, exceto S e B, cujos maiores teores foram encontrados no tratamento 4, que com relação ao S, diferenciou-se estatisticamente do restante, mas não do tratamento 2 e, com relação ao B, diferenciou-se dos demais tratamentos.

Com relação às épocas, houve diferenças para a maioria dos nutrientes, exceto para o P. Entre os macronutrientes, os maiores teores foram obtidos aos 56 DAT, para N; aos 43 DAT, para K e Ca e aos 28 DAT para Mg e S. Entre os micronutrientes B, apresentou maiores teores aos 84 DAT; Cu e Mn, aos 43 DAT; Fe e Zn, aos 28 DAT. Assim, para os macronutrientes, P, K, Ca, Mg e S decresceram, com o desenvolvimento do tomateiro.

Os teores de nutrientes totais encontrados no tomateiro estão muito abaixo dos teores encontrados por Gargantini & Blanco (1963), aos 80 dias, em g.kg<sup>-1</sup>: 104,10 de N; 17,0 de P; 162,20 de K; 33,40 de Ca; 7,40 de Mg e 25,88 de S. Comparando-se os dados de coleta destes autores, com os do presente experimento, na data correspondente, 56 DAT, encontrou-se valores menores: 29,20 de N; 4,80 de P; 44,08 de K; 23,91 de Ca; 7,81 de Mg; 2,50 de S.

Esta característica pode ser explicada principalmente pela diferença de oferta de nutrientes entre os experimentos, pelas características de cultivares e pelas diferenças de sistemas produtivos, entre outras características ambientais. Além disso, dependendo dos órgãos da planta, os teores de nutrientes, apresentam grande variação e dependem da atividade metabólica e fisiológica da planta (MINAMI & HAAG, 1989).

De acordo com Alpi & Tognoni (1999), os valores críticos apresentados na massa seca de tomateiro cultivados em ambiente de cultivo protegido são de 1,3 a 6 % de N, 0,6 a 1,2 % de P, 4,0 a 6,0 % de K, 1,2 a 2,1 % de Ca e 0,2 a 0,4 % de Mg. Os teores encontrados no tomateiro cultivado no presente trabalho foram de: 2,6% de N, 0,5% de P, 3,7% de K, 2,4% de Ca, e 0,6% de Mg (Figura 11). Estes se encontram dentro dos valores críticos apresentados pelos autores, exceto P e K, que estão abaixo e Ca e Mg, que estão acima.

A classificação dos teores de nutrientes encontrados no tomateiro, neste estudo foi:  $K > N > Ca > Mg > P > S$  e  $Fe > B > Zn > Mn > Cu$ , para os macro e micronutrientes, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os de Gargantini & Blanco (1963), que utilizando a cultivar Santa Cruz<sup>-1</sup>639 e conduzido em ambiente protegido, concluíram que a ordem de absorção dos teores de macronutrientes foi o K, seguido pelo N, Ca, S, P e Mg.

O desequilíbrio das relações entre nutrientes no solo pode ter afetado a absorção dos nutrientes pela planta, debilitando-a nutricionalmente, levando a uma menor resistência a doenças, agravando o quadro e culminando na redução da produção de frutos. Entretanto, não foi observado nesse experimento sintoma visual nítido de deficiência de qualquer nutriente, mesmo na testemunha. Vale ressaltar que Ca apresentou teores mais elevados do que na maioria dos trabalhos encontrados, mostrando que a calagem correspondeu ao aumento de cálcio no solo, bem como o magnésio.

Houve decréscimo nas taxas de absorção de macronutrientes, ao longo do ciclo da planta. Isso pode ser explicado pela diluição desses nutrientes na planta, uma vez que os biofertilizantes não ofereciam quantidades suficientes desses nutrientes que abastecesse a demanda das plantas e que, a maior oferta de nutrientes, para as plantas, foi oferecida, através da adubação de plantio. Para os micronutrientes, isto é explicado, pelo constante aporte de micronutrientes através dos biofertilizantes.

As Figuras 11 e 12 ilustram a distribuição de nutrientes entre as diferentes partes da planta e o total de nutriente absorvido. Pode-se observar que o N, foi mais acumulado nos frutos, o K nas hastes, o Ca nas folhas.

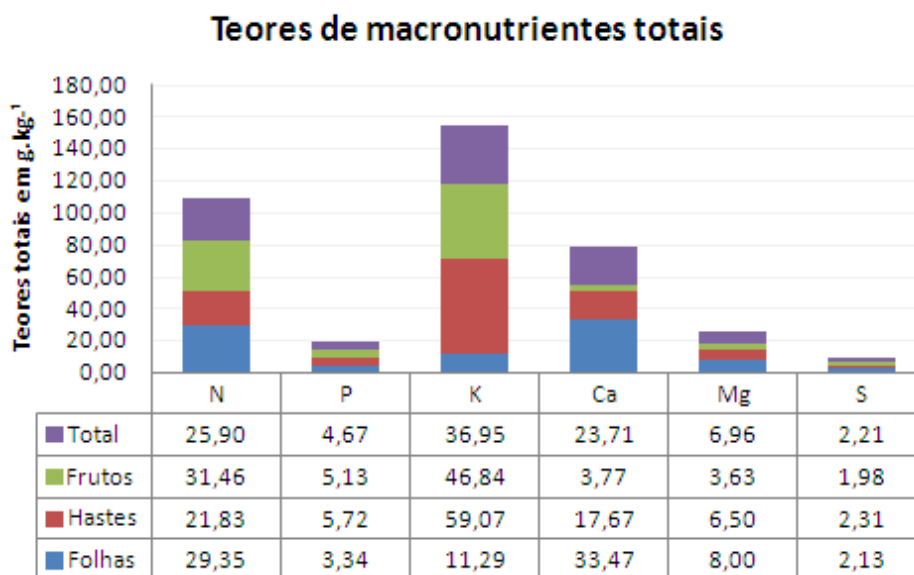


Figura 11. Teores de macronutrientes totais, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Os outros macronutrientes apresentaram distribuição mais equitativa (Figura 11). Entre os micronutrientes, o B, o Fe, o Mn acumularam-se mais nas folhas, o Cu, nos frutos e o Zn, nas hastes (Figura 12).

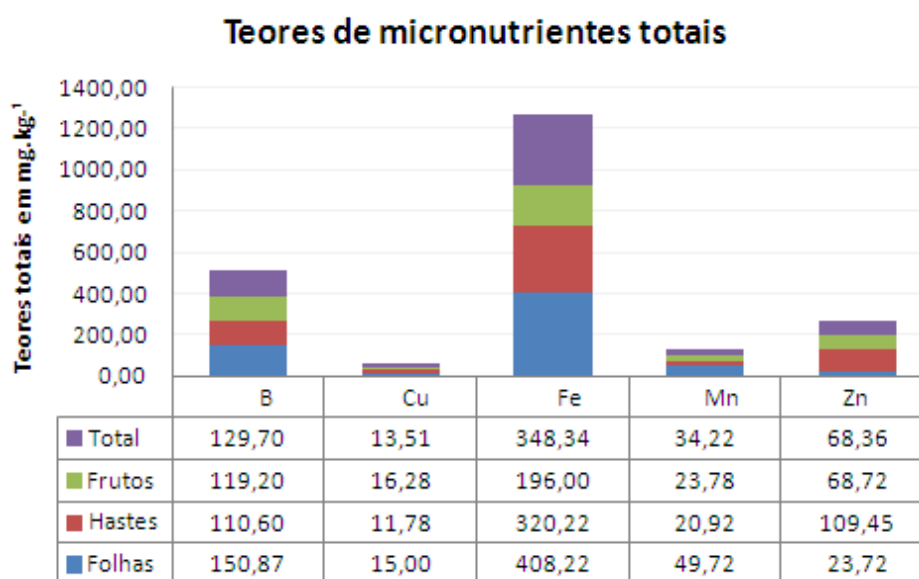


Figura 12. Teores de micronutrientes totais, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

## 4.2.2 Curva de extração para os nutrientes

### 4.2.2.1. Nitrogênio

O resumo da análise de variância para extração de nitrogênio das folhas, hastes, frutos e total está apresentado, na Tabela 24.

Foram observados efeitos significativos para os tratamentos, nas folhas, frutos e total, para as épocas, em todas as variáveis, para a interação tratamento e época, em todas as variáveis. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Tabela 24. Teste F para extração de nitrogênio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para extração de nitrogênio nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	2.60*	1.58ns	3.24*	2.62*
Tratamento x Repetição	1.09ns	0.49ns	1.36ns	0.47ns
Época	306.20**	196.22**	251.3**	476.92**
Época x Tratamento	8.10**	2.61**	8.64**	6.42**
CV%	15.73	22.32	25.50	13.07

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Nas Figuras 13, 14, 15 e 16 estão apresentadas as curvas de extração de N, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos. Houve efeito de interação entre tratamento e época, para esse elemento, para as folhas, hastes, frutos e total.

Percebe-se que, para as folhas, os tratamentos 1, 2 e a testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo até os 71 DAT e queda após esta data, sendo que o tratamento 2 teve melhor desempenho até esta data, sendo superado pelo 1, após os 71 DAT. Os tratamentos 3, 4 e 5 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, sendo que o tratamento 3 manteve o melhor desempenho do início ao fim do ciclo, quando comparado com o 4 e o 5. Ao comparar-se todos os tratamentos, pode-se afirmar que o

tratamento 2, cuja relação N:K, é de 1,43, manteve melhor desempenho até os 71 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, cuja relação N:K, 0,92, respectivamente.

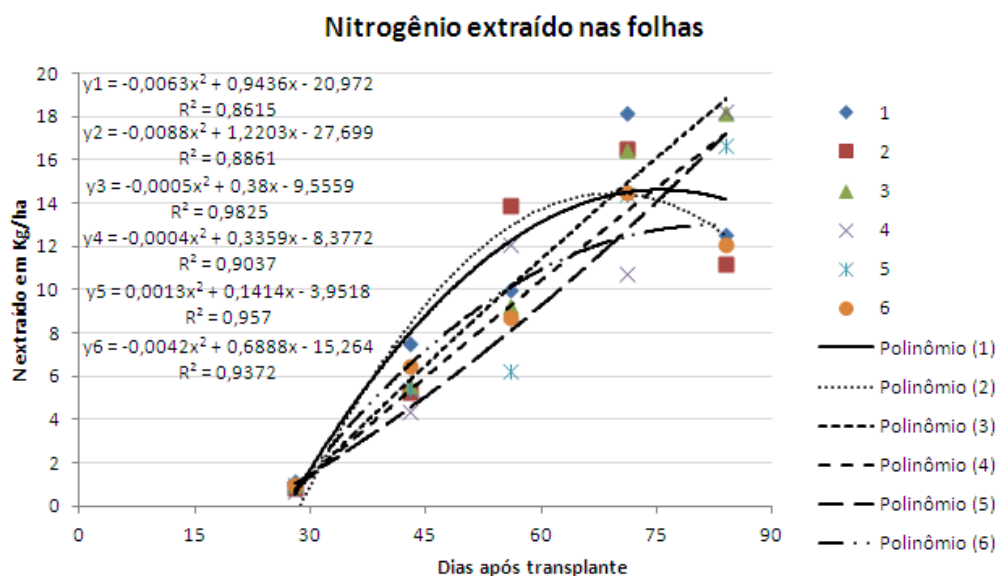


Figura 13. Extração de nitrogênio pelas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Essa queda na extração de N para as folhas dos tratamentos 1, 2 e da testemunha, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou mais significativamente esses tratamentos. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos induzam a um maior acúmulo de N, após os 71 DAT, além de apresentarem maior resistência à septoriose, tendo sido capazes de emitir mais folhas novas, que também se comportaram como drenos secundários.

Prado *et al.* (2011) encontrou acúmulo crescente de N e K nas folhas do tomateiro, ao longo do ciclo da cultura, até os 85 DAT. Gargantini & Blanco (1963) verificaram que as folhas armazenaram as maiores quantidades de N até os 90 dias. A partir daí, com o aparecimento dos frutos, estes passaram a constituir as maiores reservas desse elemento na planta. Aos 90 dias as quantidades de N decresceram até o final do ensaio.

Para as hastes, o tratamento 2 manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, após esta data. Os níveis de N decresceram mais nos tratamentos 2, 4 e 5, mais ricos em K, exceto o 2. Houve maior efeito de interação na perda de N, para os frutos nestes tratamentos, demonstrando que as hastes acumularam menores quantidades de N, mesmo nos tratamentos mais ricos neste elemento.

Houve crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, o que quando comparado com os dados de absorção dos frutos, pode-se inferir que as hastes comportaram-se como drenos secundários, após os 71 DAT, uma vez que, houve queda dos conteúdos de N nas folhas, e nos frutos, a partir dessa data.

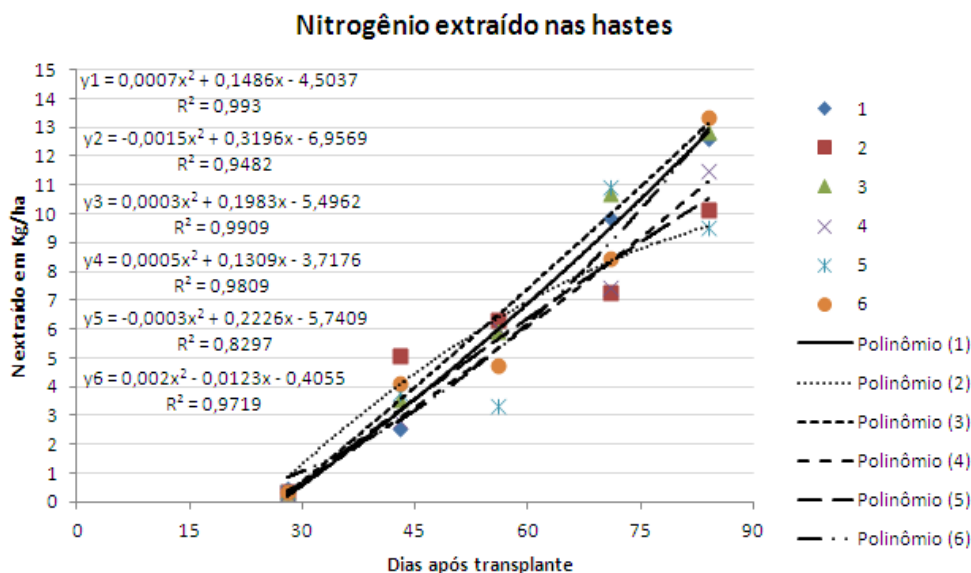


Figura 14. Extração de nitrogênio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Prado *et al.* (2011) constatou incremento, no acúmulo de N no caule do tomateiro ao longo do cultivo, com resultados semelhantes aos do presente trabalho.

