

LUCIANA GOMES DE ALMEIDA

**NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM SISTEMA ORGÂNICO COM A
APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES ATRAVÉS DA FERTIRRIGAÇÃO**

Botucatu

2017

LUCIANA GOMES DE ALMEIDA

**NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM SISTEMA ORGÂNICO COM A
APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES ATRAVÉS DA FERTIRRIGAÇÃO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso

Coorientador: Prof. Dr. Hélio Grassi Filho

Botucatu

2017

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

A447a Almeida, Luciana Gomes de, 1971-
Nutrição do tomateiro cultivado em sistema orgânico com a aplicação de biofertilizantes através da fertirrigação / Luciana Gomes de Almeida. - Botucatu : [s.n.], 2017
94 f. : fots. color., grafs., tabs.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2017
Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso
Coorientador: Hélio Grassi Filho
Inclui bibliografia
1. Tomate - Fertirrigação. 2. Biofertilizantes. 3. Adubação orgânica. 4. Produtividade agrícola. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio. II. Grassi Filho, Hélio. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: NUTRIÇÃO DO TOMATEIRO CULTIVADO EM SISTEMA ORGÂNICO
COM A APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTES ATRAVÉS DA
FERTIRRIGAÇÃO

AUTORA: LUCIANA GOMES DE ALMEIDA

ORIENTADOR: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

COORIENTADOR: HÉLIO GRASSI FILHO

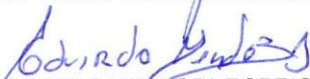
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO
Dep de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu



Prof. Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS
Dep de Solos e Recursos Ambientais / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu



Dr. EDUARDO MENDOZA RODRIGUEZ
Instituto Elo - Botucatu-SP

Botucatu, 10 de novembro de 2016.

Aos queridos produtores que
acreditaram na Agricultura Orgânica e Biodinâmica,
à minha mãe Elizabeth pelas orações, aos meus filhos
Felipe e Pauline pelo apoio durante a pesquisa,
à minha psicóloga Fernanda que me ajudou acreditar
que este sonho poderia ser realizado,
dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus agradeço a força e coragem para trabalhar a cada dia no fortalecimento da agricultura orgânica e biodinâmica, sempre com otimismo e disposição.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ismael e coorientador Hélio Grassi Filho que acreditaram no meu sonho e me apoiaram nesta jornada.

Ao Celso Mazzo, que me deu o livro de Tomate do Alvarenga, onde encontrei conhecimentos preciosos quando meu trabalho começou junto aos agricultores que hoje fazem parte do Instituto Annona de Agricultura Sustentável, de Itápolis – SP.

Aos agricultores orgânicos Anésio dos Santos, Euclair Costa e seus parceiros Ivo, Maria e Valdeci, do Instituto Annona, que por 8 anos valorizaram o meu trabalho de consultoria, e acreditaram no desenvolvimento da produção orgânica e biodinâmica de tomate e outros legumes na região de Itápolis – SP, bem como me apoiaram nesta pesquisa.

À Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, em especial ao meu chefe Pedro Jovchelevich, pela paciência e apoio, durante as minhas ausências para escrever esta dissertação.

Às pesquisadoras Joara e Márcia, no apoio dado na elaboração das tabelas e gráficos desta dissertação. E aos estagiários Ana, Gabriela, Gilles e Rodolfo que com carinho me ajudaram na coleta de dados desta pesquisa. Ao técnico de laboratório Edvaldo pelo apoio durante a secagem, pesagem e moagem das plantas.

Aos meus amigos que me deram tanta alegria e não me deixaram desanimar durante a sobrecarga de trabalho e que com certeza irão comemorar muito comigo a conclusão desta tão sonhada conquista em minha vida profissional!

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa estudar a curva de crescimento e absorção de nutrientes do tomateiro 'Débora Victory', cultivado em sistema orgânico a campo, em Itápolis-SP e estudar os teores de N, P e K de seis biofertilizantes ao longo do processo de fermentação. Para avaliação do híbrido Débora Victory, os tratamentos foram constituídos por nove épocas de amostragem, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante (DAT) realizado em 01/04/2014. As plantas atingiram acúmulo estimado de massa seca e fresca total na última coleta de 550,2 e 9.528,2 g planta⁻¹, respectivamente. A ordem decrescente do acúmulo total de nutrientes foi K > N > Ca > P > S > Mg, com valores estimados de 22,6; 10,4; 5,0; 2,3; 2,1 e 1,6 g planta⁻¹, respectivamente. Na última coleta, o maior acúmulo de N, P, K ocorreu nos frutos e de Ca, S e Mg na parte vegetativa (caule+folhas+inflorescências). O estudo da composição dos biofertilizantes foi constituído por seis biofertilizantes, elaborados com a mesma base para a fermentação (composta de 1 kg de farelo de arroz, 250 mL de melado, 250 mL de microorganismos, marca EMBIOTIC, misturados em 15 litros de água), diferindo entre si pelo acréscimo de um ingrediente: T1 = torta de mamona (2 kg); T2 = farinha de sangue (2 kg); T3 = pó de casco e chifres (2 kg); T4 = farinha de ossos (2 kg); T5 = farinha de sangue (1 kg); T6 = farinha de ossos (1 kg) e cinco momentos de avaliação, aos 3, 7, 15, 22 e 30 dias após o preparo (DAP) dos biofertilizantes. Em cada momento foram analisados os teores de N, P e K e a condutividade elétrica. O biofertilizante a base de pó de casco e chifres apresentou maior teor de N do que os outros, alcançando o teor de 6,8 g L⁻¹ aos 30 DAP. Os biofertilizantes a base de torta de mamona e pó de casco e chifres apresentaram maior teor de P, com médias de 3,2 e 2,6 g L⁻¹, respectivamente, do que os de farinha de ossos (1 e 2 kg). O biofertilizante a base de torta de mamona apresentou maior teor de K, média de 2,5 g L⁻¹, do que todos os demais, que foram iguais entre si. Independente do tipo de biofertilizante, os teores de K não se alteraram, os de N e a condutividade elétrica aumentaram e os de P reduziram ao longo do tempo de fermentação até os 30 DAP.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.. Acúmulo de nutrientes. Agricultura orgânica. Farinha de ossos. Farinha de sangue. Torta de mamona. Pó de casco e chifres.

ABSTRACT

The objective of this research was to study the growth curve and absorption of nutrients in tomato 'Debora Victory', grown in organic system field in Itápolis-SP and to study the contents of N, P and K of six biofertilizers during the process fermentation. To evaluate the Débora Victory hybrid, the treatments consisted of nine sampling times at 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 and 137 days after transplanting (DAT) held on 01.04.2014. The plants had estimated total dry and fresh weight, in the last sampling, of 550.2 and 9528.2 g plant⁻¹, respectively. The descending order of total nutrient accumulation was K > N > Ca > P > S > Mg, with estimates of 22.6; 10.4; 5.0; 2.3; 2.1 and 1.6 g plant⁻¹, respectively. In the last sampling, the greater accumulation of N, P, K occurred in fruits and Ca, Mg and S in the vegetative parts (stem + leaves + inflorescences). The experiment consisted of six biofertilizers, prepared on the same basis for fermentation (composed of 1 kg of rice bran, 250 ml of molasses, 250 ml of microorganisms, brand EMBIOTIC, mixed in 15 liters of water), differing from each other by an ingredient addition: T1 = castor bean cake (2 kg), T2 = blood meal (2 kg); T3 = hoof and horn powder (2 kg), T4 = bone meal (2 kg), T5 = blood meal (1 kg); T6 = bone meal (1 kg)) and five dates of evaluation: 3, 7, 15, 22 and 30 days after preparation (DAP) of biofertilizers. The following variables were analyzed: contents of N, P and K and the electrical conductivity. The hoof and horn powder biofertilizer showed higher N content than the others, reaching a maximum of 6.8 g L⁻¹ at 30 DAP. The castor bean cake and hoof and horn powder, showed higher P contents, with average of 3.2 and 2.6 g L⁻¹, respectively, than bone meal (1 and 2 kg) biofertilizer. The castor bean cake biofertilizer showed higher K content, average of 2.5 g L⁻¹, than the others that did not differ each other. Regardless of the type of biofertilizer, the K content did not change, the N content and the electrical conductivity increased and the P content reduced during the time of fermentation until 30 DAP.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.. Accumulation of nutrients. Organic farming. Bone meal. Blood meal. Castor bean cake. Hoof and horn powder.

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO GERAL	10
1.1 Revisão de literatura	11
1.1.1 Cultura do tomateiro: origem, valor nutritivo e consumo	11
1.1.2 Importância econômica da cultura do tomateiro	12
1.1.3 A cultura do tomateiro no contexto da agricultura orgânica	14
1.1.4 Extração, acúmulo de nutriente e matéria seca pelo tomateiro	19
1.1.5 O uso dos biofertilizantes na agricultura orgânica e na cultura do tomateiro	24
2 CAPÍTULO 1	28
2.1 Título: Curva de crescimento e absorção de macronutrientes do tomateiro híbrido Débora Victory cultivado em sistema orgânico	28
2.2 Autores	28
2.3 Resumo	28
2.4 Abstract	29
2.5 Introdução	30
2.6 Material e Métodos	31
2.7 Resultados e Discussão	35
2.7.1 Curva de crescimento	35
2.7.2 Curva de absorção de macronutrientes	40
2.8 Referências	60
3 CAPÍTULO 2	64
3.1 Título: Teores de nitrogênio, fósforo e potássio de seis biofertilizantes utilizados para fertirrigação em sistemas de produção orgânica de hortaliças	64
3.2 Autores	64
3.3 Resumo	64
3.4 Abstract	66
3.5 Introdução	67
3.6 Material e Métodos	68

3.7	Resultados e Discussão	69
3.8	Referências	79
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
4.1	Capítulo 1: Curva de crescimento e absorção de macronutrientes do tomateiro híbrido Débora Victory cultivado em sistema orgânico.....	82
4.2	Capítulo 2: Teores de nitrogênio, fósforo e potássio de seis biofertilizantes utilizados para fertirrigação em sistemas de produção orgânica de hortaliças	82
5	REFERÊNCIAS	83
	APÊNDICE A – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 2 DAT (04/04/2014) – Itápolis – SP – 2014.....	91
	APÊNDICE B – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 32 DAT (03/05/2014) – Itápolis – SP - 2014	91
	APÊNDICE C – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 60 DAT (31/05/2014) – Itápolis – SP - 2014	92
	APÊNDICE D – Frutos do tomateiro híbrido Débora Victory, aos 77 DAT (17/06/2014) – Itápolis – SP – 2014	92
	APÊNDICE E – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 122 DAT (01/08/2014) – Itápolis – SP – 2014	93
	APÊNDICE F – Área experimental com as parcelas principais do ensaio com biofertilizantes - Botucatu – SP - 2015	93
	APÊNDICE G – Parcelas do ensaio dos biofertilizantes aos 3 DAT (28/10/15) - Botucatu – SP - 2015	94

1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção de tomate cresceu mais de 100% nos últimos 20 anos (FAOSTAT, 2016). Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo em função do sabor, aroma, textura, elevado valor nutricional e facilidade de preparo dos seus frutos; os quais, quando maduros, possuem licopeno, pigmento vermelho que apresenta propriedades anticancerígenas (ALVARENGA e COELHO, 2013).