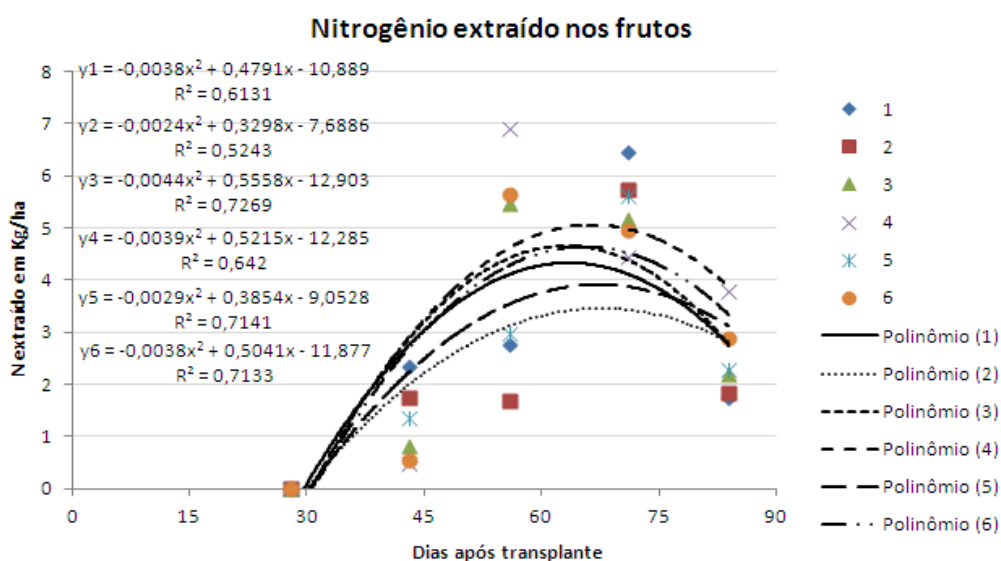


Figura 15. Extração de nitrogênio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Nos frutos, o tratamento 4, cujas relação N:K é de 0,58, respectivamente, superou os demais na extração de nutrientes ao longo do período avaliado. O fato de a testemunha ter apresentado resultados próximos aos do tratamento 4, superando os demais tratamentos, após os 71 DAT, pode ser explicado pelo fato de que, sob estresse, a planta tenta garantir ao máximo a sua reprodução.

Houve queda na extração de N, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto de maior ocorrência de septoriose, cujas demandas pelos elementos vitais às plantas são maiores, o que provocou grande queda na produção dos frutos do tomateiro. Gargantini & Blanco (1963) observaram crescimento constante no acúmulo de N nessa parte da planta, se estabilizando aos 120 dias, contrastando com os resultados do presente trabalho.

Na extração de Nitrogênio para todas as partes avaliadas (Figura 16), os tratamentos 1, 2 e a testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo até os 71 DAT, diminuindo este crescimento, após esta data, sendo que no tratamento 2, houve queda do crescimento a partir dessa data. Os tratamentos 1 e 2 tiveram melhor desempenho até os 56 DAT e 71 DAT, respectivamente, sendo depois superados pelo tratamento 3. Os tratamentos 3, 4 e 5 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, sendo que o tratamento 3 manteve o melhor desempenho do início ao fim do ciclo, quando comparado com o 4 e o 5.

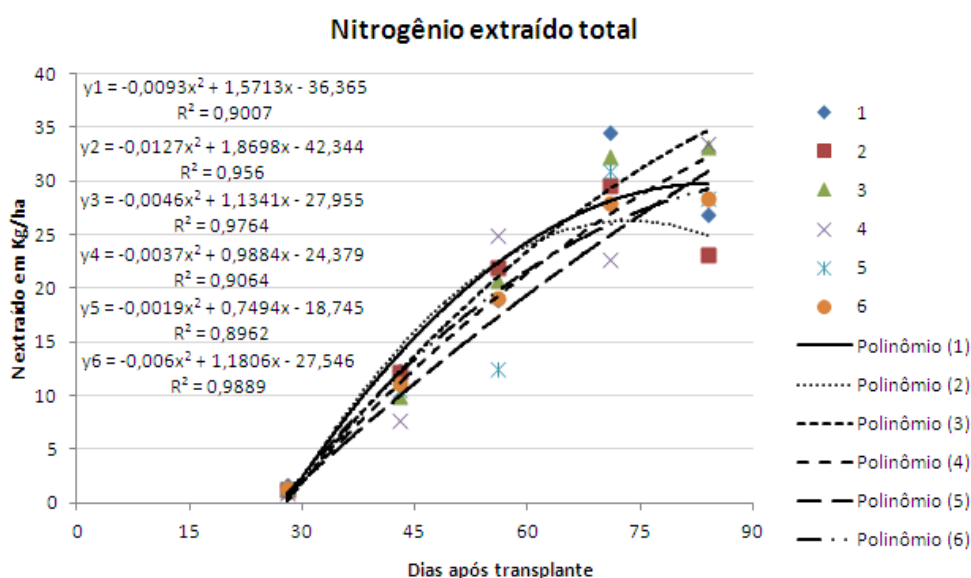


Figura 16. Extração de nitrogênio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Ao comparar-se todos os tratamentos, pode-se afirmar que o tratamento 2, manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, após esta data. Houve diminuição, no tratamento 1 e na testemunha e queda, no tratamento 2, na extração de N total, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos, interferindo na extração desse nutriente para os frutos e conseqüentemente na produção. Não houve queda na extração total de N pela testemunha, o que pode ser explicado pelo fato de neste tratamento a planta estar sob estresse nutricional. O tratamento 5, cujas relação N:K é 0,33, manteve o pior desempenho até os 75 DAT, superando o tratamento 2 e a testemunha, posteriormente. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos induziram a um maior acúmulo de N, após os 71 DAT, além de apresentarem maior resistência à septoriose, sendo o tratamento 3 o de melhor desempenho.

Silva (1998), estudando plantas de pimentão, comprovou que o N aumentou a produção de biomassa em plantas de pimentão, por estimular o crescimento vegetativo, o que conseqüentemente influenciou o acúmulo dos demais nutrientes. No presente experimento esse fato foi confirmado, quando os tratamentos mais ricos em N aumentaram a produção de matéria seca e da extração da maioria dos nutrientes, até os 71 DAT.

Gargantini & Blanco (1963) observaram que para o N, as folhas armazenaram as maiores quantidades do elemento e, com o aparecimento dos frutos, estes passaram a consistir as maiores reservas em toda a planta, o que demonstrou a mobilidade do N das folhas p os frutos. No caule, estes autores, encontraram aumentos crescentes até os cem dias, decrescendo em seguida e, nos frutos, verificaram acúmulo crescente, acompanhando o desenvolvimento da planta. Com relação ao total absorvido pela planta, verificaram ser constante e crescente até os 120 dias, estabilizando-se a partir dessa data.

A época em que o tomateiro absorve maior quantidade de N do solo parece ser uma fase crítica da cultura. Essa época está compreendida entra a oitava e a décima primeira década. Se faltar N, nessa época, efeitos danosos podem ser esperados no desenvolvimento e na produção (Gargantini & Blanco, 1963).

Leite *et al.* (2003), avaliando o efeito da adubação sobre a incidência de traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*) e pinta-preta (*Alternaria solani*) em plantas de tomate, observaram que a maior percentagem de frutos atacados pela traça, bem

como número de frutos com incidência de *A. solani*, se deu em plantas cultivadas com altas doses de N. Portanto, a adubação nesses tratamentos provocou um desequilíbrio nutricional, levando a uma série de alterações fisiológicas das plantas, culminando em um efeito depressivo na produção.

#### 4.2.2.2 Fósforo

O resumo da análise de variância para extração de fósforo das folhas, hastes, frutos e total está apresentado, na Tabela 25. Foram observados efeitos significativos para os tratamentos, nos frutos, para as épocas, em todas as variáveis, para a interação tratamento e época, nas folhas e frutos. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e a produção do tomateiro.

Tabela 25. Teste F para extração de fósforo nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa de Variação	Teste F para extração de fosforo nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	1.31ns	1.11ns	3.05*	0.87ns
Tratamento x Repetição	0.80ns	1.08ns	0.75ns	0.95ns
Época	107.47**	8.19**	115.59**	23.70**
Época x Tratamento	3.24**	0.84ns	5.22**	0.72ns
CV%	24.24	117.55	32.70	57,45

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Nas figuras 17, 18, 19 e 20, estão apresentadas as curvas de extração de P, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos. Percebe-se que, para as folhas, os tratamentos 1, 2 e a testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo até os 71 DAT e queda a partir desta data. O tratamento 1 teve melhor desempenho até esta data, sendo superados pela testemunha, após os 71 DAT. Os tratamentos 3, 4 e 5 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, sendo que o tratamento 3 manteve o melhor desempenho do início ao fim do ciclo, quando comparado com o 4 e o 5. Ao comparar-se todos os tratamentos, pode-se afirmar que o 1, cuja relação N:K é 2,25, manteve melhor desempenho até os 71 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, cuja

relação N:K é 0,92, que superou todos os outros, após essa data.

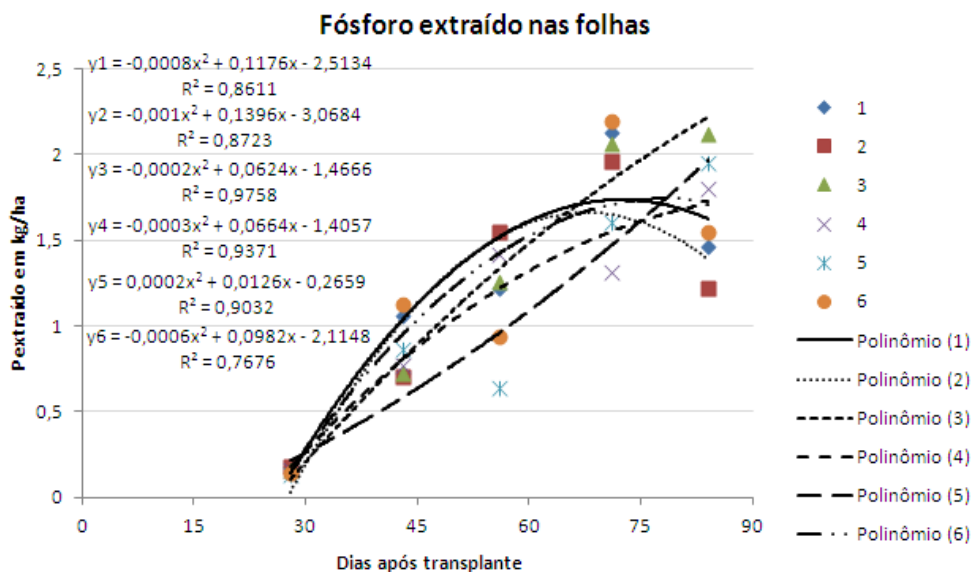


Figura 17. Extração de fósforo nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Essa queda na extração de P para as folhas dos tratamentos 1, 2 e 6, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos.

A diferença proporcionada pelo aumento das quantidades de P, extraído pelas folhas, ofertado através das diferentes combinações dos biofertilizantes, nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos proporcionaram mais equilíbrio nutricional, podendo assim expressar esse equilíbrio na maior extração dos nutrientes para as folhas, ao longo do período de desenvolvimento, mesmo sob ataque de *Septoria infestans*, mais intenso após os 71 DAT, possibilitando à planta maior capacidade de emitir mais folhas novas, que também se comportaram como drenos secundários.

Gargantini & Blanco (1963) observaram que as folhas absorveram maiores quantidades de P, até o aparecimento dos frutos, o que difere dos resultados do presente trabalho.

Para as hastes, o tratamento 3 manteve melhor desempenho até os 71 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 2, após esta data. O tratamento 1 e a testemunha, tiveram um comportamento semelhante. Houve crescimento contínuo, dos 28 aos 84 DAT, das quantidades de P extraídas para as hastes, exceto para o tratamento 4.

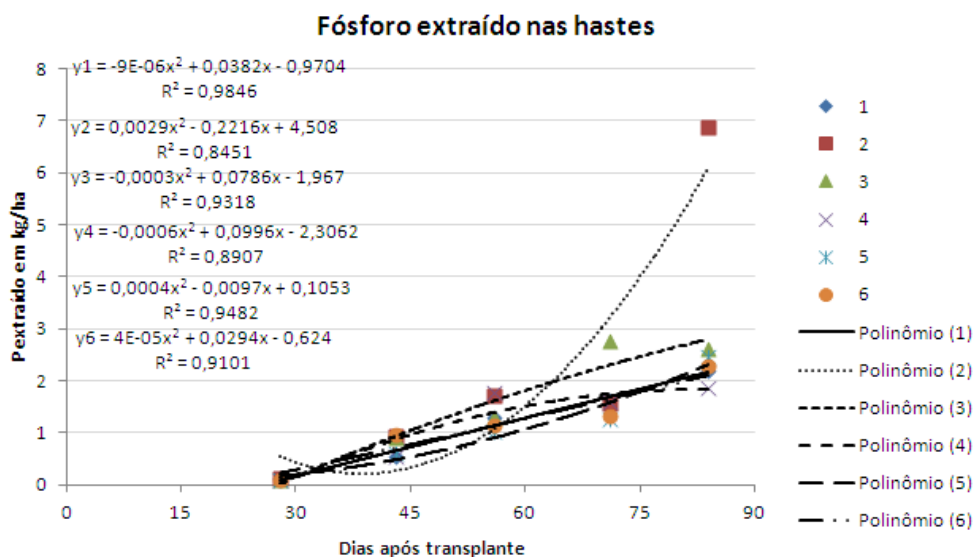


Figura 18. Extração de fósforo nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Observa-se crescimento contínuo das quantidades P extraído para as hastes, para a maioria dos tratamentos, exceto para o 4, que a partir dos 71 DAT, começou a decrescer. O tratamento 2, decresceu aos 43 DAT, subindo após esta data, em comparação com os outros tratamentos.