O cultivo do tomate em sistema orgânico, o qual utiliza métodos ecológicos para o controle das pragas e doenças, tem apresentado vantagens sobre o sistema convencional pelo maior retorno econômico ao produtor, proteção ao meio ambiente e produção de frutos com melhor qualidade, levando sabor, saúde, segurança alimentar e nutricional ao consumidor.

Para obtenção de bons resultados em sistemas orgânicos, um princípio básico é a realização de adubação que leve ao equilíbrio nutricional das plantas e resulte em uma produtividade ótima, a qual é alcançada através de uma melhor relação custo/benefício, ou seja, obtenção de produtividade máxima possível com o uso equilibrado de insumos para o manejo da adubação, pragas e doenças (KHATOUNIAN, 2001).

A “Teoria da Trofobiose”, formulada por Chaboussou (1987), fundamenta as práticas de manejo para obtenção do equilíbrio nutricional das plantas. Experimentos, baseados nessa teoria, mostraram que em excesso, as adubações com N, K, Ca e Mg e os agrotóxicos podem causar desequilíbrios metabólicos nas plantas, tornando-as susceptíveis às pragas e doenças.

Curvas de acúmulo de nutrientes mostram a necessidade de nutrientes em cada etapa de desenvolvimento da planta, sendo importantes para a recomendação de adubação (CARRIJO et al., 2004; BASTOS et al., 2013). Ressalta-se que estas curvas refletem o que a planta necessita de acordo com seu genótipo, e não o que deve ser aplicado diretamente, uma vez que se deve considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que é variável também segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, o nutriente considerado, entre outros fatores (FAGERIA, 1998).

A adubação das culturas segundo a curva de absorção de nutrientes levará ao equilíbrio nutricional da planta, sem falta ou excesso (FURLANI e PURQUERIO,

2010), o que é preconizado na teoria da trofobiose, reduzindo a susceptibilidade da planta às pragas e doenças, o que é importante para maior sustentabilidade, eficiência e redução de custos tanto de sistemas de produção convencionais quanto orgânicos. Contudo, essas informações são ainda bastante limitadas, principalmente no sistema orgânico de produção.

A fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado, havendo a possibilidade de um ajuste mais eficiente às diferentes fases fenológicas das plantas, redundando em maior eficiência de uso e economia de fertilizantes (CARRIJO et al., 2004; TRANI et al., 2011).

A fertirrigação, nos sistemas orgânicos, é realizada com a aplicação conjunta de água e biofertilizantes, que são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, contendo quase todos os nutrientes necessários à nutrição vegetal. O uso continuado de biofertilizantes em aplicações foliares confere às plantas maior resistência aos patógenos e o uso em solo pode favorecer maior riqueza de microorganismos e promover melhor disponibilidade de nutrientes para as raízes (SILVA et al., 2007).

A composição química e microbiológica dos biofertilizantes podem ser altamente complexa e variável, de acordo com o modo de preparo, com os ingredientes utilizados na sua elaboração, bem como podem variar ao longo do tempo de fermentação. De uma forma geral, não há formulação padrão para o preparo dos biofertilizantes, por isso receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos (MARROCOS et al., 2012).

Objetivou-se com esta pesquisa obter a curva de crescimento e de absorção de nutrientes do híbrido de tomate Débora Victory, cultivado em sistema orgânico a campo e estudar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) de seis biofertilizantes que podem ser utilizadas para fertirrigação nos sistemas orgânicos de produção, ao longo do processo de fermentação.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 Cultura do tomateiro: origem, valor nutritivo e consumo

O tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) tem como centro de origem a região andina, desde o Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até o Norte do Chile, sendo domesticado no México. Os espanhóis e portugueses difundiram o tomate pelo mundo através de suas colônias ultramarinas, sendo introduzido no Brasil, no final do século XIX (ALVARENGA, 2013).

A produção de tomate cresceu mais de cem por cento nos últimos 20 anos (FAOSTAT, 2016). Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo em função do sabor, aroma, textura, elevado valor nutricional (rico em cálcio e vitamina C) e facilidade de preparo dos seus frutos, os quais, quando maduros, possuem licopeno, pigmento vermelho que apresenta propriedades anticancerígenas (ALVARENGA e COELHO, 2013).

Resultados de pesquisa desenvolvida pelo IBGE (2011), citado por Vilela et al. (2012), sobre a aquisição domiciliar per capita de alimentos em 2008/2009, mostram que no Brasil o consumo anual por habitante foi de 0,67 kg de massa de tomate e 0,63 kg de molho de tomate. Quando se compara a aquisição de alimentos nos anos de 2002 e 2008, houve uma redução no consumo de massa de tomate (27,24%) que foi compensada por um aumento mais do que proporcional de molho de tomate (56,2%). Este fato pode ser explicado pelo aumento geral da renda verificado na economia brasileira no período de 2002 a 2008, que permitiu uma expressiva inclusão de novos consumidores, principalmente os de até 2 salários mínimos, que não participavam do mercado de molho de tomate.

O crescente consumo de tomate está relacionado também à consolidação de redes de comida prontas, chamadas “fast food”, que utilizam essa hortaliça nas formas processada e fresca (VILELA et al., 2012).

1.1.2 Importância econômica da cultura do tomateiro

Entre as principais culturas produzidas mundialmente, em 2013, o tomate ocupou a 11ª posição com um total de 163,4 milhões de toneladas e valor bruto de 96,3 bilhões de dólares (FAOSTAT, 2016).

Em 2013, a China ocupou o 1º lugar na produção mundial, com 50,6 milhões de toneladas e valor bruto de 28,4 bilhões de dólares, e o Brasil o 8º lugar com

produção de 4,1 milhões de toneladas e valor bruto de 5,8 bilhões de dólares (FAOSTAT, 2016).

A grande produção da China refere-se a maior área plantada, pois, apesar de ser a maior produtora mundial, possui uma produtividade média de $51,4 \text{ t ha}^{-1}$, ficando em 45º lugar, sendo mais baixa do que o Brasil, que é de $66,8 \text{ t ha}^{-1}$, que está no 32º lugar no mundo em 2015. A maior produtividade obtida em 2015 foi na Bélgica com $499,6 \text{ t ha}^{-1}$ (FAOSTAT, 2016).

A produtividade média brasileira dobrou nos últimos 25 anos, subindo de 34 t ha^{-1} em 1990 para $60,5 \text{ t ha}^{-1}$ em 2010, chegando a $66,8 \text{ t ha}^{-1}$ em 2015 (IBGE, 2015; IBGE, 2016).

Os três principais estados produtores no Brasil em 2015 foram Goiás, com 882,7 mil toneladas em 10 mil hectares e produtividade média de $88,3 \text{ t ha}^{-1}$, Minas Gerais, com 665,4 mil toneladas em 9,2 mil hectares e produtividade média de $71,5 \text{ t ha}^{-1}$ e São Paulo, com 568,9 mil toneladas em 8,8 mil hectares e produtividade média de $64,9 \text{ t ha}^{-1}$ (IBGE, 2015).

Pagliuca (2014) fez a análise de risco da produção de tomate de mesa em Caçador (SC) e Mogi Guaçu (SP) no período de 2006 e 2012. De acordo com a autora, em Caçador (SC) foram diagnosticadas propriedades de pequena escala de produção (1,25 ha), cujo investimento foi de R\$ 91.700,30 por ha, e também de grande escala (27,27 ha), com investimento de R\$ 52.354,50 por ha. Em Mogi Guaçu (SP) a propriedade “típica” foi de média escala (15 ha) e investimento médio de R\$ 42.789,20 por ha. Comparando o fluxo de caixa das duas regiões entre 2006 e 2012, a soma das Receitas Líquidas Operacionais (RLO) foi positiva, mas houveram meses consecutivos de receita negativa. Este cenário pode levar o produtor ao endividamento e inviabilizar seu negócio no longo prazo. Quanto aos indicadores de viabilidade econômica (VPL – Valor Presente Líquido e TIR – Taxa Interna de Retorno), todas as propriedades típicas se mostraram viáveis entre 2006 e 2012. Porém, o risco financeiro de ambas as regiões foi elevado, 37% para Caçador e 32% para Mogi Guaçu. Já o risco econômico do negócio em Caçador foi menor, 16,8% e 10,3% para pequena e grande escala, respectivamente, e praticamente nulo para a média escala de Mogi Guaçu. Apesar de parecer vantajoso do ponto de vista econômico, o elevado risco financeiro mostra a importância de o tomaticultor fazer uma reserva financeira em meses de bons preços para cobrir os fluxos de caixa negativo e, assim, conseguir se manter na atividade no longo prazo.

Apesar do elevado custo da produção nacional de tomate, estudos apontam que a cultura é muito valorizada pelos agricultores brasileiros em função do elevado potencial de retorno econômico em toda sua cadeia produtiva. Em uma pesquisa realizada pela Associação brasileira do comércio de sementes e mudas (ABCSEM, 2016) revelaram que a tomaticultura foi o principal destaque do setor de olerícolas em 2008, representando cerca de 16% do PIB (Produto Interno Bruto) gerados pela produção de hortaliças no Brasil.