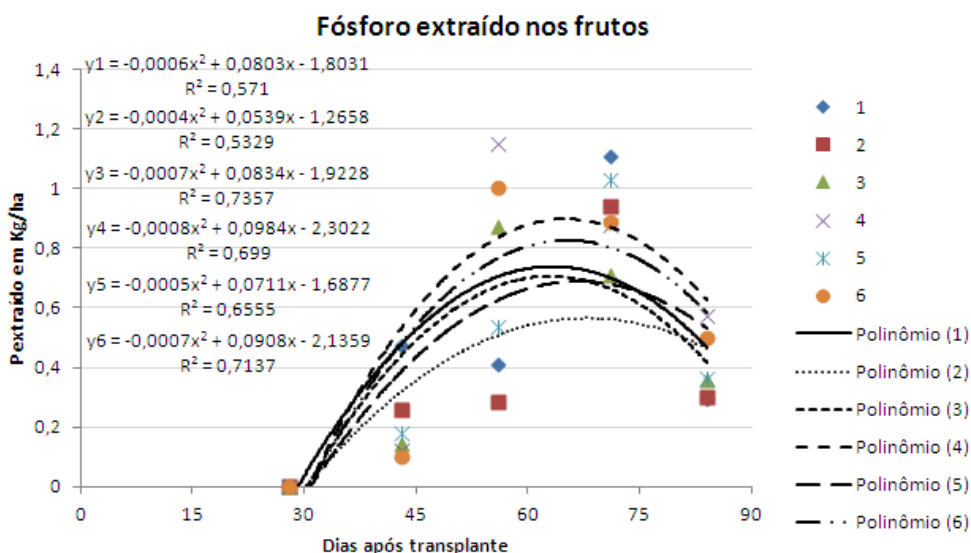


Figura 19. Extração de fósforo nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Quando se compara estes dados com os dados de extração dos frutos, pode-se inferir que as hastes comportaram-se como drenos secundários, após os 71 DAT, uma vez que, houve queda dos conteúdos de P nas folhas, para os tratamentos com

maior ocorrência de *Septoria infestans* e, nos frutos, a partir dessa data, em função desta doença. Gargantini & Blanco (1963) observaram que no caule, a absorção de P cresceu até os 90 dias, decrescendo após esta data.

Nos frutos, o tratamento 4 superou os demais na extração de P, ao longo do período avaliado. A testemunha apresentou resultados próximos aos do tratamento 4, superando os demais tratamentos, após os 71 DAT, o que pode ser explicado pelo fato de que, sob estresse, a planta tenta garantir ao máximo a sua reprodução. Houve queda na extração de P, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto de maior ocorrência de septoriose, o que provocou grande queda na produção dos frutos do tomateiro.

Gargantini & Blanco (1963) observaram que os frutos foram os maiores armazenadores de P, em toda a planta, atingindo as maiores quantidades ao final do ciclo, atingindo 90% do total encontrado em toda a planta. No presente trabalho os frutos alcançaram 8% de P extraído, nos frutos no final do ciclo, diferindo dos resultados citados, o que pode ser explicado pelo aumento da incidência de septoriose e pela colheita dos frutos nos intervalos das coletas das plantas.

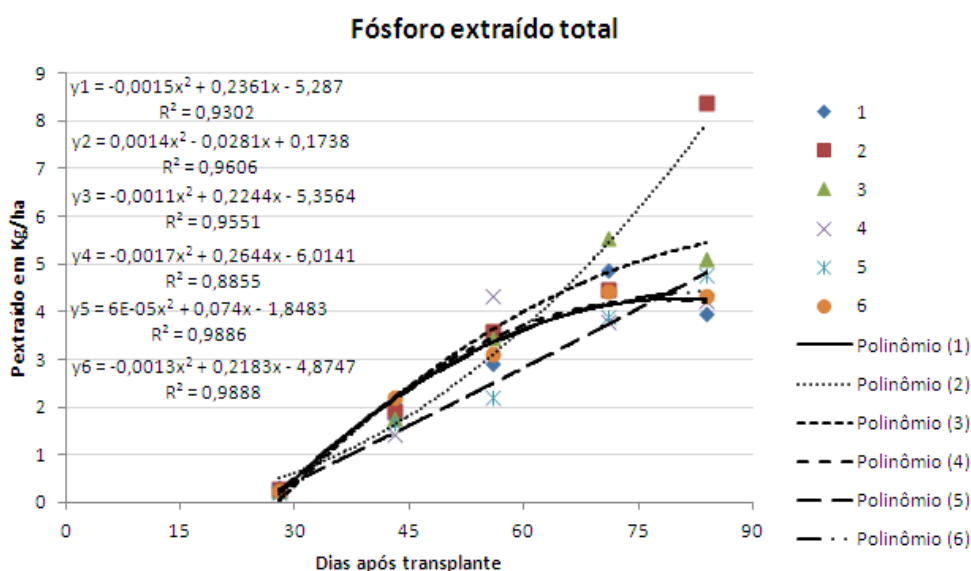


Figura 20. Extração de fósforo total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Na extração de fósforo total, os tratamentos 1, 4 e a testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo até os 71 DAT, estabilizando-se até os 84 DAT. O tratamento 3 teve melhor desempenho até os 71

DAT, sendo depois superados pelo tratamento 2. O tratamento 5, manteve o pior desempenho até os 75 DAT, superando os tratamentos 1, 4 e a testemunha, posteriormente. Gargantini & Blanco (1963) verificaram que as quantidades totais extraídas de P pela planta foram constantes e crescentes até os 140 dias.

#### 4.2.2.3 Potássio

O resumo da análise de variância para potássio extraído nas folhas, das hastes, de frutos e total está apresentado, na Tabela 26. Para estas variáveis foram observados efeitos significativos dos tratamentos, somente para frutos. Com relação às épocas, houve diferença para todas as variáveis. E para a interação tratamento e época, houve diferenças para todas as variáveis.

Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Tabela 26. Teste F para extração de potássio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa da Variação	Teste F para extração de potássio nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	2.35*	0.92ns	3.71**	1.33ns
Tratamento x Repetição	0.57ns	0.51ns	0.54ns	0.52ns
Época	77.09**	181.52**	132.80**	278.63**
Época x Tratamento	4.63**	2.82**	6.23**	4.57**
CV%	24.24	22.56	30.96	15,68

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Na Figuras 21, 22, 23 e 24, estão apresentadas as curvas de extração de K, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos. Percebe-se que os tratamentos 2, cujas proporções de N e K, são 0,075 e 0,0525 kg.m<sup>-3</sup>, respectivamente, manteve melhor desempenho até os 71 DAT, sendo ultrapassado pelo biofertilizante 3.

Os tratamentos 4 e 5, apresentaram quedas menos acentuadas, comparando-se aos demais, possivelmente por serem mais ricos em K. Já a testemunha, apresentou o pior desempenho.

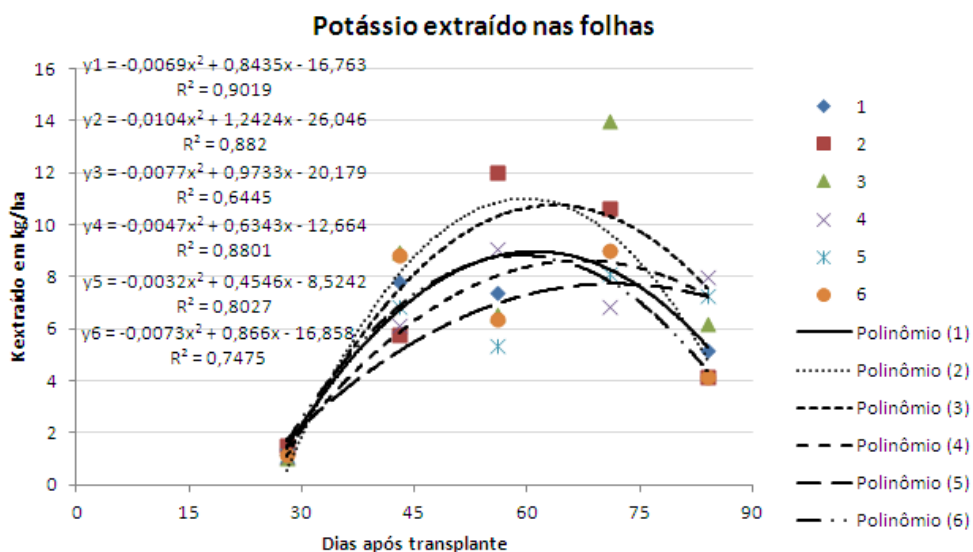


Figura 21. Extração de potássio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Para as folhas, todos os tratamentos apresentaram queda na extração desse nutriente, após os 71 DAT, época em que se intensifica a frutificação. No entanto, o K que deveria estar sendo mobilizado para os frutos não apresentou essa evidência, no presente trabalho, sendo que, nas hastes, cresceu durante todo o período de avaliação.

Gargantini & Blanco (1963) perceberam aumentos constantes das quantidades de K extraído para as folhas até a décima década, quando então passaram a cair até o final do ciclo. Prado *et al.* (2011) encontrou acúmulo crescente de K nas folhas do tomateiro, ao longo do ciclo da cultura.

Para as hastes, todos os tratamentos mantiveram crescimento constante das quantidades de K extraídas, ao longo das épocas avaliadas, exceto o 2, que demonstrou queda nessa extração, a partir dos 71 DAT. Este manteve o melhor desempenho até os 71 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, após esta data. As hastes armazenaram maiores quantidades desse elemento em todo o período avaliado. Era de se esperar que esse elemento fosse translocado para os frutos, a partir do período de intensa frutificação. No entanto, devido ao alto ataque de *Septoria infestans*, e à perda na produção, em função dessa doença, percebe-se que as hastes atuaram como drenos secundários desse elemento, no período estudado.

Resultados diferentes aos do presente trabalho foram observados por Gargantini & Blanco (1963), que concluíram que o caule apresentou acréscimos do K

absorvido até a décima década, decrescendo em seguida, com a idade da planta, devido à translocação para os frutos, que a partir dessa data apresentaram as maiores quantidades acumuladas nas plantas. Estes autores observaram que o K foi o nutriente mais absorvido pelo tomateiro, assim como no presente trabalho.

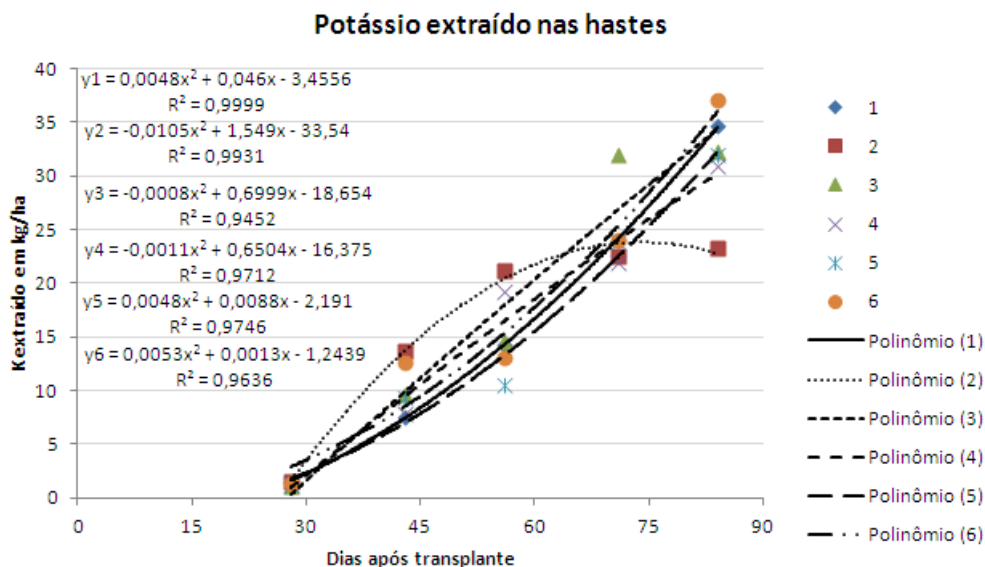


Figura 22. Extração de potássio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

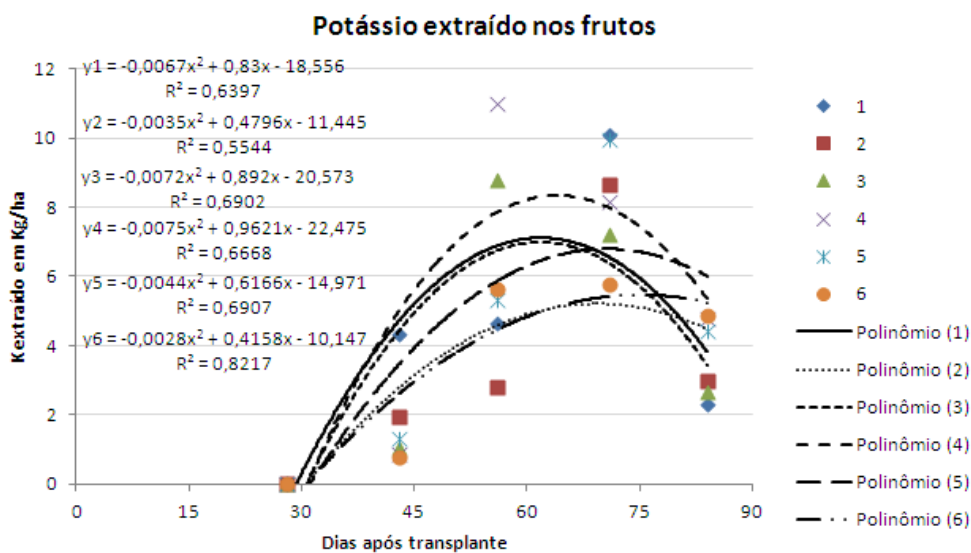


Figura 23. Extração de potássio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Nos frutos, o tratamento 4, superou os demais na extração de K, ao longo do período avaliado, sendo superado pelo tratamento 5, no final do ciclo. Houve queda na extração de K, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto

de maior ocorrência de septoriose, cujas demandas pelos elementos vitais às plantas são maiores, o que provocou grande queda na produção dos frutos do tomateiro.

Gargantini & Blanco (1963) observaram que os frutos destacaram-se entre as partes da planta que maiores quantidades armazenaram de K, a partir dos 90 dias, diferentemente dos resultados encontrados no presente trabalho.

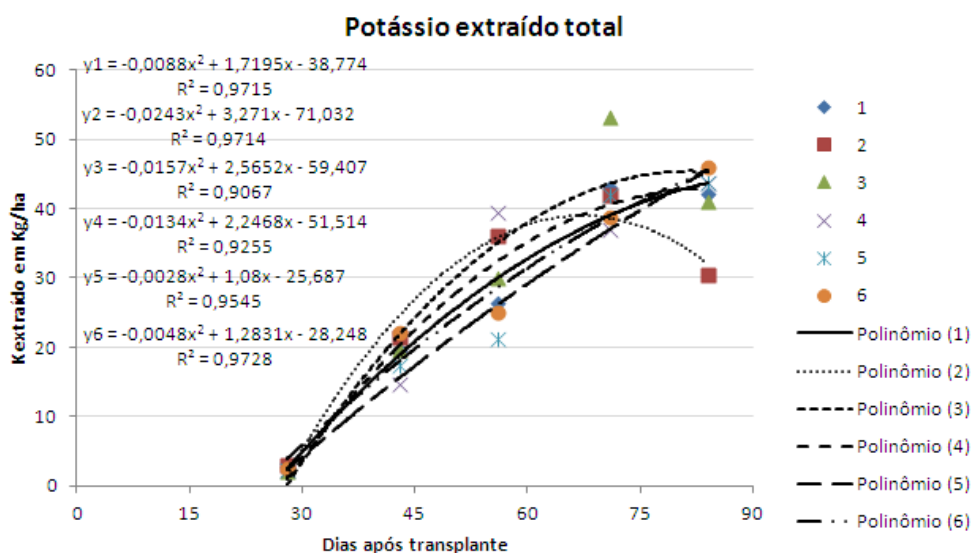


Figura 24. Extração de potássio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Na extração de potássio total, o tratamento 2, manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3. Todos os tratamentos mantiveram crescimento nas quantidades de extração de K, ao longo do ciclo, exceto o 2, que decresceu, após os 71 DAT.