1.1.3 A cultura do tomateiro no contexto da agricultura orgânica

Nos sistemas orgânicos não se utilizam agrotóxicos para o controle das pragas e doenças das plantas. Para tanto, adotam princípios e métodos ecológicos como o cultivo em ambientes diversificados em fauna e flora para se obter equilíbrio populacional das pragas e seus inimigos naturais; uso de métodos alternativos, como caldas e extratos de plantas, para controle das pragas e doenças; e equilíbrio nutricional das plantas tornando-as menos susceptíveis às pragas e doenças, através de uma adubação equilibrada com adubos orgânicos não solúveis e a manutenção natural da fertilidade do solo baseada na reciclagem da matéria orgânica, adubação verde e rotação de culturas (CHABOUSSOU, 1987; ALTIERI, 1989; PRIMAVERSI, 1990; GLIESSMAN, 2001; KHATOUNIAN, 2001; SOUZA, 2005).

A agricultura orgânica possui normas para produção internacionalmente estabelecidas pela “International Federation of Organic Agriculture Moviments” (IFOAM), fundada em 1972, as quais, além de proibirem os agrotóxicos, restringem a utilização dos adubos químicos, incluem ações de conservação dos recursos naturais, aspectos éticos nas relações sociais internas da propriedade e no trato com os animais (KHATOUNIAN, 2001).

No Brasil, foi aprovada a Lei 10.831, em 23 de dezembro de 2003, a qual, em seu artigo primeiro, define Sistemas Orgânicos como aqueles em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos

geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção ao meio ambiente (BRASIL, 2003).

De acordo com Willer e Lernoud (2016), a produção de alimentos orgânicos tem crescido no mundo nos últimos anos. A área agrícola com manejo orgânico cresceu de 11 milhões de hectares em 1999 para 43,7 milhões de hectares em 2014, o que correspondeu a uma produção de alimentos que gerou uma receita de 15,2 bilhões de dólares em 1999 e 80 bilhões de dólares em 2014. Deste total de área agrícola no sistema orgânico, a maioria é pastagem, e a produção de hortaliças ocupou uma área de 0,3 milhões de hectares em 2014. Na América Latina, cerca de 400 mil produtores rurais orgânicos manejaram 6,8 milhões de hectares em 2014, sendo 0,7 milhões de hectares no Brasil.

A saúde, segurança alimentar e nutricional, seguidos do melhor sabor e a preocupação com o meio ambiente, razões frequentes e fortemente relacionadas ao aumento no consumo de alimentos orgânicos, e por sua vez impulsionando o aumento da sua produção (ARAÚJO et al., 2007; LIMA, 2011; SMOLINSKI et al., 2011; FERRAZ et al., 2013; MORAIS et al., 2013; TEIXEIRA e GARCIA, 2013; MOOZ e SILVA, 2014).

A produção orgânica está em expansão e o Brasil assume posição de destaque (em área plantada) entre os países produtores, contribuindo para a segurança alimentar à medida que passa a disponibilizar alimentos certificados e identificados como mais saudáveis à população (ARAÚJO et al., 2007; SMOLINSKI et al., 2011; MOOZ e SILVA, 2014).

No Brasil, a produção em maior escala está destinada a produtos para exportação, como por exemplo, cacau, café e açúcar. Os pequenos produtores cultivam em pequenas áreas, prioritariamente hortaliças que comercializam para o mercado interno (TERRAZZAN e VALARINI, 2009).

A baixa oferta de produtos orgânicos no mercado interno em relação à demanda, associada ao menor recurso tecnológico disponível em função de assistência técnica deficiente e falta de apoio à pesquisa, leva a uma produtividade cerca de 20 a 25% menor, o que somada a menor escala de produção, custos com certificação, estão entre os fatores responsáveis pelo maior preço do produto no mercado em relação ao convencional, sendo este um fator limitante ao aumento do

consumo (MARTINS et al., 2006; ARAÚJO et al., 2007; SMOLINSKI et al., 2011; SEUFERT et al., 2012; SILVA, 2012; TIVELI, 2012).

Segundo Martins et al. (2006), resultados de pesquisa de mercado realizada em 2004 no varejo da Cidade de São Paulo, ao se comparar os preços dos produtos orgânicos com similares convencionais, verificaram que a diferença média de preços ficou entre 150% e 240%, com alguns produtos se destacando, como o caso do tomate, que ultrapassou 300% quando comparado ao tomate convencional.

Estudos realizados por Souza e Garcia (2013) confirmaram a grande viabilidade econômica de sistemas de produção de hortaliças orgânicas. O gasto com mão de obra é o componente de maior participação nos custos de ambos sistemas de produção, em torno de 38,5% no sistema orgânico e 40,2% no convencional. Os custos com a utilização de composto orgânico e outros insumos equivalem-se aos com adubos químicos e corretivos empregados no sistema convencional.

Tanto no cultivo do tomate de mesa quanto para o cultivo para processamento industrial, o uso de inseticidas químicos tem sido a principal tática de controle das pragas na cultura (REIS FILHO et al., 2009; MICHEREFF FILHO et al., 2012). Entretanto, o uso indiscriminado de agrotóxicos tem ocasionado vários problemas de ordem econômica, ambiental e social, além da elevação do custo de produção do tomateiro (VILELA et al., 2012); surgimento de populações de pragas resistentes aos produtos utilizados, ressurgimento da praga, erupção de pragas secundárias, eliminação de organismos benéficos (polinizadores, inimigos naturais e microbiota decompositora) (MICHEREFF FILHO et al., 2012); contaminação dos trabalhadores por agrotóxicos (LATORRACA et al., 2008; MNIF et al., 2011; TAVELLA et al., 2011); poluição da água e solo (DAMS, 2006; STEFFEN et al., 2011; MOREIRA et al., 2012); intoxicação dos usuários devido presença de resíduos tóxicos nos frutos em níveis acima do tolerável (ARAÚJO et al., 2001; ALMEIDA et al., 2009; ANVISA, 2013; CARVALHO e BARBOSA, 2013), perdendo a vantagem anticancerígena do consumo dos frutos, pois é comprovado que os agrotóxicos podem induzir ao câncer (IARC, 2015).

Desta forma, é contrastante, que uma das hortaliças mais consumidas no mundo, em virtude do uso indiscriminado de agrotóxicos possa gerar também tantos prejuízos ambientais e na saúde das pessoas. O cultivo do tomate em sistemas de produção mais sustentáveis que reduzam o uso de agrotóxicos e/ou orgânicos onde não há uso de agrotóxicos deve ser priorizado.

Estudos revelam a superioridade em qualidade de frutos de tomate orgânico em relação ao convencional: tomates orgânicos contêm maiores teores de vitamina C, sólidos solúveis e atividade antioxidante (NASSUR, 2009); maiores teores de carotenoides, mais minerais como fósforo, potássio, magnésio e cálcio; muito menos metais pesados como chumbo, zinco, cobre e níquel; menos nitratos (cerca de 30 a 40% menor); e não contêm nenhum resíduo de agrotóxicos (ZORAN et al., 2014).

Pesquisas realizadas por Nascimento et al. (2013) com o tomate de mesa 'Débora' no Estado de Goiás, mostrou que em sistema orgânico apresentou melhor textura (maciez), cor externa e interna, menor acidez e maior teor de sólidos solúveis, o que refletiu em maior aceitação do fruto quanto ao aroma, sabor e textura pelos consumidores em comparação ao convencional.

Assim, como a maioria das hortaliças orgânicas, a oferta de tomate orgânico é baixa no mercado por ser plantado em pequenas áreas em relação às áreas com cultivo convencional (MARTINS et al., 2006; ARAÚJO et al., 2007; SMOLINSKI et al., 2011; REINACH, 2012; TIVELI, 2012), e também chega até o consumidor com preço mais elevado (TIVELI, 2012).

A produção de tomate orgânico tem demonstrado ter viabilidade econômica para os agricultores (VIÇOSA et al., 2005; LUZ et al., 2007; SOUZA, 2010; MELO e SILVA, 2012; SOUZA e GARCIA, 2013), e com resultados melhores do que os obtidos com a produção de tomate convencional, com um custo menor e lucratividade maior (LUZ et al., 2007; SOUZA, 2010; SOUZA e GARCIA, 2013).

Em função do alto consumo de insumos químicos, a produtividade no sistema convencional é bastante superior ao sistema orgânico, contudo, mesmo com produtividade de frutos 44% menor, quando se considera que o custo de produção foi 20% mais baixo e o preço de venda 108% mais alto, a receita bruta no sistema orgânico foi 18% maior (SOUZA e GARCIA, 2013).

Segundo Souza e Garcia (2013), em plantios a campo, a produtividade do tomate em sistemas orgânicos tem variado de 30 a 40 t ha⁻¹. Estes resultados são baseados na utilização de cultivares de polinização aberta que apresentaram maior adaptabilidade ao sistema orgânico devido a maior tolerância a doenças, em pesquisas realizadas pelo INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) por 8 anos no município de Domingos Martins, Estado do Espírito Santo.

Há um grande potencial de melhoria da produtividade média do tomate orgânico considerando a produtividade média da produção convencional nacional ter tido um aumento de 60,5 t ha⁻¹ em 2010 para 64,8 t ha⁻¹ em 2015 (IBGE, 2015; IBGE, 2016), sendo que em Goiás a produtividade média foi de 88,3 t ha⁻¹, seguido de Minas Gerais com 71,5 t ha⁻¹ e São Paulo com 64,9 t ha⁻¹ (IBGE, 2015).

Neste contexto, a produção de tomate orgânico tem se mantido viável em função do sobrepreço pago pelos consumidores, e pesquisas que visem o aumento da produtividade associadas à manutenção de um custo menor, devem ser priorizadas a fim de que seja possível reduzir o preço do produto junto aos consumidores, aumentar o seu consumo e, conseqüentemente, consolidar a sua produção.

Até o momento, muito poucas pesquisas foram realizadas em sistemas orgânicos as quais já demonstraram grande melhoria em produtividade (SOUZA, 2005; TAMISO, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2011; SCHALLENBERGER et al., 2011).

Souza (2005) obteve uma produtividade de 47 a 58 t ha⁻¹, Tamiso (2005) de 77 t ha⁻¹, Schallenberger et al. (2011) 59 t ha⁻¹ e Albuquerque (2011) 75 t ha⁻¹ de frutos comerciais de tomate orgânico em pesquisas realizadas em cultivo protegido.

Os resultados de produtividade das pesquisas realizadas em sistemas orgânicos podem variar conforme a cultivar, condições edafoclimáticas locais e manejo realizado. Desta forma, para alavancar a produção de tomate orgânico em todo Brasil, há que se conhecer o comportamento das diferentes cultivares ao manejo realizado em diferentes regiões brasileiras.

De acordo com Khatounian (2001), na agricultura orgânica busca-se obter produtividade ótima em longo prazo em lugar de produtividades máximas em curto prazo, ou seja, produtividade ótima é aquela que concilia a economicidade da exploração agrícola com a preservação dos recursos naturais e qualidade satisfatória dos produtos. Produtividades máximas normalmente estão associadas a altos níveis de desgaste ambiental pelo aumento das quantidades de agrotóxicos e adubos químicos, gerando externalidades, ou seja, os custos de correção destes estragos são pagos pela sociedade e não pela própria agricultura convencional que os ocasionou.

Na agricultura orgânica, a ideia central é de produzir preservando e pelo maior tempo possível, idealmente sem nenhuma externalidade; sendo que a produtividade assim obtida é o que tem sido chamada de ótima, não apenas em seu

aspecto econômico de curto prazo, mas de um ótimo que engloba preservação ambiental, quantidade de produção e qualidade do produto, um ótimo que se desdobra no tempo e não compromete outros espaços (KHATOUNIAN, 2001).

No que se refere a nutrição do tomateiro em sistema orgânico, objeto de estudo deste projeto de pesquisa, as diferentes escolas dentro da agricultura orgânica têm como princípio comum a realização de uma adubação orgânica que leve ao equilíbrio nutricional do tomateiro e resultem em uma produtividade ótima, a qual é alcançada através de uma melhor relação custo / benefício, ou seja, obtenção de uma produtividade máxima possível com o uso equilibrado de insumos para o manejo da adubação, pragas e doenças (ALTIERI, 1989; PRIMAVESI, 1990; GLIESSMAN, 2001; KHATOUNIAN, 2001; SOUZA, 2005).

Para tanto, o princípio básico para uma nutrição orgânica equilibrada para as culturas é a “Teoria da Trofobiose” formulada por Chaboussou (1987), cujos experimentos, baseados nessa teoria, mostraram que em excesso, as adubações com nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio e os agrotóxicos podem causar desequilíbrios metabólicos nas plantas, tornando-as susceptíveis às pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1987).

O mesmo autor verificou que as principais fontes alimentares dos predadores e parasitas das plantas são substâncias de alta solubilidade presentes nos tecidos vegetais, como, por exemplo, açúcares solúveis, aminoácidos livres e oligoelementos. A aplicação de agrotóxicos e adubos solúveis provocam nas plantas um estado de desordem metabólica que desregula os mecanismos de proteólise (quebra de proteínas) e proteossíntese (síntese de proteínas) nos tecidos vegetais; em consequência, sobram nutrientes na seiva das plantas. Muitos insetos, ácaros, fungos e bactérias passam a sugar das plantas uma seiva “enriquecida” com substâncias nutritivas que viabiliza a rápida proliferação das pragas e doenças. É esse processo que Chaboussou (1987) chamou de trofobiose.

Para realizar uma adubação equilibrada, conforme proposto pela “teoria da trofobiose”, é necessário conhecer a curva de absorção de nutrientes da cultura bem como as características dos insumos que levem ao equilíbrio nutricional da planta nas suas diferentes fases de desenvolvimento.

1.1.4 Extração e acúmulo de nutriente e matéria seca pelo tomateiro

Segundo Furlani e Purquerio (2010), para a produção de todas as espécies de hortaliças existe a necessidade de adequado suprimento de nutrientes desde o estágio de plântula até a colheita, haja vista que o desequilíbrio nutricional, seja por carência ou excesso de nutrientes, é fator estressante para a planta. Assim, para poder refinar as recomendações de adubação existentes para cada espécie de hortaliça, bem como, para cada material genético dentro de uma mesma espécie, são necessários estudos envolvendo curvas de absorção de nutrientes.

As curvas de absorção de nutrientes e acúmulo de massa de matéria seca em função da idade da planta possibilitam conhecer as necessidades de nutrientes em função do estágio de desenvolvimento das plantas, auxiliando na indicação das épocas e das quantidades de fertilizantes a serem aplicadas (CARRIJO et al., 2004; BASTOS et al., 2013).

De acordo com Furlani e Purquerio (2010), a curva ótima de consumo de nutrientes pela planta auxiliará na definição da quantidade de aplicação de um determinado nutriente. Para isso, em função das curvas de absorção de nutrientes, deve-se obter as taxas diárias de absorção dos mesmos e utilizar esta informação respeitando as etapas fenológicas de crescimento das plantas para definir as quantidades e proporções entre os nutrientes a serem aplicados durante as fertilizações.

A adubação das culturas segundo a curva de absorção de nutrientes levará ao equilíbrio nutricional da planta, sem falta ou excesso (FURLANI e PURQUERIO, 2010), o que é preconizado na teoria da trofobiose, reduzindo a suscetibilidade da planta às pragas e doenças (CHABOUSSOU, 1987; ALMEIDA, 2011; QUEIROZ, 2011), o que é importante para maior sustentabilidade, eficiência e redução de custos tanto de sistemas de produção convencionais quanto orgânicos.

A nutrição correta é fundamental para o sucesso da tomaticultura, que terá mais produtividade, menores custos e oferta de frutos mais saudáveis (ALMEIDA, 2011; QUEIROZ, 2011).

O tomateiro é considerado uma das hortaliças mais exigentes em nutrientes, sendo que os teores e acúmulos de nutrientes pela cultura variam, principalmente de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, com a cultivar e a produção que se deseja obter, sendo dessa forma, importante seu conhecimento para elaborar um programa de adubação (BASTOS et al., 2013).

Alguns importantes estudos foram realizados para conhecimento da curva de absorção de nutrientes de diferentes cultivares e híbridos de tomateiro cultivados em sistema convencional, e muito poucos trabalhos científicos foram conduzidos em sistemas orgânicos.

Gargantini e Blanco (1963) foram os primeiros que estudaram a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro, avaliando o acúmulo e a distribuição de macronutrientes na cultivar Santa Cruz 1639 cultivada em vasos, obtendo como resultado que, para uma produtividade de 41 t ha⁻¹, houve uma extração de 185 kg ha⁻¹ de K (130 kg ha⁻¹ nos frutos), 93,6 kg ha⁻¹ de N (72 kg ha⁻¹ nos frutos), 31 kg ha⁻¹ de Ca (7 kg ha⁻¹ nos frutos), 28 kg ha⁻¹ de S (9 kg ha⁻¹ nos frutos), 21 kg ha⁻¹ de P (18 kg ha⁻¹ nos frutos) e 9 kg ha⁻¹ de Mg (7 kg ha⁻¹ nos frutos). Esses autores verificaram a absorção de nutrientes alcançou a máxima intensidade entre 100 e 120 dias após a germinação para N, K, Mg e S, sendo o Ca e o P absorvidos continuamente do início ao final do ensaio, atingido o máximo de absorção aos 140 dias após a germinação. Observaram que os nutrientes N, P, K e Mg apresentaram intensa translocação dos órgãos vegetativos para os frutos, ao passo que o Ca e o S apresentaram baixa translocação. Com base nestes resultados, os autores indicaram que, para a cultura do tomate, é conveniente aplicar os fertilizantes fosfatados e potássicos na ocasião do transplante. O nitrogênio, por ser um nutriente sujeito a lixiviação, deverá ser colocado à disposição do tomateiro antes dos 70 dias após a germinação, por que essa cultura demonstrou grande necessidade de N a partir dos 80 dias. O máximo desenvolvimento do tomateiro foi verificado entre 90 e 100 dias, e deste ponto em diante foi verificado apenas o desenvolvimento dos frutos.

Fernandes et al. (1975) estudaram a absorção de nutrientes do tomateiro rasteiro para processamento industrial de mistura de cultivares pertencentes ao grupo Santa Cruz fornecidas pelas indústrias na ocasião. Observaram que o desenvolvimento do tomateiro se intensifica a partir do florescimento e frutificação, que ocorre após 60 dias de idade, sendo maior o número de frutos formados entre 80 e 90 dias. Encontraram, no final do ciclo, uma relação estreita entre número de folhas e número de frutos, de 3 para 1. Obtiveram em 57.000 plantas de tomate ha⁻¹, a extração de 67 kg de N; 4,76 kg de P; 101 kg de K; 24 kg de Ca; 18,5 kg de Mg; 5,3 kg de S; 86 g de B; 37 g de Cu; 1353 g de Fe; 393 g de Mn e 119 g de Zn. Os autores concluíram que o tomateiro rasteiro é pouco exigente em fósforo e a maior

parte absorvida vai para os frutos; que os frutos contêm muito pouco cálcio e manganês, enquanto boa parte de nitrogênio, potássio, enxofre e cobre neles se concentram, sendo estes resultados são semelhantes aos obtidos por Gargantini e Blanco (1963) em macronutrientes.

Haag et al. (1978) estudaram a marcha de absorção dos nutrientes pelo tomateiro, cultivar Roma VF, de crescimento determinado destinado ao processamento industrial. Os resultados obtidos revelaram um crescimento lento até os 30 dias, depois houve um crescimento acelerado, com a massa da matéria seca praticamente dobrando a cada quinzena no período dos 45 aos 75 dias, atingindo o máximo aos 105 dias ($5,7 \text{ t ha}^{-1}$). Quanto ao crescimento dos frutos, expresso em matéria seca, houve um aumento de cerca de 20 vezes no intervalo dos 45 aos 75 dias, praticamente duplicando a massa no período dos 75 aos 90 dias e estabilizando-se aos 105 dias ($2,7 \text{ t ha}^{-1}$). Nesta pesquisa, as folhas na época da floração apresentaram, em função da matéria seca, 3,70 % de N; 0,50 % de P; 4,44% de K; 3,24% de Ca; 0,99% de Mg; 0,46% de S; 72 ppm de B; 15 ppm de Cu; 434 ppm de Fe; 375 ppm de Mn; 0,18 ppm de Mo; 148 ppm de Zn. A produtividade de 65 t ha^{-1} obtida na área experimental, resultou as seguintes quantidades de nutrientes nos frutos: 67,8 g de N; 8,9 g de P; 112,2 g de K; 7,7 g de C; 6,0 g de Mg; 3,1 g de S; 93 g de B; 45 g de Cu; 547 g de Fe; 163 g de Mn e 485 mg de Mo.