Esse decréscimo da extração de K, no tratamento 2, pode ser explicado pelo alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos, interferindo na extração desse nutriente para os frutos e conseqüentemente na produção. Não houve queda na extração total de K pela testemunha, o que pode ser explicado pelo fato de este tratamento estar sob estresse nutricional. O tratamento 5, manteve o pior desempenho até os 84 DAT, alcançando os demais no final do ciclo. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, não demonstrou diferenças nos comportamentos desses tratamentos. No entanto o tratamento 3, apresentou melhor desempenho, na produção, além de apresentar maior resistência à *Septoria infestans*.

Gargantini & Blanco (1963) verificaram que as quantidades totais extraídas de K pela planta foram constantes e crescentes até os 100 dias, decrescendo a partir dessa data.

#### 4.2.2.4 Cálcio

A análise de variância para cálcio extraído nas folhas, das hastes, de frutos e total está apresentada na Tabela 27. Para estas variáveis não foram observados efeitos significativos para os tratamentos.

Tabela 27. Teste F para extração de cálcio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa da Variação	Teste F para extração de cálcio nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	1.99ns	1.30ns	1.38ns	1.25ns
Tratamento x Repetição	1.11ns	1.09ns	1.94ns	1.11ns
Época	204.62**	105.46**	116.01**	259.13**
Época x Tratamento	4.22**	1.51ns	4.64**	3.40**
CV%	17.54	31.02	32.70	16,77

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Para as épocas, observou-se efeitos significativos, para todas as variáveis e, para a interação tratamento e época, observou-se diferenças, para folhas, frutos e total. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Na Figuras 25, 26, 27 e 28, estão apresentadas as curvas de extração de Ca, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos. Percebe-se que, para as folhas, o tratamento 2, foi ultrapassado pelo tratamento 3, a partir dos 71 DAT. Nessa mesma época os tratamentos 1, 2 e a testemunha apresentaram queda na extração de nutrientes para as folhas, o que não ocorreu nos tratamentos 3, 4 e 5.

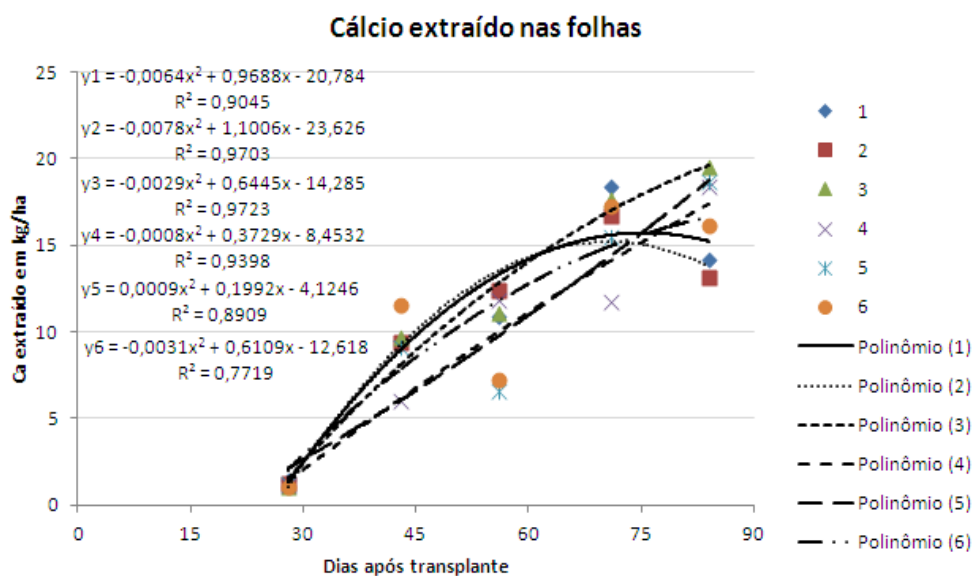


Figura 25. Extração de cálcio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Essa queda na extração de Ca para as folhas dos tratamentos 1, 2 e testemunha, pode ser explicada pela alta ocorrência de *Septoria infestans*, que afetou significativamente esses tratamentos, uma vez que essa queda não representou crescimento na extração de Ca, nos frutos, para estes mesmos tratamentos. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos induziram a uma maior extração de Ca, após os 71 DAT, além de apresentarem maior resistência à septoriose, tendo sido capazes de emitir mais folhas novas, que também se comportaram como drenos secundários.

Prado *et al.* (2011) encontrou acúmulo crescente de Ca nas folhas do tomateiro, até os 80 DAT. Gargantini & Blanco (1963) verificaram que as quantidades totais extraídas de Ca pela planta foram constantes e crescentes até os 140 dias, sendo que as maiores quantidades armazenadas desse elemento foram encontradas nas folhas e nas hastes. Os dados do presente estudo corroboram os encontrados nos trabalhos citados, o que pode ser explicado devido à baixa mobilidade desse elemento, na planta.

Para as hastes, o tratamento 2 manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 4, após esta data. A partir dos 75 DAT, o tratamento 1 apresentou melhor desempenho na extração de Ca para as hastes. Houve crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, das quantidades extraídas de Ca para as hastes, em todos os tratamentos, sendo este crescimento diminuído nos tratamentos 2, 3 e 5, a partir dos 71 DAT.

Prado *et al.* (2011) e Gargantini & Blanco (1963) constataram incremento no acúmulo de Ca no caule do tomateiro ao longo do cultivo, sendo depois das folhas a parte da planta de maior acúmulo desse elemento. Os resultados do presente trabalho corroboram os resultados dos trabalhos citados.

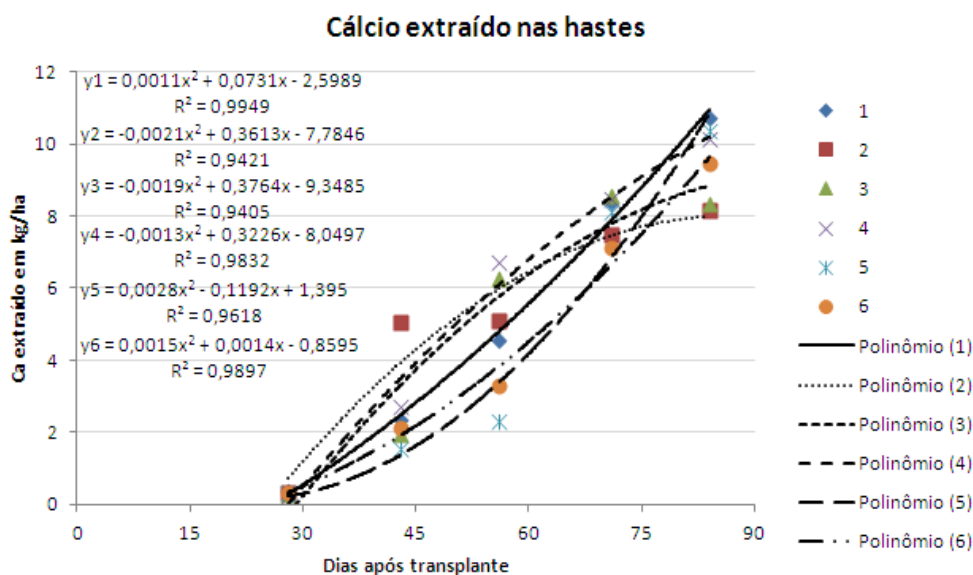


Figura 26. Extração de cálcio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

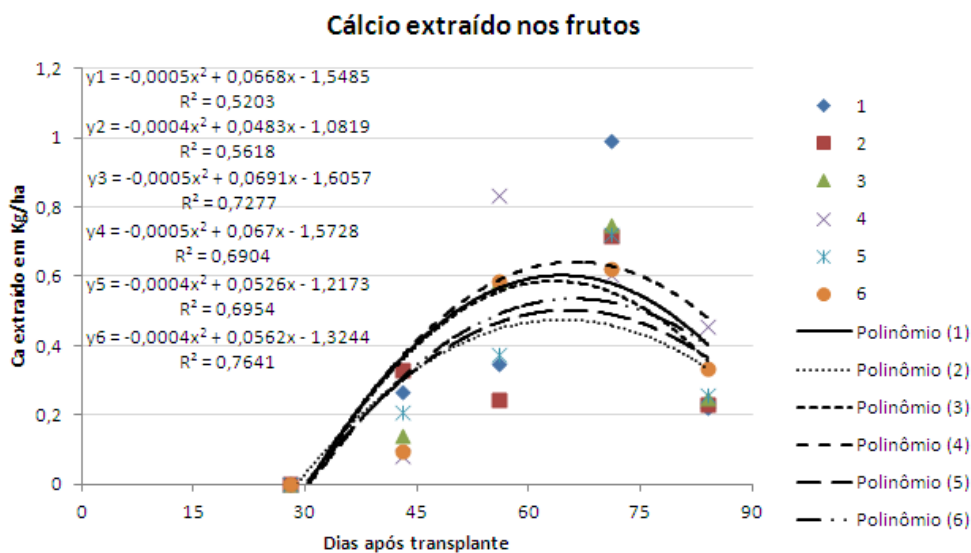


Figura 27. Extração de cálcio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Nos frutos, o tratamento 4, cuja relação N:K é 0,58, superou os demais na extração de Ca, ao longo do período avaliado. Houve queda na extração de Ca, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto de maior ocorrência de septoriose, provocando queda na produção dos frutos do tomateiro. Gargantini & Blanco

(1963) encontraram quantidades crescentes de Ca, nos frutos até o final do ciclo, diferindo dos resultados encontrados no presente trabalho. Verificaram que os frutos absorveram menores quantidades de Ca, o que pode ser explicado pela baixa mobilidade desse elemento.

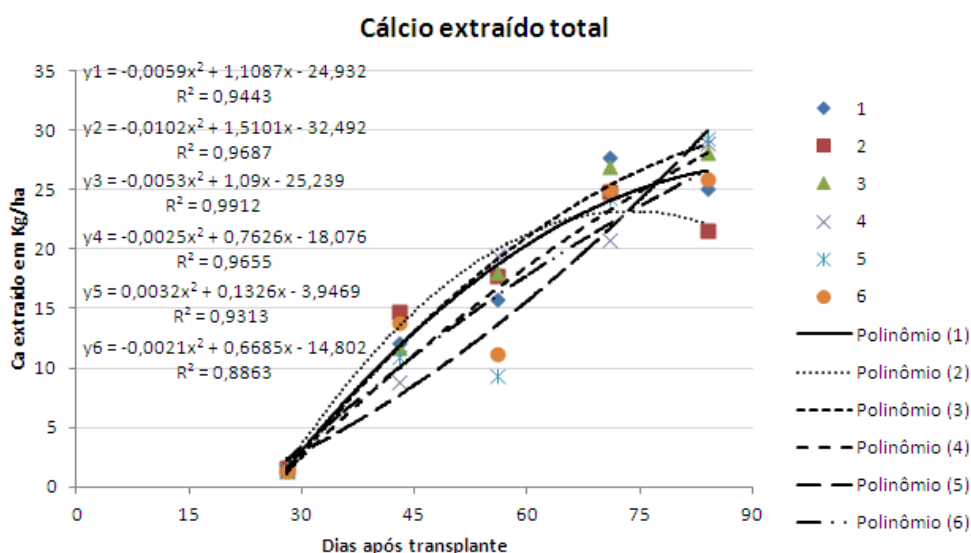


Figura 28. Extração de cálcio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Na extração de cálcio total, o tratamento 2, manteve melhor desempenho até os 60 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3, posteriormente. Houve queda nas quantidades extraídas de Cálcio, no tratamento 2 e decréscimo dessa extração para a soma das partes avaliadas nos tratamentos 1 e 3. Nos tratamentos 5, 4 e na testemunha, houve crescimento constante das quantidades extraídas de Ca, ao longo do período avaliado.

Essa diminuição, nos tratamentos 3 e 1 e queda, no tratamento 2, na extração de Ca total, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos, interferindo na produção. Não houve queda na extração total de Ca pela testemunha, o que pode ser explicado pelo fato de este tratamento estar sob estresse nutricional, o que pode provocar um comportamento atípico da planta, para garantir a sua reprodução.

O tratamento 5, manteve o pior desempenho até os 71 DAT, superando os demais, posteriormente. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pela época, pode demonstrar que esses tratamentos induziram a uma maior extração de Ca, após os 71 DAT, além de apresentarem maior

resistência à septoriose, sendo o tratamento 3 o de melhor desempenho. Gargantini & Blanco (1963) observaram que as quantidades totais extraídas de Ca pela planta foram constantes e crescentes até os 130 dias, decrescendo a partir dessa data.

#### 4.2.2.5 Magnésio

A análise de variância para magnésio extraído nas folhas, das hastes, de frutos e total está apresentada, na Tabela 28. Para estas variáveis foram observados efeitos significativos para os tratamentos, as épocas e a sua interação. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Através da análise de variância, observou-se que houve efeito das diferentes relações N:K, apenas para a extração de Magnésio nas folhas e nos frutos.

Tabela 28. Teste F para extração de magnésio nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa da Variação	Teste F para extração de magnésio nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	3.34*	0.72ns	3.56**	1.22ns
Tratamento x Repetição	0.60ns	0.81ns	1.02ns	0.72ns
Época	201.52**	118.64**	169.56**	325.13**
Época x Tratamento	5.68**	1.97*	6.30**	4.97**
CV%	17.34	28.66	26.81	15,02

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Nas Figuras 29, 30, 31 e 32, estão apresentadas as curvas de extração de N, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos.

Percebe-se que, para as folhas, os tratamentos 1, 2 e a testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo das quantidades de Mg extraídas, até os 71 DAT e queda desse crescimento após esta data, sendo que o tratamento 2 teve pior desempenho dentre os três e a testemunha, o melhor desempenho. Os tratamentos 3, 4 e 5 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, sendo que o tratamento 3 tende a

desacelerar esse crescimento a partir dos 71 DAT, mantendo o melhor desempenho do início ao fim do ciclo, quando comparado com todos os outros tratamentos.