Fayad et al. (2002) caracterizaram a absorção de nutrientes pelo tomateiro cultivar Santa Clara cultivada em campo e pelo Híbrido EF-50 em ambiente protegido. No experimento de campo, a ordem decrescente de acúmulo de nutrientes na parte aérea foi: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{S} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Cu} > \text{Mn} > \text{Fe} > \text{Zn}$, alcançando os valores máximos de 360, 206, 202,49, 32, 29 kg ha^{-1} para os macronutrientes e 3415, 2173, 1967 e 500 g ha^{-1} para os micronutrientes, respectivamente. Em ambiente protegido, o acúmulo de nutrientes na parte aérea do tomateiro decresceu na seguinte ordem: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{S} > \text{Mg} > \text{P} > \text{Mn} > \text{Fe} > \text{Cu} > \text{Zn}$, alcançando os valores de 264, 211, 195, 49, 40,30 kg ha^{-1} para os macronutrientes e 3200, 2100, 1600 e 700 g ha^{-1} para os micronutrientes, respectivamente. As taxas de absorção diária dos nutrientes foram apresentadas bem como as porcentagens de absorção de N e de K em determinados períodos do crescimento do tomateiro, permitindo auxiliar na programação das épocas de aplicação destes nutrientes em cobertura. A dinâmica de absorção de N e K, na parte área total, em função da idade do tomateiro cultivado no campo, cv. Santa

Clara foi em dias após o transplante: 12 dias (4,1% N e 2,0% K), 24 dias (9,0% N e 5,5% K), 36 dias (16,6 % N e 13,3 % K), 48 dias (22,9% N e 23,9% K), 60 dias (21,4% N e 26,3 % K), 72 dias (13,9% N e 17,1% K), 84 dias (7% N e 7,7% K), 96 dias (3,1% N e 2,9 % K), 108 dias (1,3% N e 1,0% K) e 120 dias (0,5% N e 0,3% K). A dinâmica de absorção de N e K, na parte aérea total, em função da idade do tomateiro cultivado em ambiente protegido, híbrido EF-50, em dias após o transplante: 7 dias (1% N e 0,8 % K), 14 dias (1,5% N e 1,3 % K), 21 dias (2,1% N e 1,9% K), 28 dias (3,0 % N e 2,8% K), 35 dias (4,2% N e 4,0 % K), 42 dias (5,7 % N e 5,5% K), 49 dias (7,3% N e 7,3% K), 56 dias (8,9 % N e 9,0 % K), 63 dias (10,0 % N e 10,4% K), 70 dias (10,6% N e 11,0 % K), 77 dias (10,2 % N e 10,6 % K), 84 dias (9,1% N e 9,4% K), 91 dias (7,5 % N e 7,7 % K), 98 dias (5,9 % N e 5,9 % K), 105 dias (4,4 % N e 4,3 % K), 112 dias (3,2 % N e 3,0 % K), 119 dias (2,6% N e 2,5% K), 127 dias (1,7% N e 1,7% K) e 135 dias (1,1% N e 1,0 % K).

Prado et al. (2011) avaliaram o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro 'Raisa', cultivado em sistema hidropônico. Foram feitos oito épocas de amostragem: 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75 e 85 dias após o transplante, com cinco repetições. O acúmulo de matéria seca de folhas e raízes do tomateiro 'Raisa' foi relativamente mais rápido que o acúmulo de matéria seca de caule e frutos, ao longo do cultivo, havendo predomínio da matéria seca dos frutos (45%) em relação as folhas (27%), ao caule (24%) e às raízes (3%) no final do ciclo da cultura. As maiores exigências nutricionais do tomateiro foram K, N e Ca para macronutrientes e Fe, Zn e Mn para micronutrientes.

Lucena et al. (2013) avaliaram o acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' em solo com diferentes coberturas (solo descoberto, filme de polietileno preto, filme de polietileno branco, filme de polietileno cinza e polipropileno preto). Foram realizadas amostragens das plantas aos 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 e 112 dias após o transplante. As coberturas de solo não influenciaram o acúmulo de matéria seca do tomateiro. Os frutos foram os drenos preferenciais da planta, chegando ao final do ciclo com 48,6% do total de massa seca acumulada. Apenas o acúmulo de N, Ca e Mg nos frutos e K nas folhas foram influenciadas pelas coberturas de solo. As maiores médias foram obtidas utilizando-se polietileno branco, resultando em 137,73 e 8,84 kg ha⁻¹ de acúmulo de N e Mg nos frutos, respectivamente. O acúmulo de nutrientes em ordem decrescente na planta foi: K >

N > Ca > Mg > P, sendo N, P e K encontrados em maiores quantidades nos frutos, e Ca e Mg nas folhas.

Embora não tenha sido feito o estudo da curva de absorção de nutrientes, Silva et al. (2009) estudaram o efeito das doses de dois materiais orgânicos na nutrição do tomateiro, cultivar Santa Cruz. Os materiais fertilizantes foram: fertilizante 1: esterco de curral + esterco de galinha + torta de filtro; fertilizante 2: esterco de curral + esterco de galinha + bagaço de cana, nas doses de 0, 5, 10 e 15 t ha⁻¹. As aplicações foram parceladas: 10% no momento do transplante e 15% aos 20, 34, 48, 62, 76 e 90 dias após o transplante, em cobertura. Realizou-se a coleta da 4ª folha a partir do ápice da planta, para avaliação do estado nutricional, no início do florescimento (34 dias após o transplante). Entre os macronutrientes, o N foi o mais absorvido, seguido por K, Ca, S, Mg e P, enquanto que, entre os micronutrientes, a ordem crescente de absorção foi B, Zn, Cu, Mn e Fe. Os fertilizantes não influenciaram nos teores de nutrientes na planta, havendo apenas diferença entre as doses.

Assim como já foi estabelecido Alvarenga et al. (2013), todos estes trabalhos permitirão, para cada cultivar ou híbrido, elaborar planilhas de cálculo e de aplicação de nutrientes via fertirrigação para a cultura do tomateiro, baseando-se nas curvas de crescimento, necessidades nutricionais durante as diferentes fases fenológicas e as quantidades necessárias de N, P, K e Ca para cada kg de fruto a ser produzido.

1.1.5 O uso dos biofertilizantes na agricultura orgânica e na cultura do tomateiro

De acordo com Carrijo et al. (2004), a fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado, havendo a possibilidade de um ajuste mais eficiente às diferentes fases fenológicas das culturas redundando em maior eficiência de uso e economia de fertilizantes. Além disso, a fertirrigação permite flexibilidade de mudanças nas relações entre nutrientes; distribuição e localização dos adubos onde ocorre maior densidade de raízes; possibilidade de controle da profundidade de aplicação do adubo, levando a menor perda de nutrientes por lixiviação e menor perda de nitrogênio por volatilização, uma vez que

os fertilizantes são dissolvidos em água; menor compactação do solo devido ao menor trânsito de máquinas; economia de mão de obra e comodidade de aplicação.

Para a produção de tomate em sistema orgânico, Souza (2010) indica o uso de sistema de irrigação por gotejamento, por molhar apenas o solo em torno da planta e não molhar as folhas como ocorre com o sistema de irrigação por aspersão, pois a manutenção da folha úmida do tomateiro predispõe a planta a doenças foliares.

Segundo Tiveli (2015), a irrigação por gotejamento é a mais indicada por permitir a conciliação da irrigação com o controle de plantas espontâneas.

A fertirrigação pode ser considerada uma forma de adubação adequada aos sistemas orgânicos, uma vez que, segundo o artigo 96 da IN 46/2011, alterada pela IN 17/2014, a irrigação e a aplicação de insumos devem ser realizadas de forma a evitar desperdícios e poluição da água de superfície ou do lençol freático (BRASIL, 2014).

Na agricultura orgânica, quando se realiza a fertirrigação, não é possível utilizar os mesmos adubos químicos comumente recomendados para a fertirrigação nas hortaliças convencionais, pois somente é possível a utilização de insumos permitidos na IN 46/2011 atualizada pela IN 17/2014, a qual, em seu anexo V, estabelece as substâncias e produtos autorizados para uso como fertilizantes e corretivos em sistemas orgânicos de produção (BRASIL, 2014).

Silva et al. (2007) definem biofertilizantes líquidos como produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, na presença ou ausência de ar (processos aeróbicos ou anaeróbicos), com composição altamente variável e complexa, dependendo do material empregado, contendo quase todos os macro e micro elementos necessários à nutrição vegetal. Além disso, por ser um produto obtido da fermentação, com a participação de bactérias, leveduras e bacilos, quando aplicado devidamente, pode possuir também efeito fitohormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e repelência contra insetos. O uso continuado de biofertilizantes em aplicações foliares confere aos cultivos uma maior resistência aos patógenos e o uso em solo pode favorecer a maior riqueza de microorganismos e promover melhor disponibilidade de nutrientes para as raízes.

Entre os insumos permitidos na IN 17/2014, Souza (2010) considera o uso de biofertilizantes líquidos via solo uma alternativa muito eficiente para a adubação de cobertura do tomateiro em sistema orgânico. Este autor recomenda o preparo dos biofertilizantes utilizando-se materiais orgânicos ricos em nitrogênio e potássio,

como farelos de soja e cacau, torta de mamona ou planta de mamona triturada, cinza vegetal, dentre outros. Neste caso recomenda fazer aplicações semanais a partir dos 30 dias de plantio, até a fase de frutificação, na base de 200 mL por planta, o qual poderá ser distribuído manualmente com regador, por bombeamento ou por redes de fertirrigação, a qual exige uma filtragem bem feita para evitar entupimentos dos equipamentos.

Nos últimos dez anos, vários autores têm comprovado os efeitos benéficos dos biofertilizantes empregados via solo na melhoria do desenvolvimento das plantas (TESSEROLI NETO, 2006; LUDKE, 2009; ALBUQUERQUE et al., 2011; MEDEIROS et al., 2011; PEREIRA et al., 2011; MOREIRA, 2012).