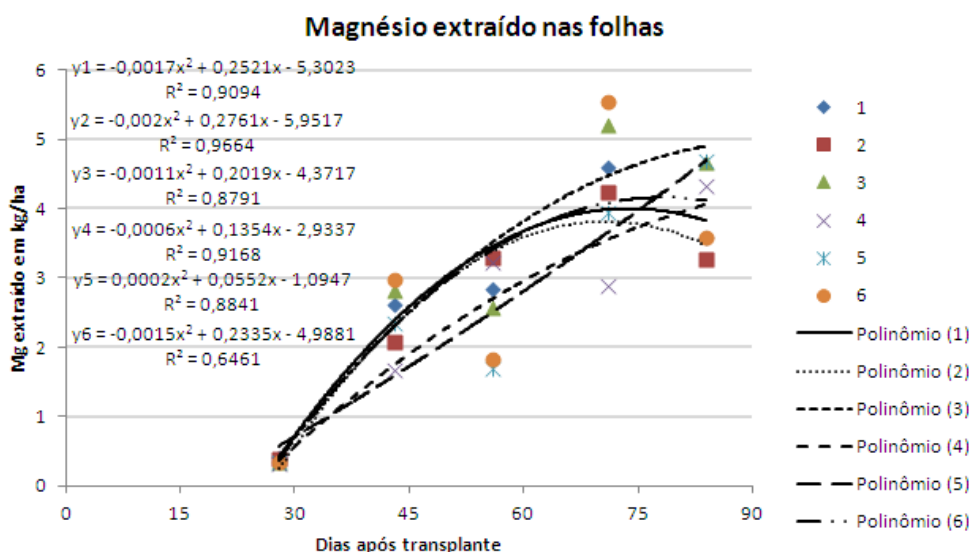


Figura 29. Extração de magnésio nas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Essa queda na extração de Mg para as folhas dos tratamentos 1, 2 e da testemunha, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos foram mais eficientes na extração de Mg para as folhas, após os 71 DAT, pelo fato de terem tido maior resistência à septoriose além de apresentarem maior resistência à septoriose, tendo sido capazes de emitir mais folhas novas, que também se comportaram como drenos secundários.

Gargantini e Blanco (1963) verificaram que o Mg foi mais absorvido pelas folhas até os 90 dias, quando então começa a ser exportado para os frutos, permanecendo contudo maiores quantidades nas folhas. Estes resultados são corroborados pelos do presente trabalho.

Para as hastes, o tratamento 2 manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 4, após esta data e posteriormente, pelo tratamento 5. As quantidades de Mg extraídas para as hastes decresceram no tratamento 2, mais rico em N. Houve crescimento contínuo dos 28 aos 84 DAT, para os tratamentos 4, 5 e testemunha, sendo que no 4, houve queda desse crescimento, a partir dos 71 DAT, provavelmente por influência da septoriose. A testemunha, comportou-se

semelhante ao tratamento 5, mais rico em K, provavelmente devido ao fato de estar sob estresse nutricional. Para esse elemento, as hastes também comportaram-se como drenos secundários, devido à septoriose e à queda na produção dos frutos. Prado *et al.* (2011) constatou incremento no acúmulo de Mg no caule do tomateiro ao longo do cultivo, que foi até os 85 DAT. Gargantini & Blanco (1963) apresentaram resultados crescentes nas quantidades extraídas de Mg, nessa parte da planta, até os 100 dias, decrescendo em seguida.

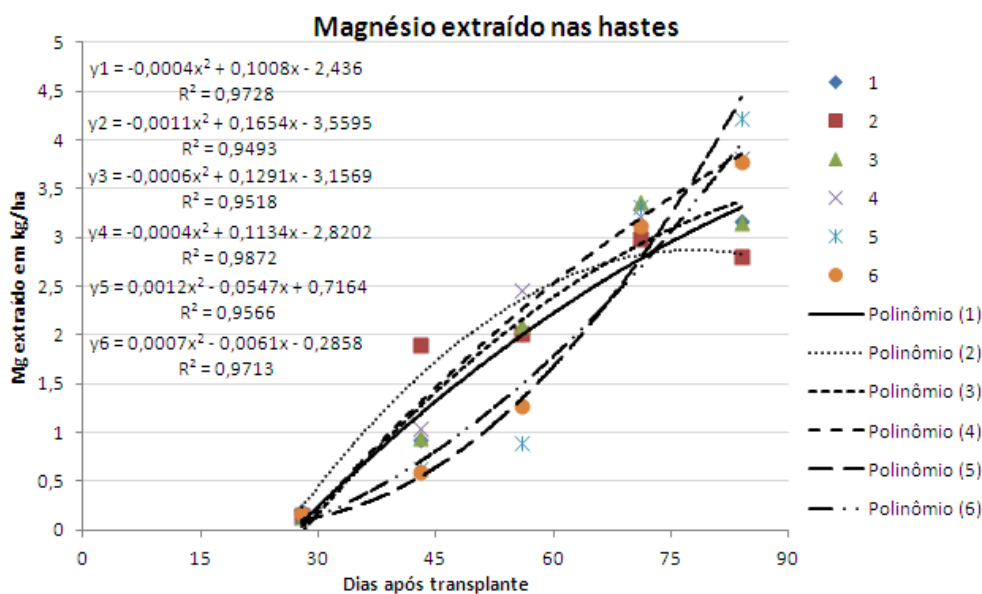


Figura 30. Extração de magnésio nas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

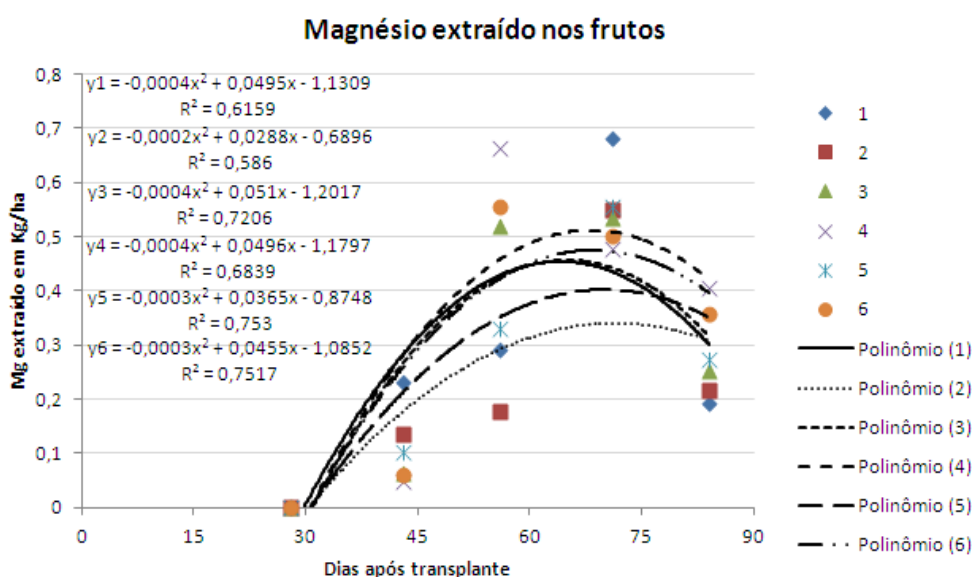


Figura 31. Extração de magnésio nos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Nos frutos, o tratamento 4, cuja relação N:K é de 0,33, superou os demais nas quantidades de Mg extraídas, ao longo do período avaliado. O fato de a testemunha ter apresentado resultados próximos aos do tratamento 4, superando os demais tratamentos, após os 56 DAT, pode ser explicado pelo fato de que, sob estresse, a planta tenta garantir ao máximo a sua reprodução. O tratamento 2, apresentou pior desempenho para a extração de Mg pelos frutos.

Houve queda na extração de Mg, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto de maior ocorrência de septoriose, o que provocou queda na produção do tomateiro. Gargantini & Blanco (1963) observaram que a absorção de Mg pelos frutos, começou a partir dos 80 dias, crescendo até os 120 dias e decrescendo até os 130 dias, sendo que as folhas absorveram mais Mg que os frutos, tendo sido o macroelemento menos absorvido pelo tomateiro.

Na extração de Magnésio total, o tratamento 2 manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 3. E este após os 80 DAT, foi ultrapassado pelo 5, que teve quantidades de Mg crescendo constantemente dos 28 aos 84 DAT.

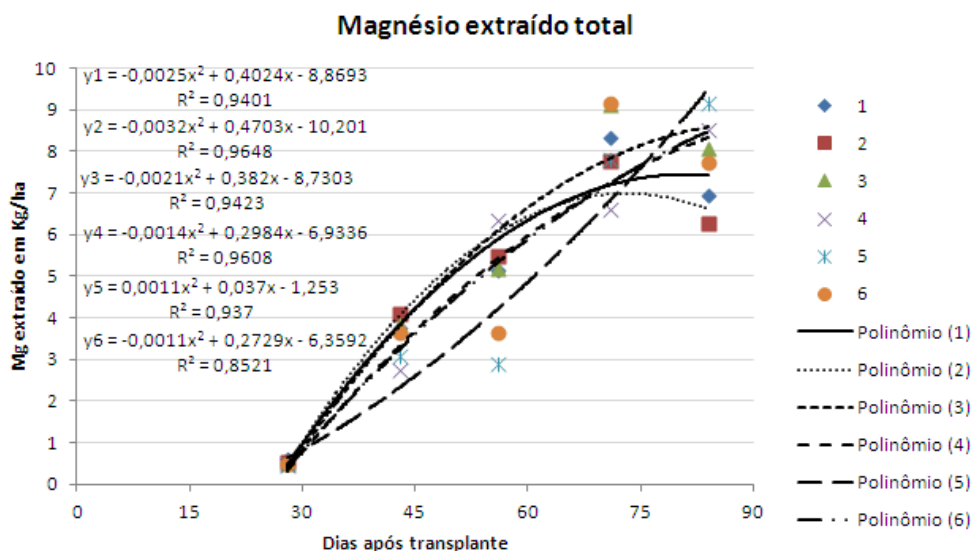


Figura 32. Extração de magnésio total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

As quantidades de Mg extraídas pela soma de todas as partes caíram nos tratamentos 1 e 2, após os 71 DAT, o que pode ser explicado pela maior ocorrência de *Septoria infestans* nesses tratamentos. O tratamento 4 e a testemunha mantiveram desempenho das linhas de tendência semelhantes, o que pode ser explicado

pelo estresse nutricional ao qual a testemunha foi submetida, induzindo a uma extração de nutrientes, semelhante aos outros tratamentos. Gargantini & Blanco (1963) observaram crescimento constante de Mg para todas as partes das plantas até os 120 dias, com decréscimo em seguida.

#### 4.2.2.6 Enxofre

A análise de variância para enxofre extraído nas folhas, das hastes, de frutos e total estão apresentados, na Tabela 29. Para estas variáveis foram observados efeitos significativos dos tratamentos, para folhas e frutos. Houve diferenças nas épocas, para todas as variáveis, quanto à extração desse elemento. Houve diferenças para interação entre tratamentos e épocas, para folhas e frutos. Devido a estes resultados foi feito o ajuste polinomial entre a massa de matéria seca ao longo do período de desenvolvimento e produção do tomateiro.

Tabela 29. Teste F para extração de enxofre nas Folhas, Hastes, Frutos e Total, de plantas de tomate, cv Tyna, em diferentes épocas de amostragem aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT. Hidrolândia, GO, 2010/2011.

Causa da Variação	Teste F para extração de enxofre nas			
	Folhas	Hastes	Frutos	Total
Tratamento	2,44*	0,6 ns	2,65*	1,89ns
Tratamento x Repetição	0,53ns	0,82ns	1,26ns	0,56ns
Época	178,20**	99,09**	112,53**	228,19**
Época x Tratamento	5,35**	1,67ns	5,79**	3,39**
CV%	17,28	31,00	32,31	17,73

Teste F \* e \*\* - significativo, a 5% e a 1%, pelo teste F, respectivamente. CV – Coeficiente de Variação.

Nas Figuras 33, 34, 35 e 36, estão apresentadas as curvas de extração de S, para folhas, hastes, frutos e total, aos 28, 43, 56, 71 e 84 DAT, para todos os tratamentos. Percebe-se que, para as folhas, os tratamentos 1, 2 e testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo das quantidades de S extraídas, até os 71 DAT e queda após esta data. O tratamento 2 teve melhor desempenho até esta data, sendo superado pelo 3, após os 71 DAT. Os tratamentos 3, 4 e 5 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 84

DAT, tendo que o tratamento 4 um suave decréscimo ao final do ciclo. manteve o melhor desempenho do início ao fim do ciclo, quando comparado com o 4 e o 5.

Essa queda da extração de S para as folhas, nos tratamentos 1, 2 e testemunha, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos, uma vez que não representou mobilidade desse elemento para os frutos ou haste, nos referidos tratamentos. A diferença proporcionada pelo aumento dos níveis de K nos tratamentos 3, 4 e 5, e pelas épocas, pode demonstrar que esses tratamentos induziram a um maior acúmulo de S, após os 71 DAT, pelo fato de apresentarem maior resistência à septoriose, tendo sido capazes de emitir mais folhas novas, que também se comportaram como drenos secundários.

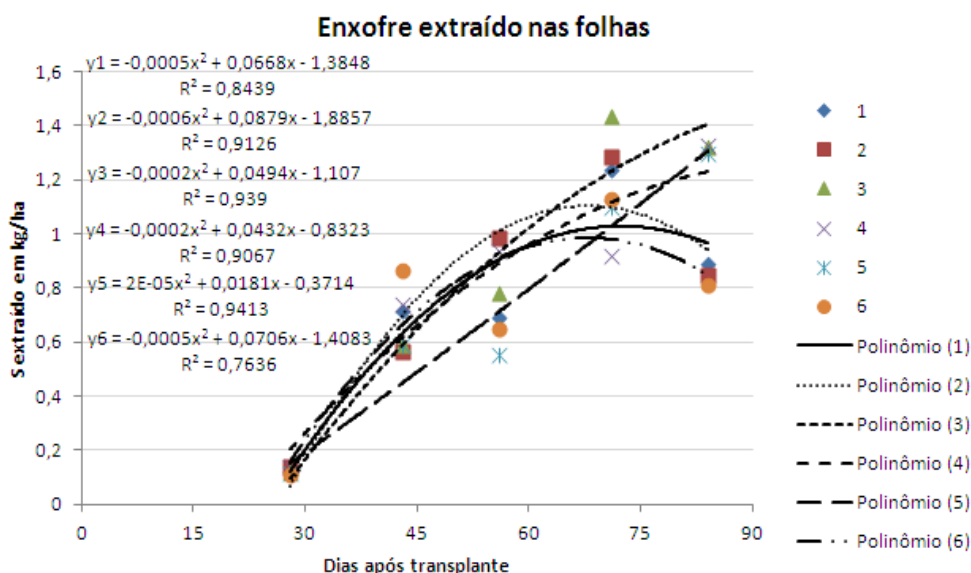


Figura 33. Extração de enxofre pelas folhas, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Gargantini & Blanco (1963) verificaram que a maior quantidade de S, no tomateiro, ao longo do ciclo, foi acumulada nas folhas, mesmo com decréscimo dessa extração pelas folhas, devido a mobilidade para os frutos, a partir dos 130 dias.