Albuquerque et al. (2011) constataram que a aplicação de biofertilizantes Hortibio 1 e Hortibio 2, desenvolvidos pela EMBRAPA Hortaliças, através da fertirrigação, aumentaram a produção e o número de frutos de tomate híbrido Pérola, cultivado em sistema orgânico em ambiente protegido comparado à aplicação via pulverização foliar, obtendo-se, como melhor resultado, produtividade de 75,5 t ha⁻¹ de frutos comerciais. O biofertilizante Hortibio 1 apresenta como ingredientes: 2 litros de inoculante; 2,2 kg de farinha de sangue; 8,9 kg de farelo de arroz; 2,2 kg de farelo de mamona; 4,5 kg de farinha e ossos; 2,2 kg de sementes trituradas; 2,2 kg de cinzas; 1,1 kg de rapadura ou açúcar mascavo; 1,1 kg de fubá de milho; e 177 litros de água. Esse biofertilizante apresentou relação molar N/K aproximada de 2,0; e o Hortibio 2 é uma modificação do Hortibio 1 em que se variou a quantidade de alguns ingredientes visando reduzir a relação molar N/K; embora neste experimento não observaram diferença entre os biofertilizantes Hortibio 1 e Hortibio 2.

Gomes Júnior (2011) estudaram os efeitos de duas doses de fungo micorrízico arbuscular e três doses de biofertilizantes, no desenvolvimento e produtividade do tomateiro cereja. A aplicação do biofertilizante líquido e a inoculação com o fungo micorrízico promoveram o aumento da biomassa e da produtividade.

Medeiros et al. (2011) avaliaram a influência da salinidade da água de irrigação no crescimento inicial do tomate cereja em solo não salino, sem ou com dois tipos de biofertilizantes bovino, sendo um comum e outro enriquecido com leite, melão e gesso agrícola. Os biofertilizantes foram aplicados uma única vez, dois dias antes da semeadura, a nível de 10% do volume do substrato. Os biofertilizantes proporcionaram maior crescimento das plantas em relação ao solo sem os respectivos insumos, independentemente do nível de salinidade da água; sendo que

dentre os biofertilizantes, o enriquecido foi mais eficiente na redução dos efeitos depressivos dos sais das águas de irrigação às plantas.

Pereira et al. (2011) avaliaram, em casa de vegetação, os efeitos nutricionais de um biofertilizante formulado a partir de co-produtos da mamoneira sobre o crescimento inicial e acúmulo de matéria seca do tomateiro. Os tratamentos constaram de seis concentrações de biofertilizante/mamona e duas épocas de aplicação. O crescimento inicial das plantas, representado pelas variáveis altura de planta, diâmetro de caule e as matérias secas da parte aérea e de raiz, aumentaram com a concentração de biofertilizante/mamona em aplicações mais frequentes no solo. Estes autores concluíram que o biofertilizante/mamona pode ser usado como fonte de nutrientes para o tomateiro e possivelmente outras culturas, com importância não só na nutrição vegetal, mas no aproveitamento de restos culturais da mamoneira.

Moreira (2012) avaliou cinco relações de N e K, sobre a nutrição e a produção, em duas cultivares de tomate, em campo, em duas épocas de cultivo, com seis tratamentos compostos por cinco proporções de dois biofertilizantes, sendo o Bio 06 mais rico em nitrogênio e o Bio 09 mais rico em potássio e uma testemunha. A aplicação da solução com biofertilizantes iniciou-se aos quinze dias após o transplante, 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 com o híbrido San Vito e 20 e 40 mL, no Experimento II com o Híbrido Tyna. A autora observou que as relações N:K afetaram significativamente a massa de matéria seca das folhas, hastes e total, sendo os melhores tratamentos, 50% de Bio 6 e 50% de Bio 9 para a produção de folhas e 100% de Bio 06 e 0% de Bio 09 para a produção total, não obtendo diferença entre os tratamentos para a produção de frutos.

A composição química e microbiológica dos biofertilizantes podem ser altamente complexa e variável, de acordo com o modo de preparo (TESSEROLI NETO, 2006), com os ingredientes utilizados na sua elaboração (SILVA et al, 2007), bem como podem variar ao longo do tempo de fermentação (MARROCOS et al, 2012).

De uma forma geral, não há formulação padrão para o preparo dos biofertilizantes, por isso receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos (MARROCOS et al, 2012).

2 CAPÍTULO 1

2.1 Título: Curva de crescimento e absorção de macronutrientes do tomateiro híbrido Débora Victory cultivado em sistema orgânico

2.2 Autores: Luciana Gomes de Almeida, Antônio Ismael Inácio Cardoso, Hélio Grassi Filho e Maria Márcia Pereira Sartori

2.3 Resumo

Objetivou-se com esta pesquisa estudar a curva de crescimento e absorção de nutrientes do tomateiro 'Débora Victory', cultivado em sistema orgânico a campo, em Itápolis-SP. Os tratamentos foram constituídos por nove épocas de amostragem, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante (DAT) realizado em 01/04/2014. As plantas atingiram acúmulo estimado de massa seca e fresca total na última coleta de 550,2 e 9.528,2 g planta⁻¹, respectivamente. Ao final do ciclo, a distribuição da massa seca foi de 73% nos frutos, 12 % nas folhas+ inflorescências e 11% no caule. A produtividade de frutos frescos totais foi estimada em 154,7 t ha⁻¹, em uma população de 19.047 plantas ha⁻¹. A ordem decrescente do acúmulo total de nutrientes foi K > N > Ca > P > S > Mg, com valores estimados de 22,6; 10,4; 5,0; 2,3; 2,1 e 1,6 g planta⁻¹, respectivamente, 431; 198; 95; 44; 40 e 30 kg ha⁻¹, de K, N, Ca, P, S e Mg, respectivamente. A ordem decrescente do acúmulo de nutrientes nos frutos foi K > N > P > S > Mg > Ca, com valores estimados de 16,6; 8,4; 1,7; 0,8; 0,7 e 0,2 g planta⁻¹, respectivamente, o que correspondeu a uma extração estimada total de 315; 153; 32; 16; 14 e 3 kg ha⁻¹, de K, N, P, S, Mg e Ca, respectivamente. Na última coleta, o maior acúmulo de N, P e K ocorreu nos frutos e de Ca, S e Mg na parte vegetativa (caule+folhas+ inflorescências).

Palavras chave: *Solanum lycopersicum* L.. Acúmulo de nutrientes. Agricultura orgânica.

2.4 Abstract

The objective of this research was to study the growth curve and nutrients absorption in tomato 'Débora Victory', grown in organic system field in Itápolis-SP. The treatments consisted of nine sampling times at 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 and 137 days after transplanting (DAT) held on 04.01.2014. The plants reached estimated dry and total fresh weight in the last sampling of 550.2 and 9528.2 g plant⁻¹, respectively. At the end of the cycle, the distribution of dry matter was 73% in the fruits, 12% in leaves and inflorescences and 11% in stem. The fresh total fruit yield was estimated in 154.7 t ha⁻¹, in a population of 19 047 plants ha⁻¹. The descending order of total nutrient accumulation was K > N > Ca > P > S > Mg, with values estimates of 22.6; 10.4; 5.0; 2.3; 2.1 and 1.6 g plant⁻¹, respectively, which corresponds to an estimated total extraction of 431; 198; 95; 44; 40 and 30 kg ha⁻¹ of K, N, Ca, P, S and Mg, respectively. The decreasing order of accumulation of nutrients in the fruits was K > N > P > S > Mg > Ca, with estimates values of 16.6; 8.4; 1.7; 0.8; 0.7 and 0.2 g plant⁻¹, respectively, which corresponds to an estimated total extraction of 315; 153; 32; 16; 14 and 3 kg ha⁻¹ of K, N, P, S, Mg and Ca, respectively. In the last collection, the greater accumulation of N, P, K occurred in fruits and Ca, Mg and S in the vegetative parts (stem + leaves + inflorescences).

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.. Accumulation of nutrients. Organic agriculture.

2.5 Introdução

Entre as principais culturas produzidas mundialmente, em 2013, o tomate ocupou a 11ª posição com um total de 163,4 milhões de toneladas e valor bruto de 96,3 bilhões de dólares. A produção de tomate cresceu mais de 100% nos últimos 20 anos (FAOSTAT, 2016). Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o crescimento do consumo em função do sabor, aroma, textura, elevado valor nutricional e facilidade de preparo dos seus frutos; os quais, quando maduros, possuem licopeno, pigmento vermelho que apresenta propriedades anticancerígenas (ALVARENGA e COELHO, 2013).

Na cultura do tomateiro o uso de inseticidas químicos tem sido a principal tática de controle das pragas (MICHEREFF FILHO et al., 2012). Entretanto, o uso indiscriminado de agrotóxicos tem ocasionado vários problemas de ordem econômica, ambiental e social (LATORRACA et al., 2008; MICHEREFF FILHO et al., 2012; VILELA et al., 2012; ANVISA, 2013; CARVALHO e BARBOSA, 2013), perdendo a vantagem anticancerígena do consumo dos frutos, pois é comprovado que os agrotóxicos podem induzir ao câncer (IARC, 2015).

O cultivo do tomate em sistema orgânico, o qual utiliza métodos ecológicos para o controle das pragas e doenças (SOUZA, 2010), tem apresentado vantagens sobre o sistema convencional pelo maior retorno econômico ao produtor (MELO e SILVA, 2012; SOUZA e GARCIA, 2013), proteção ao meio ambiente e produção de frutos com melhor qualidade, levando sabor, saúde, segurança alimentar e nutricional ao consumidor (NASSUR, 2009; NASCIMENTO et al., 2013).

Para obtenção de bons resultados em sistemas orgânicos, um princípio básico é a realização de adubação que leve ao equilíbrio nutricional das plantas e resulte em uma produtividade ótima, a qual é alcançada através de uma melhor relação custo/benefício, ou seja, obtenção de uma produtividade máxima possível com o uso equilibrado de insumos para o manejo da adubação, pragas e doenças (KHATOUNIAN, 2001).

A “Teoria da Trofobiose”, formulada por Chaboussou (1987), fundamenta as práticas de manejo para obtenção do equilíbrio nutricional das culturas. Experimentos, baseados nessa teoria, mostraram que em excesso, as adubações com N, K, Ca e Mg e os agrotóxicos podem causar desequilíbrios metabólicos nas plantas, tornando-as susceptíveis às pragas e doenças.