Para as hastes, o tratamento 2 manteve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo ultrapassado pelo tratamento 4, após esta data. Aos 84 DAT, o tratamento 5 apresentou o melhor desempenho. As quantidades de S extraídas para as hastes pararam de crescer, a partir dos 71 DAT, no tratamento 2, mantendo-se constantes. Houve crescimento contínuo da extração de S para as hastes, dos 28 aos 84 DAT, exceto para o tratamento 2, o que quando comparado com os dados de absorção dos frutos, pode-se inferir que as hastes comportaram-se como drenos secundários, após os 71 DAT, uma vez

que, houve queda dos conteúdos de S nos frutos, a partir dessa data. Prado *et al.* (2011) e Gargantini & Blanco (1963) constataram incremento no acúmulo do S, no caule do tomateiro, até os 85 DAT e 90 dias, respectivamente.

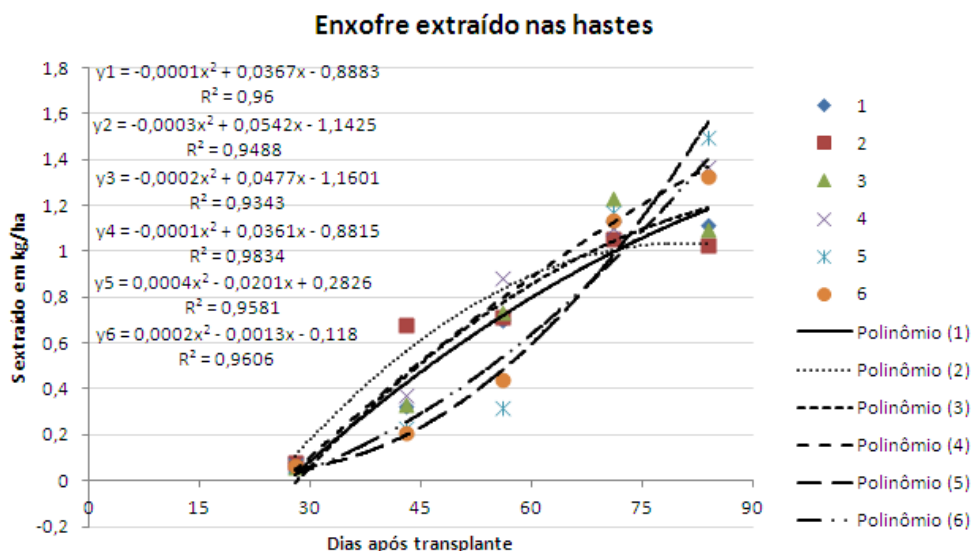


Figura 34. Extração de enxofre pelas hastes, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

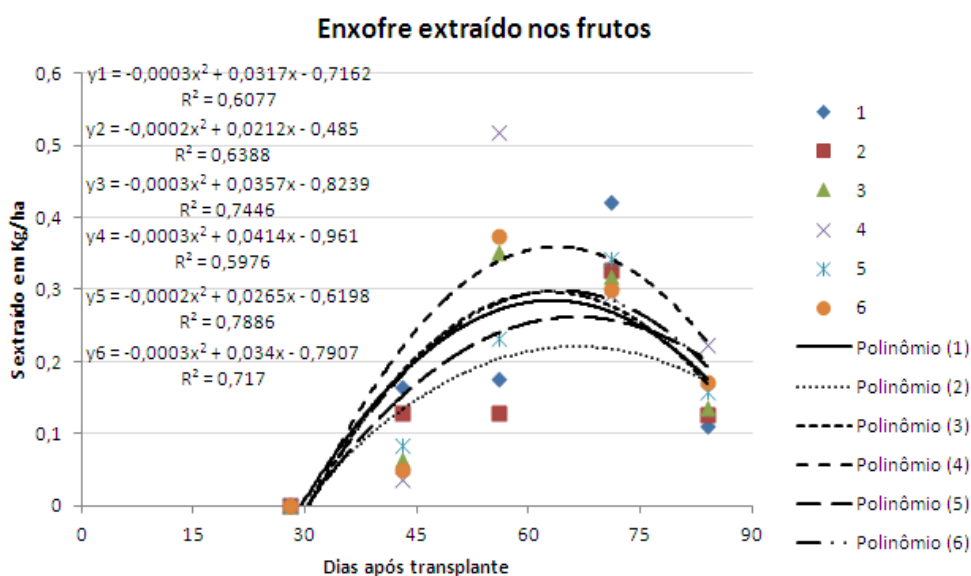


Figura 35. Extração de enxofre pelos frutos, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Nos frutos, o tratamento 4 superou os demais, nas quantidades de Enxofre extraídas, ao longo do período avaliado. Houve queda na extração de S, pelos frutos para todos os tratamentos, a partir dos 71 DAT, ponto de maior ocorrência de septoriose, o que provocou grande queda na produção dos frutos do tomateiro. Gargantini

& Blanco (1963) observaram que as quantidades de S acumuladas nos frutos mostraram-se sempre crescentes, porém inferiores as das folhas.

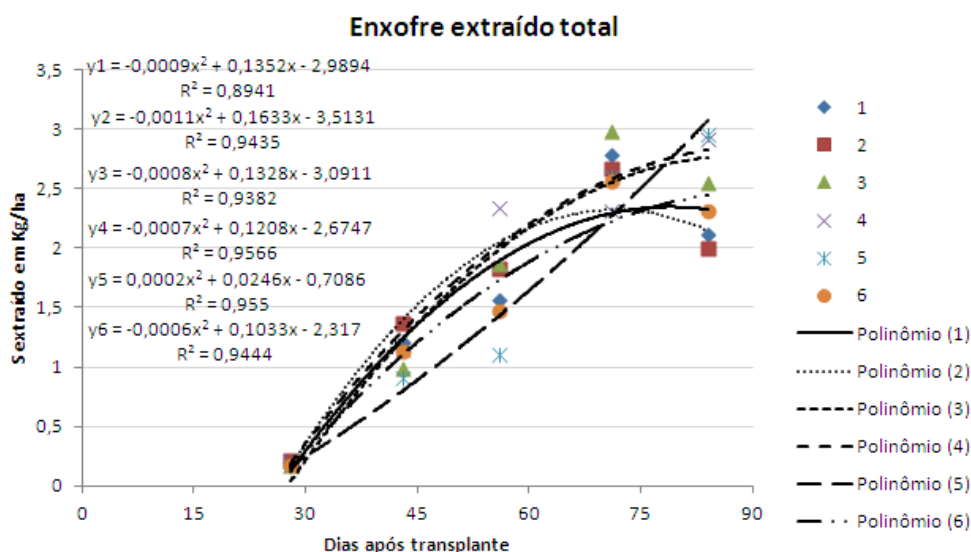


Figura 36. Extração de enxofre total, em plantas de tomate, cultivar Tyna. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Na extração de Enxofre total, os tratamentos 1, 2 e testemunha, mostraram um comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo até os 71 DAT, diminuindo este crescimento, após esta data, sendo que no tratamento 2, houve queda do crescimento a partir dessa data. O tratamento 2 teve melhor desempenho até os 56 DAT, sendo depois superado pelo tratamento 3. Os tratamentos 3 e 4 também tiveram comportamento semelhante entre si, com crescimento contínuo dos 28 aos 71 DAT.

Essa diminuição do crescimento das quantidades de S extraídas no tratamento 1 e na testemunha e queda, no tratamento 2, pode ser explicada pela alta ocorrência de septoriose, que afetou significativamente esses tratamentos, interferindo na extração desse nutriente para os frutos e conseqüentemente na produção. O tratamento 5, manteve crescimento contínuo, superando o 3, a partir dos 71 DAT.

### 4.2.3 Porcentagens de nutrientes extraídos

A Figura 37 representa as porcentagens de nutrientes extraídos por cada parte da planta avaliada aos 84 DAT. Observa-se que as partes da planta que mais extraíram nutrientes no presente trabalho foram as folhas e as hastes, sendo os frutos, a parte que menos exportou nutrientes.

### Porcentagens de nutrientes extraídos por parte da planta

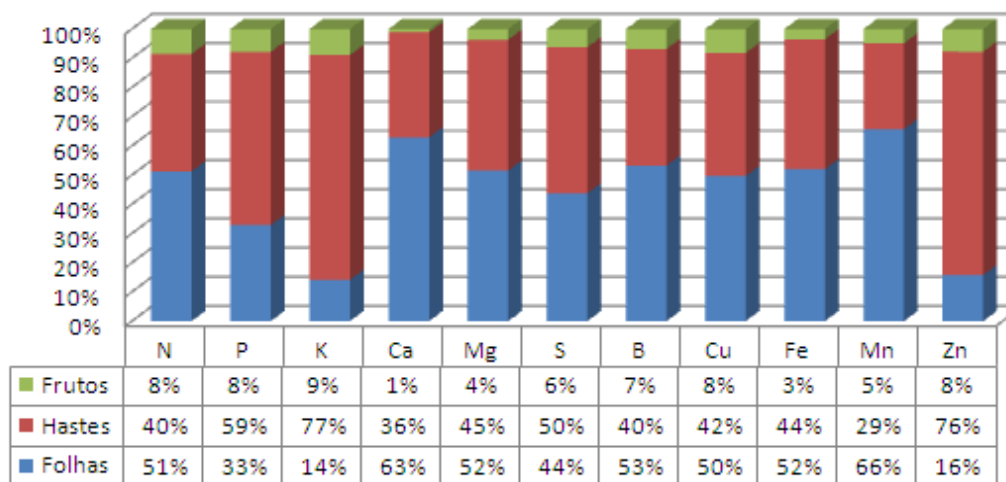


Figura 37. Porcentagens de nutrientes extraídos por parte da cultivar de tomate Tyna, aos 84 DAT. Hidrolândia, GO. 2010/2011.

Observou-se uma relação N:K, na porcentagem de nutrientes extraídos nas folhas 51:14, resultando numa razão de 3,64, o que pode ser explicado, pela função da folha como fonte, na realização da fotossíntese, necessitando esta de mais N do que K, enquanto que para a formação do fruto, o dreno age efetivamente, na maior demanda por K. Prado *et al.* (2011), observaram incremento no acúmulo dos macronutrientes, nas folhas, até os 80 DAT.

Nas hastes, a razão dessa relação diminui para 0,52, indicando maior quantidade de K extraído por esta parte da planta, que pode ter funcionado como dreno secundário, uma vez que houve muita perda de folhas e frutos, em função da septoriose. Prado *et al.*, *op. cit.*, também constataram incremento no acúmulo dos nutrientes, no caule do tomateiro, ao longo do cultivo.

Nos frutos essa razão subiu para 0,89, podendo indicar que os frutos demandaram mais K, do que N. Percebe-se que houve translocação desses elementos das folhas para os frutos, sendo menor do que para as hastes, em função da queda na produção devido à *Septória infestans*.

O K e Ca estão entre os nutrientes mais exportados pelos frutos de tomate (ESPINOZA, 1991; EMBRAPA, 1994). No presente trabalho, os nutrientes exportados para os frutos seguiram a seguinte ordem decrescente: K, N, P, Ca, Mg, S, para os macro e Fe, B, Zn, Mn e Cu, para os micronutrientes. Prado *et al.* (2011) observaram

acréscimo no acúmulo dos nutrientes para os frutos de tomate, diferindo dos resultados do presente trabalho.

Gargantini & Blanco (1963), utilizando a cultivar Santa Cruz<sup>-1639</sup>, conduzida em ambiente protegido, realizaram um dos primeiros trabalhos, visando o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro. Eles concluíram que o nutriente mais absorvido foi o K seguidos pelo N, Ca, S, P e Mg. As absorções de N, K, Mg e S alcançaram valores máximos no período de 100 a 120 dias após a germinação, enquanto que o Ca e o P foram absorvidos durante todo o ciclo da cultura.

No presente trabalho, a ordem decrescente de extração obteve-se o K como o nutriente mais extraído pela planta, seguido pelo N e Ca, corroborando com os dados de Fayad (1998), para a cv. Santa Clara, cultivada sob condições de campo, sendo que o acúmulo máximo destes três nutrientes ocorreu aos 71 DAT, para o N e K e 84 DAT, para o Ca, diferindo dos dados do trabalho citado, cujo maior acúmulo se deu aos 120 DAT, para N e K e 102 DAT, para Ca.

Seguindo a mesma ordem, os outros nutrientes extraídos em menor quantidade pelo tomateiro, no presente trabalho foram Mg, P e S, diferindo de Fayad (1998), que encontrou a seguinte ordem de absorção: S, P e Mg. Estes nutrientes atingiram o acúmulo máximo aos 71 DAT, para Mg e S e 84 DAT, para P. Já Fayad, *op. cit.*, encontrou acúmulo máximo aos 120 DAT, para S e Mg e 93 DAT, para P.

Os micronutrientes absorvidos em ordem decrescente foram Fe, B, Zn, Mn e Cu, apresentando comportamento de acúmulo crescente até o final do ciclo cultural, com exceção do Cu, cujo pico foi aos 71 DAT. Resultados diferentes foram obtidos por Fayad (1998), que observou absorção decrescente em Cu, Mn, Fe e Zn, com comportamento de acúmulo crescente até o final do ciclo cultural.

Do total desses nutrientes absorvidos pelo tomateiro, em comparação com a parte vegetativa, os frutos acumularam em ordem decrescente: 8,91%, de K; 8,48% de N, 7,78%, de P; 6,22%, de S; 3,64%, de Mg e 1,10%, de Ca. Dos micronutrientes, o Cu foi o que mais se acumulou nos frutos, com 8,23%, seguido pelo Zn, com 7,76; B, com 6,81%; Mn, com 4,84% e Fe, com 3,49%, do total absorvido pela planta. Verifica-se então, menor quantidade de todos os nutrientes absorvidos pelos frutos, do que na parte vegetativa, aos 84 DAT. Era-se de esperar que os frutos se tornassem as maiores reservas de nutrientes na planta, porém não foi isso que aconteceu, em função da crescente incidência de *Septoria infestans*.

Fayad, *op. cit.*, encontrou os seguintes dados para o acúmulo nos frutos: 55% do N, 54% do P, 56% do K, 5% do Ca, 21% do Mg e 20% do S. Dos micronutrientes, o Fe foi o que mais acumulou nos frutos seguido pelo Zn, Cu, e Mn, totalizando 23%, 20%, 2,3% e 3,4% do total absorvido pela planta, respectivamente. Quando comparou a quantidade de nutriente da parte vegetativa da planta com a de frutos, verificou maior quantidade de N, P e K nos frutos e Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn e Fe na parte vegetativa.