Curvas de acúmulo de nutrientes mostram a necessidade de nutrientes em cada etapa de desenvolvimento da planta, sendo importantes para a recomendação de adubação (BASTOS et al., 2013). Ressalta-se que estas curvas refletem o que a planta necessita de acordo com seu genótipo, e não o que deve ser aplicado diretamente, uma vez que se deve considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que é variável também segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, o nutriente considerado, entre outros fatores (FAGERIA, 1998).

A adubação das culturas segundo a curva de absorção de nutrientes levará ao equilíbrio nutricional da planta, sem falta ou excesso (FURLANI e PURQUERIO, 2010), o que é preconizado na teoria da trofobiose, reduzindo a susceptibilidade da planta às pragas e doenças (SOUZA, 2010, ALMEIDA, 2011; QUEIROZ, 2011), o que é importante para maior sustentabilidade, eficiência e redução de custos tanto de sistemas de produção convencionais quanto orgânicos. Contudo, essas informações são ainda bastante limitadas, principalmente no sistema orgânico de produção.

Objetivou-se com esta pesquisa obter a curva de crescimento e de absorção de nutrientes do híbrido de tomate Débora Victory, cultivado em sistema orgânico a campo.

2.6 Material e Métodos

As plantas utilizadas nesta pesquisa foram cultivadas no Sítio Paraíso, no município de Itápolis-SP, latitude 21° 21' S, longitude 48° 28' W, altitude de 485 m, caracterizado por clima tropical, com inverno seco (CEPAGRI, 2014). A propriedade é certificada como “orgânica” pela certificadora IBD desde 2000. O produtor, Anésio José dos Santos, possui mais de 10 anos de experiência com a produção comercial de tomate em sistema orgânico.

Foi estudado o tomateiro híbrido Débora Victory (tipo Santa Cruz), com crescimento indeterminado, cultivado em campo aberto, tutorado, com condução de uma haste por planta.

A semeadura foi realizada em 26/02/2014 e o transplante em 01/04/2014, com uma linha por canteiro, no espaçamento de 1,50 x 0,35 m, num total de 2.920

plantas, distribuídas em 15 canteiros de 68,13 m, ocupando uma área total de 1.533 m²; correspondente a uma população de 19.047 plantas ha⁻¹.

O transplante do tomate foi realizado em rotação com sorgo, o qual foi cultivado como adubação verde, no período de outubro/2013 a janeiro/2014. Após a incorporação do sorgo, em 20/01/2014, foram coletadas amostras compostas de solo, de acordo com metodologia estabelecida por Raij et al. (1996), na profundidade de 0-20 cm, as quais foram secas ao ar, sob temperatura ambiente, e foram encaminhadas para o Laboratório de Solos da Agrimonte, Monte Alto-SP. A análise química indicou: pH_(CaCl₂) = 6,9; matéria orgânica = 22 g dm⁻³; H⁺+Al³⁺ = 11 mmol_cdm⁻³; K⁺ = 2,8 mmol_c dm⁻³; P_{resina} = 271 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 52 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 11 mmol_cdm⁻³; SB = 65,8 mmol_c dm⁻³; CTC = 76,8 mmol_c dm⁻³ e V% = 86.

Segundo o critério de Alvarenga et al. (2013), o solo apresentava teores de pH e macronutrientes dentro ou acima da faixa ideal, com exceção da matéria orgânica (MO), que estava abaixo da faixa ideal para o cultivo de tomate fertirrigado.

Com objetivo de elevar o teor de matéria orgânica, foi realizada adubação de plantio com 20 t ha⁻¹ de composto biodinâmico, 15 dias antes do transplante das mudas. A produção do composto biodinâmico foi elaborada ao final de 2013, e seguiu os procedimentos indicados por Almeida (2010), usando como ingredientes gramíneas roçadas e esterco bovino leiteiro. Também foi aplicado sobre os canteiros o preparado biodinâmico chifre-esterco (500), uma semana antes do transplante das mudas, de acordo com a metodologia recomendada por Almeida (2010), a fim de melhorar a atividade biológica do solo e favorecer o bom desenvolvimento do sistema radicular da muda de tomate após o transplante.

O sistema de irrigação foi composto por 2 linhas de gotejamento por canteiro, sendo uma a cada lado da linha de tomate. Foi utilizado filme plástico, dupla face (preto/prata) como cobertura dos canteiros (“mulching”) e, entre os canteiros, foram distribuídas cobertura morta de palha oriunda da roçada de gramíneas, ambos visaram o controle de plantas invasoras e conservação da umidade do solo.

A adubação de cobertura foi realizada com a aplicação de biofertilizantes através da fertirrigação, com aplicação de dosagens variadas, de acordo com a observação da arquitetura e coloração das folhas, diâmetro das hastes, formato e enchimento dos frutos.

A receita dos biofertilizantes usados pelo produtor foram:

- a) Bio K (biofertilizante rico em K): em um tambor de 200 litros, foram colocados 6 kg de farinha de ossos, 13,5 kg de sulfato de K, 6 kg de calcário de conchas, 12 kg de farelo de arroz, 6 litros de melação, 3 litros de leite, 1,5 litros de calda de microorganismos e completou-se o volume do tambor com água até atingir 200 litros;
- b) Bio N-TM (biofertilizante rico em N, feito a base de torta de mamona): em um tambor de 200 litros, foram colocados 27 kg de torta de mamona, 3 litros de melação, 3 litros de calda de microorganismos e completou-se o volume do tambor com água até atingir 200 litros;
- c) Bio N-EG (biofertilizante rico em N, feito a base de esterco de galinha): em um tambor de 200 litros, foram colocados 27 kg de esterco de galinha poedeira, 3 litros de melação, 3 litros de calda de microorganismos e completou-se o volume do tambor com água até atingir 200 litros;
- d) Bio N-FS (biofertilizante rico em N, feito a base de farinha de sangue): em um tambor de 200 litros, foram colocados 27 kg de farinha de sangue, 3 litros de melação, 3 litros de calda de microorganismos e completou-se o volume do tambor com água até atingir 200 litros.

Para caracterização destes biofertilizantes utilizados, foi coletada uma amostra de cada um após aproximadamente 15 dias da sua elaboração no Sítio Paraíso, os quais foram encaminhados para o Laboratório de Fertilizantes e Corretivos da UNESP/FCA para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, de acordo com os procedimentos estabelecidos por Brasil (2014), sendo obtidos os seguintes valores: bio K: 0,5; 7,0; 16,0; 0,6; 0,4; 7,0 g L⁻¹; bio N – TM: 1,0; 0,5; 1,3; 0,5; 0,4; 0,1 g L⁻¹; bio N – EG: 1,4; 1,3; 2,0; 0,6; 0,2; 0,2 g L⁻¹; bio N – FS: 1,4; 0,4; 0,3; 0,3; ND, 0,1 g L⁻¹; de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

No período de 32 a 60 dias após o transplante (DAT) foram aplicados 2.971 litros ha⁻¹ do Bio K, dos 46 aos 109 DAT 5.143 litros ha⁻¹ de Bio N – TM, dos 91 aos 109 DAT 3.331 litros ha⁻¹ de Bio N – EG e dos 109 aos 137 DAT 4.078,91 litros ha⁻¹ de Bio N – FS, o que correspondeu a aplicação total de 17, 29, 62, 8, 4 e 22 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, através da fertirrigação.

O controle de pragas e doenças foi realizado de forma preventiva e curativa, conforme ocorrência, utilizando-se o receituário permitido para uso na agricultura orgânica.

Para a obtenção da curva de crescimento e de absorção de macronutrientes, os tratamentos foram constituídos por nove épocas de amostragem das plantas aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 DAT.

Aos 2 DAT foram coletadas 14 mudas e foram avaliadas as massas fresca e seca da parte aérea, e análise dos teores de macronutrientes.

Aos 32 DAT foram coletadas quatro plantas (4 repetições de 1 planta) e foram avaliadas a massa fresca, massa seca e análise dos teores dos macronutrientes de duas partes: da junção das folhas + inflorescências e do caule.

Aos 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 DAT foram coletadas quatro plantas (4 repetições de 1 planta) e foram avaliados a massa fresca, massa seca e análise dos teores dos macronutrientes de três partes: da junção das folhas + inflorescências, do caule e dos frutos.

Foi feita a medida do comprimento da haste principal quando as plantas tiveram a poda apical aos 109 DAT.

Em cada data de coleta, as plantas amostradas, sem as raízes, foram colocadas em sacos plásticos dentro de uma caixa de isopor com gelo e transportadas no mesmo dia de Itápolis-SP para Botucatu-SP, quando foram pesadas com balança digital, para avaliação da massa fresca.

Em seguida, as amostras foram lavadas com água corrente, depois deixadas por 1 minuto de molho em água filtrada, e depois novamente de molho por mais 1 minuto em água destilada, em seguida secas ao ar sobre papel toalha e colocadas em saco de papel pardo, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C por 3 a 5 dias, até atingir massa constante. As plantas secas foram pesadas em balança digital para medida da massa seca, com precisão de 0,1g. Depois, as amostras secas foram moídas em moinho de aço inoxidável, tipo Willey, peneiradas e armazenadas em sacos de papel em câmara seca (20° C e 40% de umidade relativa).

Para cada momento de amostragem, as amostras de folhas mais inflorescências foram misturadas previamente e compuseram uma amostra composta identificada como folhas + inflorescências.

Ao final da coleta de plantas de todas as épocas/datas, as amostras das folhas + inflorescências, caule e frutos foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UNESP/FCA, para avaliação dos teores dos macronutrientes. A determinação do teor de N total foi realizada pelo método de digestão sulfúrica,

enquanto que de P, K, Ca, Mg e S pelo método de digestão nítrico-perclórica, ambos métodos descritos por Malavolta (2006). As quantidades dos nutrientes acumulados foram obtidas pela proporcionalidade do teor de cada nutriente pela massa seca da amostra.

Com as médias e desvios padrões de massa fresca e seca das folhas + inflorescências, caule e frutos, e as quantidades de macronutrientes foram obtidas as curvas de crescimento e de absorção dos macronutrientes, utilizando-se o software Origin Pro 8, as quais foram comparadas com as curvas de crescimento padrão obtidos em revisão bibliográfica.