Comparando-se esses dados com os do presente trabalho, pode-se afirmar que a maior parte dos nutrientes, encontraram-se acumulados na parte vegetativa, da planta, como pode-se observar, na Figura 37.

De modo geral, o período de maior absorção dos nutrientes coincidiu com os períodos em que havia nas plantas maiores volumes de frutos amadurecendo nos cachos, diferentemente dos resultados obtidos por Fayad, *op. cit.*, que encontrou máxima absorção diária dos nutrientes no período inicial da frutificação. De qualquer forma, vale lembrar, que no presente estudo as datas de coleta não acompanharam todo o ciclo da planta, mas apenas o período em que se aplicou os biofertilizantes.

Fayad, *op. cit.*, observou que, ao comparar a taxa diária de absorção de nutrientes da planta com a dos frutos, antes da primeira colheita dos frutos, esses absorvem mais N, P, K, S, Zn e Fe do que a planta, indicando translocação desses elementos.

Fernandes *et al.* (1975), trabalhando com tomate industrial, observou que o K foi o nutriente de maior acúmulo da planta, seguido pelo N, Ca, Mg, S e P. E a dinâmica de alocação nos frutos observada foi de 56% do N, 9% do Ca, 55% do K e 21% do Mg do total absorvido, e diferindo da dinâmica do P e S.

Prado *et al.* (2011), avaliando a cultivar Raisia, em sistema hidropônico, observou incremento com ajuste linear, no acúmulo dos macronutrientes e dos micronutrientes, na planta inteira do tomateiro ao longo do cultivo, exceto no caso do Mn, que teve aumento com ajuste quadrático. Os macronutrientes foram acumulados em ordem decrescente pelo K, seguido do N, Ca, P, Mg e S.

Comparando-se os resultados obtidos por Prado *et al.* (2011), com os do presente trabalho, na época correspondente ao final do ciclo da cultura; aos 85 DAT, Prado *et al.*, *op. cit.* notou que o acúmulo de nutrientes na planta se apresentaram em proporções variáveis nos diferentes órgãos da planta, sendo que os frutos reuniram 54% de

K; 45% de N; 38% de P; 2% de Ca; 19% de Mg e 15% de S. No presente trabalho, aos 84 DAT, os frutos reuniram 9% de K; 8% de N; 8% de P; 1% de Ca; 4% de Mg e 6% de S.

Haag *et al.* (1978), em experimento de campo notaram que o K, N e P foram os nutrientes mais extraídos pela cultura. Esta diferença na ordem de extração dos nutrientes mais acumulados nos frutos, possivelmente deve-se ao fator genético dos materiais e do meio de cultivo distintos.

Quanto aos micronutrientes, Prado *et al.* (2011) encontraram, aos 85 DAT a seguinte seqüência decrescente: Fe>Zn>Mn>B>Cu, diferentemente da seqüência encontrada no presente estudo: Fe>B>Zn>Mn>Cu. Os valores acumulados para B; Cu; Fe, Mn e Zn foram em g ha<sup>-1</sup>, respectivamente: 120,00; 64,00; 250,00; 160,00 e 250,00. Os frutos acumularam uma proporção de: 25%; 23%; 18%; 11% e 11%, respectivamente. Os valores encontrados no presente trabalho, aos 84 DAT, encontram-se muito abaixo desses valores.

Fernandes *et al.* (1975) e Rodrigues *et al.* (2002) encontraram as seguintes seqüências de absorção: (Fe>Mn>Zn>B>Cu) e (Mn>Fe>Zn<Cu>B), respectivamente. Castellane (1982) indicou que os dois micronutrientes mais exigidos pelo tomateiro foram o Fe e o Zn. As diferenças de extração dos nutrientes pelo tomateiro entre este trabalho e os de outros autores possivelmente se devem a fatores de produção distintos, assim como sistema de cultivo e genótipos.

Genuncio (2009), em cultivo hidropônico; Gargantini & Blanco (1963) e Fayad *et al.* (2002) constataram acumulação superior de K, Ca e Mg às obtidas neste trabalho. Em cultivo fertirrigado, Genuncio, *op. cit.*, verificou que a acumulação de P e Mg na parte aérea do tomateiro cultivado em fertirrigação não sofreu influência das diferentes doses de N e K em todos os estádios avaliados (floração, formação do primeiro cacho e final de ciclo). Também não observaram diferenças significativas nos conteúdos de K e Ca tanto na floração quanto no final de ciclo. Verificaram que nas maiores doses de K, aumentaram os conteúdos de K e Ca na parte aérea do tomateiro do híbrido Saladinha, durante a formação do primeiro cacho.

Observou-se uma proporção N:K, nas épocas, de aproximadamente 18,05:27,04, o que resulta numa razão de 0,67, para os teores extraídos totais, percebendo-se valores 1,5 vezes maiores de K, com relação ao N. A menor absorção, de nutrientes, encontrada no presente trabalho pode ter refletido diretamente na produção de frutos, dada a importância metabólica dos nutrientes para as plantas.

## 5 CONCLUSÕES

- As diferentes relações N:K afetaram significativamente a massa de matéria seca das folhas, hastes e total, sendo os melhores tratamentos o tratamento 3, para folhas e total e o tratamento 1, para hastes.

- As variáveis avaliadas para a produção não sofrem influência das diferentes combinações dos biofertilizantes, nos dois experimentos avaliados.

- As relações N:K afetaram os teores de nutrientes, nas folhas, para S e B e nas épocas, para todos os nutrientes, havendo efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para P, Ca e B. Nas hastes, houve diferenças para K e Zn, não houve efeito de época para P, Mg e Zn, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para Mg e Mn. Nos frutos, observou-se que não houve diferenças para nenhum dos nutrientes avaliados, houve efeito de época para todos os nutrientes, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para N, K, B, Cu e Fe.

- As relações N:K afetaram os nutrientes extraídos nas folhas, obtendo-se diferenças em K, Mg, S e B e, para as épocas, em todos os nutrientes, sendo que não houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas, somente para Fe. Nas hastes, houve diferenças para Cu e Fe, houve efeito de época para todos os nutrientes, sendo que não houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas, somente para P, Ca e S. Nos frutos, observou-se que não houve diferenças para N, Ca, S, B, Fe e Zn, houve efeito de época para todos os nutrientes, sendo que houve efeito de interação entre os tratamentos e as épocas para todos os nutrientes, exceto Zn.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P.; GRAVES, C. J.; WINSOR, G. W. Tomato yields in relations to the nitrogen, potassium and magnesium status of the plants and of the peat substrate. **Plant and Soil**, v. 49, n. 1, p. 137-148, 1978.

ALVARENGA, M. A. R.. **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFLA, 2004. 400p.

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**. Madrid: Mundi-Prensa, 3 ed. 1999. 347 p.

**ANVISA**. PROGRAMA DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS (PARA): RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE 2010. Disponível: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b380fe004965d38ab6abf74ed75891ae/Relatorio+PARA+2010+-+Versao+Final.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS**. Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, 2010/2011 – Dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil. Coordenadora Executiva: Eng.<sup>a</sup> Agr.<sup>a</sup> Mariana Ceratti. (ABCSEM). Disponível: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso em: 10 out. 2011.

**ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA ORGÂNICA - GOIÁS**. Volume de produção de tomate orgânico, por produtores associados à ADAO-GO. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <adao\_go@hotmail.com>. em: 30 jan. 2011.

BARCLAY, G. M., MURPHY, H. J., MANZER, F. E., HUTCHINSON, F. E. Effects of differential rates of nitrogen and phosphorus on early blight in potatoes. **American Potato Journal**, Orono, v. 50, n. 1, p. 42-48, 1973.

BECKMANN, M. Z.; MENDEZ, M. E. G.; CAVALCANTE, L. I. H.; CAVALCANTE, L. F. Características produtivas do tomateiro cultivado sob diferentes tipos de adubação em ambiente protegido. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 7, n. 1,

jan-jun. p. 180-184, 2007. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/tomateiro.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2009.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. Controle de doenças de plantas com biofertilizantes. **Circular Técnica nº 2**. Jaguariúna: EMBRAPA CNPMA, 1998, 22p.

BISSO, F. P.; BARROS, I. B. I. de; SANTOS, R. S. dos. Biofertilizante foliar em diferentes concentrações e frequências de aplicação de calêndula. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 1., 2003, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: EMATER: RS-ASCAR, 2003. 1 CD-ROM.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol.12, n.2, p. 122-127, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n2/v12n02a03.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2010.

BOARETTO, A. E.; BULL, L. T.; PIERI, J. C.; CHITOLINA, J. C.; SOARES, E. Fontes de potássio na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) estaqueado. **Revista Agrícola**, Pedrinhas Paulista, v. 58, n. 3, p. 205-216, 1989.

BOJÓRQUEZ, A. D. A.; CASTILLO, G. A. B.; GONZÁLEZ, G. A.; SHIBATA, J. K.; URETA, J. G. V.; GARZA, A. M. Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. **Revista Chapingo Serie Horticultura**, Chapingo, v. 7, n. 1, p. 61-75, 2001. Disponível em: <[http://www.chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido.php?id\\_revista\\_numero=14](http://www.chapingo.mx/revistas/horticultura/contenido.php?id_revista_numero=14)>. Acesso em: 03 nov. 2011.

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64, de 18 de dez. de 2008**. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Brasília, DF: MAPA, 2008. 30 p. Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_064\\_de\\_08-12-2008.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_064_de_08-12-2008.pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2010.

BRITO, L.; CASTRO, S. D. de. Expansão da produção de tomate industrial no Brasil e em Goiás. **Boletim Conjuntural**, Goiânia, n. 16, p.43-52, 2010. Trimestral. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepin/pub/conj/conj16/artigo05.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2010.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. (Org.) **Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças**. 17. ed. Francisco Beltrão: Grafitec, 2001. 154 p.

CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; STRINGUETA, P. C.; MOREIRA, G. R.; CARDOSO, A. A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-259, 2005.

CARVALHO J. G.; BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R. Fertirrigação. In: ALVARENGA, M. A. R. (ed). **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Editora UFPA, 2004. p. 63-120.

CARVALHO, S. C. de. **Milho Orgânico** - Alta produtividade e viabilidade econômica: um convite aos grandes e pequenos produtores. Disponível em: <<http://www.agrorganica.com.br/milho.htm>> Acesso em: 23 jul. 2005.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J.A.C. **Cultivo sem solo** - Hidroponia. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43p.

CASTELLANE, P. D. Nutrição mineral da cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill). I. Efeitos dos nutrientes na qualidade dos frutos. In: MULLER, J. J. V.; CASALI, V. W. D. (ed.). **Seminários de olericultura**. v. 3. Viçosa: UFV, 1982. p. 113-157.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, A.; PERES, L. E. P. **Manual de fisiologia vegetal**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 2005. 650 p.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**: a teoria da trofobiose. Porto Alegre: L&PM, 1987. 256 p.

CHURATA-MASCA, M. G. C.; BONOMO, R.; GONÇALVES, V. S.; OLIVEIRA, A. B. Resposta de híbridos de tomate industrial a diferentes níveis de potássio aplicado em fertirrigação (compact disc). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, 2001. Suplemento.

CONCEIÇÃO, F. A. D.; PINHO, S. Z. Ensaio de adubação em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em solo de cerrado do Distrito Federal. **Revista Olericultura**. Botucatu, v. 15, p. 9799, 1975.

DOMINÍ, M. E.; PINO, M. de los A.; BERTOLÍ, M. Nuevas variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para la época no óptima. **Cultivos Tropicales**, San José de las Lajas, v. 14, n. 2-3, p. 94-97, 1993.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Sistemas de Produção**, 1 - 2ª Edição. Versão Eletrônica. Dez./2006. **EMBRAPA**. Disponível: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/tomate\\_sanvito.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/produtos/cultivares/tomate_sanvito.htm).2003>. Acesso em: 25 out 2011.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação - Embrapa Solos. 306 p. 2006.

ESPINOZA, W. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. Brasília: IICA, CODEVASF, 1991, 301 p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006, 403 p.

FANTOVA, M. C. **Variedades autóctonas de tomates de Aragón**. Aragón: Centro de investigación de Tecnología Agroalimentaria de Aragón, 2006. 238 p.

FAOSTAT. Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de melancia. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> >. Acesso em: 23 out. 2010.

FAYAD, J. A. **Absorção de nutrientes, crescimento e produção do tomateiro cultivado em condições de campo e estufa**. 1998. 81 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R., CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivado em condições de campo e de estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.90-94, 2002.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, F. L.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 365-370, 2001.

FELTRIN, D. M.; POTT, C. A.; FURLANI, P. R.; CARVALHO, C. R. L. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de tomateiro fertirrigado com cloreto e sulfato de potássio. **Revista de Ciências Agroverterinárias**, Lages, v. 4, p. 17-24, 2005.

FERNANDES, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; OLIVEIRA, G. D. de; HAAG, H. P. Nutrição de hortaliças: XXVII. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em cultivo rasteiro. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, V. 32, p. 595-607, 1975.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R. Produtividade, qualidade de frutos e estado nutricional do tomateiro tipo longa vida conduzido com um cacho, em cultivo hidropônico, em função das fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 564-570, dez. 2002.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 2, p. 263-273, mar./abr. 2010.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 471-476, jul. 2003.

FERREIRA, M. M. M. **Índices de nitrogênio para o diagnóstico do estado nutricional do tomateiro em presença e ausência de adubação orgânica**. 2001. 145p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. Ed. Viçosa: UFV, 2003. 412p.

- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa: UFV, 2000. 402p.
- FONTES, P. C. R.; SAMPAIO, R. A.; MANTOVANI, E. C. Produção de tomate e concentrações de potássio no solo e na planta influenciadas por fertirrigação com potássio. In: **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 3, 2000. p. 575-580.
- FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Doenças e pragas: é seguro comer tomate? In: FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. (Org.). **Produção de Tomate de Mesa**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. p. 97-129.
- FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. **Produção de tomate de mesa**. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 193 p.
- FREIRE, F. M.; MONNERAT, P. H.; MARTINS FILHO, C. A. S. Nutrição mineral e adubação do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Lavras, v. 6, n. 66, p. 13-20, 1980.
- FREIRE, A. L. de O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P. de; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p.1133-1144, 2010. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2553/6914>>. Acesso em: 17 set. 2011.
- FRY, W. E. **Principles of plant disease management**. New York: Academic Press, 1982. 378p.
- FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY G. B. (Org.). **Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Boletim Técnico, n. 180, Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1999. 52 p.
- GARGANTINI, H.; BLANCO, H.G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, v. 56, p. 693-713, 1963.
- GENUNCIO, G. C.; SILVA, R. A. C.; SÁ, N. M.; ZONTA, E.; ARAÚJO, A.P. Produção de cultivares de tomateiro em hidroponia e fertirrigação sob razões de nitrogênio e potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 4, p. 446-452, out-dez, 2010.
- GENUNCIO, G. C. **Crescimento e produção do tomateiro em sistemas de cultivo a campo, hidropônico e fertirrigado, sob diferentes doses de Nitrogênio e Potássio**. 2009. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009.
- GIORDANO, L. B.; RIBEIRO, C. S. C. Origem, Botânica e Composição Química do Fruto. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (org.) **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

GIORDANO, L. B.; SILVA, J. B. C.; BARBOSA, V. Colheita. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. (org.) **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia / Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

GOSCH, M. S. **Relatório de estágio curricular obrigatório realizado na Associação de produtores orgânicos – Horta & Arte, Ibiuna - SP**. 2003. 114 f. Relatório de estágio curricular obrigatório (Agronomia)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundações Editoras da UNESP, 1998. 309 p.

GUIMARÃES, M. A.; SILVA, D. J. H. da; PETERNELLI, L. A.; FONTES, P. C. R. Distribuição de fotoassimilados em tomateiro com e sem a retirada do primeiro cacho. **Bioscience jornal**, Jaboticabal, v. 25, n. 5, p. 83-92, Sept./Oct. 2009.

GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por doses de nitrogênio**. 1998. 184 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

GUSMÃO, M. T. A.; GUSMÃO, S. A. L.; ARAÚJO, J. A. C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 431-436, 2006.

HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), destinado ao processamento industrial. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 35, n. 2, 1978. p. 243-269.

HAAG, H. P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.Q.C.; MONTEIRO, F.A. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: **SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS**. *Anais...* Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1993. p. 51-73.

HAAG, P. H.; OLIVEIRA, G. D.; BARBOSA, V.; SILVA NETO, J. M. de. Marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicum esculentum* Mill.) destinado ao processamento industrial. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. (Org.). **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargill, 1981. p.447-474.

HALBROOKS, M.; WILCOX, G. E. Tomato plant development and elemental accumulation. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 826-828, 1980.

HARRIS, G. A deficiência de potássio em algodoeiro relacionado à mancha foliar. In: **Informações Agrônomicas**, Piracicaba: POTAFOS n. 96, p. 1-2, dezembro, 2001. Disponível em: < [http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/2D1316BE3D94B5DD83257AA300637AAE/\\$FILE/Page1-2-96.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/2D1316BE3D94B5DD83257AA300637AAE/$FILE/Page1-2-96.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2011.

HEBBAR, S. S.; RAMACHANDRAPPA, B. K.; NANJAPPA, H. V.; PRABHAKAR, M. Studies on NPK fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **European Journal of Agronomy**, v. 21, n. 1, p. 117-127, 2004.

HEUVELINK, E. Growth, development and yield of a tomato crop: periodic destructive measurements in greenhouse. **Scientia Horticulturae**, Philadelphia, v. 61, p. 77-99, 1995.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 127 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

HUBER, D. M.; ARNY, D. C. Interactions of potassium with plant disease. In: MUNSON, R. D. (Ed.) **Potassium in agriculture**. Madison: ASA, CSSA, SSA, p. 467 – 488, 1985.

HUETT, D. O.; DETTMANN, E. B. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 28, n.3, p. 391-399, 1988.

HUNTER, D. J.; TUIVAVALAGI, N. S. Effect of organic matter and frequent fertiliser applications on tomato production in a coralline soil. **Journal of South Pacific Agriculture**, Apia, v.5, n.2, p.63-65, 1998.

**IBGE**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA: PESQUISA MENSAL DE PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO ANO CIVIL. 2009. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_200909.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_200909.pdf)>. Acesso em: 30 jan. 2010.

**IBGE**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA: PESQUISA MENSAL DE PREVISÃO E ACOMPANHAMENTO DAS SAFRAS AGRÍCOLAS NO ANO CIVIL. 2012. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201212.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2012.

KHURANA, S. C.; MCLAREN, J. S. The influence of leaf area, light interception and season on potato growth and yield. **Potato Research**, Netherlands, v. 25, n. 4, p. 329-342, Dec. 1982.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LEITE, G. L. D.; COSTA, C. A.; ALMEIDA, C. I. M.; PICANÇO, M. Efeito da adubação sobre a incidência de traça do tomateiro e alternaria em plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.3, p.448 – 451, jul./set. 2003.

LINDHAUER, M. G. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). In: POTASSIUM SYMPOSIUM, 1985, Pretoria. **Proceedings...** Pretoria: Internacional Potash Institute and Fertilizer Society of South Africa, 1985. p. 95-113.

LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A Cultura do Tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Cap. 12. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 257-304.

MACHADO, A. Q.; ALVARENGA, M. A. R.; FLORENTINO, C. E. T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 149-153, 2007.

MAKISHIMA, N.; MIRANDA, J. E. C. (Ed.) **Cultivo do Tomate** (*Lycopersicon esculentum* Mill.) –. Brasília: CNPH, 1992. 22 p. (Instruções Técnicas do CNPH N.º 11).

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 451 p.

MARSCHNER, H. **Nutrição Mineral de Plantas Superiores**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995.

MENDOZA, J. F. B. Efeitos de poda e população de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). In: MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D. (Ed.). **Seminários de olericultura**. Viçosa: UFV, 1982. v. 4, p. 122-140.

MENEZES JÚNIOR, F. O. G. de; ALBUQUERQUE, T. C. S. de. Comparação de métodos de extração de nutrientes para a formulação de biofertilizantes no semi-árido nordestino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v. 2, n. 1, p. 878-881, jan./abr. 2007. Disponível: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/viewFile/2066/1893>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

MEURER, E. J. Potássio. In: MANLIO, S. F. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 282-298.

MILLS, H. A.; JONES, J. B. **Plant analysis handbook II: A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: MicroMacro, 1996. 456p.

MINAMI, K; HAAG, H. P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1989. 352p.

MORAES, C. A. G. **HIDROPONIA: Como cultivar tomates em sistema NFT**. 1. ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143p.

MORAES, I. V. M de. Cultivo de Hortaliças. **Dossiê Técnico**, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 27p. 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MjQ=>>. Acesso em: 14 jan. 2011.

NUEZ VINALS, F.; GIL ORTEGA, R.; COSTA GARCIA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madrid: Mundi Prensa, 1996. 607 p.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: Panizzi, A. R., Parra, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 9-65.

PAZINI, W. C., GRAVENA, S.; MASSARI, M. D. Comparação entre as estratégias de manejo integrado de pragas e convencional em tomateiro rasteiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), **Ecossistema**, Jaboticabal. v. 14, n. 1, p. 114-124, 1989.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F. Partição de assimilados em tomateiro após a poda apical. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 13, p. 41-43, 1995.

PERRENOUD, S. **Potássio e Fitossanitário**. 2<sup>a</sup> edição. IPI-Research Topics 3. International Potash Institute, Basel, Suíça, 1990. 363 p.

PHENE, C. J.; HUTMACKER, R. B.; DAVIS, K. R. Two hundred tons per hectare of processing tomatoes - can we reach it? **Hort Technology**, v. 2, n. 1, p. 16-22. 1992.

PILL, W. G.; LAMBETH, V. N.; HINCKLEY, T. M. Effects of nitrogen form and level on ion concentrations, water stress, and blossom-end rot incidence in tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, n. 2, p. 265-268, 1978.

PRADO, S. N. C. Manejo del cultivo intensivo com suelo. In: NUEZ, F. (ed). **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi-Prensa. 2001, p.190-225.

PRADO, R. M.; SANTOS, V. H. G.; GONDIM, A. R. de 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.

PRIMAVESI, A. Agroecologia: solo-planta-água-nutrição-saúde. In: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Encontro de agroecologia. **Centro de Comunicação Rural**, Campinas, 2003. p. 1-21.

QUIJADA J. S., BONAFIOUS, M.; DUMAS, Y. Growth and development of young tomato plants under nitrogen deficiency. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PROCESSAMENTO DE TOMATE, 4., 1992, Mendoza, **Anais...** Mendoza: ISHS Acta Horticulturae 301, 1992. p. 159-164.

RAHMAN, M. A., SAHA, J. H. U. K., CHOWDHURY, A. R., CHOWDHURY, M. M. U. Growth and yield of tomato as influenced by fertilizers and manure. **Annals of Bangladesh Agriculture**, Bangladesh, v. 6, n. 1, p. 71-74, 1997.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991. 343 p.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (coord.). **Recomendações de calagem e adubação para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REIS FILHO, J. de S.; Marin, J. O. B.; Fernandes, P. M. Os agrotóxicos na produção de tomate de mesa na região de Goianópolis, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p.307-316, out./dez. 2009. Trimestral. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/pat/article/view/4947/5876>>. Acesso em: 10 out. 2010.

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P. T. G; V.ALVAREZ, V. H. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa-MG, 1999. 359p.

RICHARDS, M.C., JONES, R.C. Effect of inorganic fertilizers on defoliation of New Hampshire Victor tomatoes by *Alternaria solani*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 36, n. 1, p. 81, 1946.

RODRIGUES, D. S.; PONTES, A. L.; MINAMI, K.; DIAS, C. T. S. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.137-144, 2002.

ROTEM, J. **The genus alternaria - Biology, epidemiology, and pathogenicity**. St. Paul: APS PRESS, 1994. 326p.

SAKATA, 2010. CATÁLOGO 2010/2011. Disponível: <[http://www.sakata.com.br/images/catalogo\\_sakata\\_2010.pdf](http://www.sakata.com.br/images/catalogo_sakata_2010.pdf)> Acesso em: 18 jul 2011.

SALEK, R. C.; ALMEIDA, D.L.; OLIVEIRA, M.F.; PENTEADO, A.F. **Efeito do esterco de galinha e sua associação com fertilizantes sobre a produção do tomateiro no município de Teresópolis-RJ**. Niterói: PESAGRO-Rio, 1981. 3p. (Comunicado Técnico nº 70).

SAM, O.; IGLESIAS, L. Caracterización del proceso de floración-fructificación en variedades de tomate en dos épocas de siembra. **Cultivos Tropicales**, San José de las Lajas, v. 15, n. 2, p. 34-43, 1994.

SAMPAIO, R.A.; FONTES, P.C. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio no solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 136-139, nov., 1998.

SAMPAIO, R. A. **Produção, qualidade dos frutos e teores de nutrientes no solo e no pecíolo do tomateiro, em função da fertirrigação potássica e da cobertura plástica do solo**. 1996. 117p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 4, p. 275-279, set./dez. 1991.

SANTOS, M. C. **Efeito de diferentes doses de silício, nitrogênio e potássio na incidência da traça-do-tomateiro, pinta-preta e produtividade do tomate industrial.** 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

SAXENA, G. K.; LOCASCIO, S. J.; LUCAS, J. B. Effect of N, P and K rates on response of cabbage and tomato grown on a co-asted clay soil of Guyana. **Tropical Agriculture**, v. 52, n. 2, p. 149-156, 1975.

**SEPLAN-GO:** Coordenadas geográficas e altitude, segundo os municípios. Fonte: IBGE / SIC-GO / Superintendência de Geologia e Mineração. Elaboração: SEPLAN-GO / SEPIN / Gerência de Estatísticas Socioeconômicas – 2003. Disponível: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/pub/anoario/2003/SITUACAOFISICA/tabela1.htm>>. Acesso em: 23 jul 2011.

SHARMA, J. P.; KUMAR, S. Effect of nitrogen on development of alternaria blight caused by *Alternaria solani* of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in rainy and winter seasons. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, New Delhi, v. 68, n. 2, p. 110 -13, 1998.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. **Comunicado Técnico 130.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido. Maio, 2007. Disponível: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/COT130.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/COT130.pdf)>. Acesso em: 30 jul. 2011.

SILVA, A. G. da. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido.** 1998, 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição Mineral de Planta) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

SILVA, J. A. C.; COSTA, J. P. V. da.; REIS, L. S.; BASTOS, A. L.; LIMA, D. F. de. Nutrição do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) em função de doses de fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 242-253, 2009.

SILVA, S. S.; ARAÚJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F.; FERREIRA, R. L. F. Produção orgânica de mudas de couve-manteiga em substratos à base de coprólitos de minhocas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 78-83, 2007.

SINGH, A. K.; SHARMA, J. P. Studies on the effect of variety and level of nitrogen on plant growth and development and yield of tomato hybrids (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Annals of Agricultural Research**, New Delhi, v. 20, n. 4, p. 502-503, 1999.

SONNENBERG, P. E.; SILVA, N. F. **Produção de hortaliças:** (Olericultura): Alface, Cenoura, Batata, Tomate, Alho e Cebola. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2012. 110 p.

SOUZA, S. R.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição Mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. 432p.

SUPATRA, S.; MUKHERJI, S.; SEM, S. Seasonal effects on nitrogenous compounds in two crop plants. **Environment and Ecology**, v. 16, n. p. 871-874, 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TANAKA, T.; FREITAS, L. M.; TYLER, K. B. Efeito da adubação no crescimento, no nível de nutrientes analisados nas folhas e na produção de plantas de tomate num Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia, v. 5, p. 117-123, 1970.

TIMM, P. J.; GOMES, J. C. C.; MORSELLI, T. B. Insumos para agroecologia: pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Revista Ciência & Ambiente**, Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v. 29, jul./dez. 2004.

TIVELLI, S. W. **Sistemas de cultivo na cultura do pimentão (*Capsicum annuum* L.) vermelho em ambiente protegido**. Botucatu, 1999. 157f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura)–Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and soil**, Switzerland, v. 255, n. 2, p. 571–586, 2003. Disponível em:<<http://link.springer.com/article/10.1023/A%3A1026037216893>>. Acesso em: 17 set. 2010.

WASHINGTON, L. C. S.; MAROUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, H. R.; CARRIJO, O. A. **Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro**. In: WORKSHOP TOMATE NA UNICAMP: PERSPECTIVAS E PESQUISAS. Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/wrktom015.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2010.

WARD, G. M. Growth and nutrient absorption in greenhouse tomato and cucumber. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 90, p. 335-341, 1967.

WIEN, H. C.; MINOTTI, P. L. Growth, yield and nutrient uptake of transplanted freshmarket tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 112, p. 759-763, 1987.

WINSOR, G. W.; DAVIES, J. N.; LONG, M. I. E. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial combination on the yields of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, Banglore, v. 42, n. 3, p. 277-288, 1967.

YAMADA, T.; ROBERTS, T. A. Potássio na Agricultura Brasileira. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 2., 2004, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS. SPAB. 2004, p. 281-341.