Foi elaborada uma tabela para comparação da extração de macronutrientes por área a partir da multiplicação da extração convertida em kg planta^{-1} pelo número de plantas ha^{-1} nesta pesquisa e as informadas pelos autores comparados.

Para comparação da relação da extração total de macronutrientes por tonelada de fruto produzido, foi elaborada uma tabela, a partir da divisão da extração total em kg ha^{-1} pela produtividade em t ha^{-1} nesta pesquisa e as informadas pelos autores comparados.

Por fim, para comparação da relação do conteúdo total de macronutrientes em cada tonelada de fruto produzido, foi elaborada uma tabela, a partir da divisão da extração dos frutos em kg ha^{-1} pela produtividade em t ha^{-1} nesta pesquisa e as informadas pelos autores comparados.

2.7 Resultados e Discussão

2.7.1 Curva de crescimento

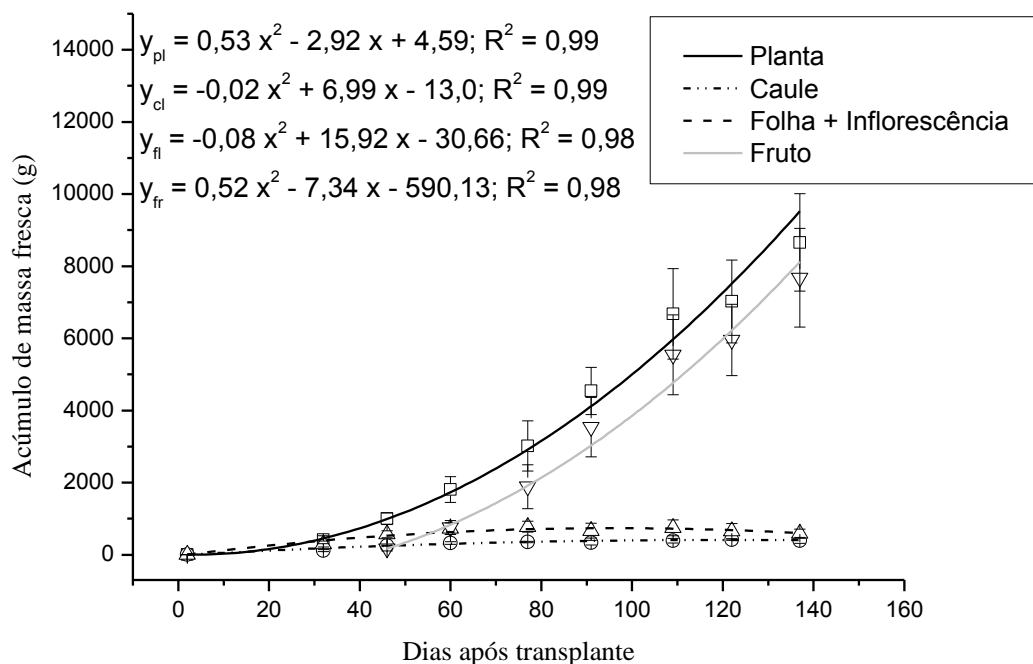
O acúmulo de massa fresca no caule foi contínuo até os 122 DAT quando alcançou um máximo estimado em $411,9 \text{ g planta}^{-1}$, reduzindo pouco até o valor de $405,1 \text{ g planta}^{-1}$ no final do ciclo, aos 137 DAT (Figura 1). Contudo, observou-se aumento contínuo da massa seca de caule até o final do ciclo, com máximo acúmulo estimado em $63,4 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT (Figura 2).

A taxa diária de acúmulo de massa seca no caule foi crescente ao longo do ciclo, chegando a $0,5 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT), apesar deste valor ter sido praticamente constante a partir dos 109 DAT (Tabela 1), quando as plantas tiveram poda apical e encontravam-se com 242,6 cm. Contudo, a taxa

diária de acúmulo de massa fresca no caule foi decrescente ao longo do ciclo, chegando a $-0,5 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT), o que indica que a taxa de perda de água na massa fresca seja maior do que o ganho de massa seca ao longo do desenvolvimento da planta.

A massa fresca das folhas+inflorescências alcançou o máximo estimado de $736,5 \text{ g planta}^{-1}$ aos 96 DAT (Figura 1), depois reduzindo até o valor de $600,1 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT. Observou-se aumento constante de massa seca das folhas+inflorescências até os 116 DAT, com máximo estimado em $90,1 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 2), mantendo-se praticamente constante até o final do ciclo.

Figura 1 – Acúmulo de massa fresca total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014

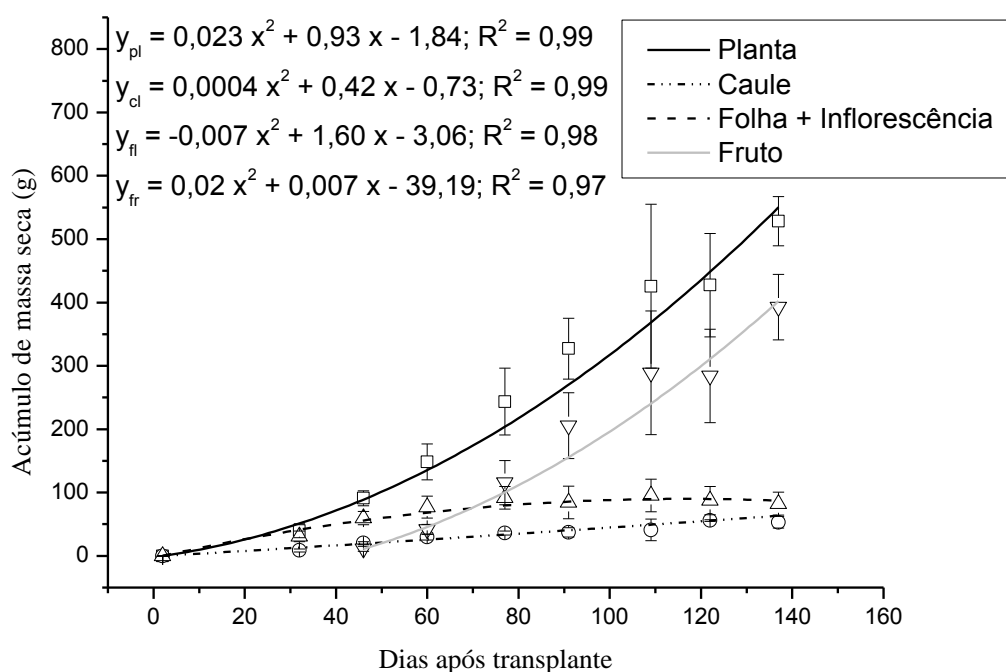


O acúmulo diário de massa seca e fresca das folhas+inflorescências foi decrescente ao longo do ciclo, passando de $1,4$ e $13,1 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no primeiro período (2 - 32 DAT) para $-0,2$ e $-5,5 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 - 137 DAT), respectivamente (Tabela 1). O valor negativo nos últimos 14 e 45 dias, respectivamente para massa seca e fresca, deve-se provavelmente à perda de água pelas folhas verdes, à translocação de nutrientes das folhas (fonte) para os frutos

(drenos), bem como o fato de que a partir de 109 DAT foi feita a poda apical, impedindo a formação de novas folhas, assim como foi realizada desbrota dos brotos laterais ao longo de todo o ciclo, deixando-se apenas a haste principal.

Quanto aos frutos, observa-se aumento da massa seca e fresca ao longo de todo o ciclo, atingindo máximo estimado em 402,1 e 8.123,2 g planta⁻¹, respectivamente, no final do ciclo aos 137 DAT (Figuras 1 e 2). Também houve acúmulo diário crescente de massa seca e fresca, passando de 0,8 e 12 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período avaliado (33 - 46 DAT) para 6,1 e 126,8 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 - 137 DAT), respectivamente (Tabela 1).

Figura 2 – Acúmulo de massa seca total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no Tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014



O acúmulo de massa seca e fresca em toda planta acompanhou a tendência dos frutos, com máximo estimado em 550,2 e 9.528,2 g planta⁻¹, respectivamente, ao final do ciclo aos 137 DAT (Figuras 1 e 2). Assim como observado para os frutos, o acúmulo diário de massa seca e fresca total foi crescente, passando de 1,7 e 15,1 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período avaliado (2 - 32 DAT) para 6,8 e 134,0 g planta⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, no último período (123 - 137 DAT) (Tabela 1).

Tabela 1 – Acúmulo diário estimado de massa seca e fresca pelo caule, folha + inflorescência, frutos e planta (total) do tomateiro ‘Débora Victory’ no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, conforme cada intervalo entre coletas – Itápolis-SP - 2014

Período (DAT)	Caule		Folha + inflorescência		Fruto		Planta	
	Massa seca	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca	Massa seca	Massa fresca
	g planta^{-1}							
2 - 32	0,4	6,0	1,4	13,1			1,7	15,1
33 - 46	0,5	4,8	1,1	9,5	0,8	12,0	2,7	38,3
47 - 60	0,5	3,9	0,8	7,2	2,5	47,6	3,3	53,1
61 - 77	0,5	3,1	0,7	4,6	3,2	63,6	4,0	69,5
78 - 91	0,5	2,2	0,5	2,0	4,0	79,7	4,7	85,9
92 - 109	0,5	1,2	0,2	-0,6	4,7	96,2	5,5	102,8
110 - 122	0,5	0,4	0,0	-3,2	5,4	112,3	6,2	119,2
123 - 137	0,5	-0,5	-0,2	-5,5	6,1	126,8	6,8	134,0

Fayad et al. (2001) também observaram no tomateiro ‘Santa Clara’, cultivado a campo em sistema convencional, conduzidos com 2 hastes, acúmulo de massa seca contínuo, atingindo o valor máximo de $406,3 \text{ g planta}^{-1}$ aos 120 DAT, quando as plantas atingiram 146 cm de altura.

Prado et al. (2011) também relataram que os aumentos da massa seca foram contínuos nas folhas, caule, raízes e frutos em plantas do tomateiro ‘Raísa’, cultivados em sistema hidropônico, aos 85 DAT.

Em trabalhos realizados por Purquerio et al. (2016) com os híbridos Dominador e Serato, cultivados em sistema convencional, plantas de cerca de 2 m de altura, condução com 2 hastes, em uma população de $13.333 \text{ plantas ha}^{-1}$, foram relatados valores de massa fresca total de $12.332,0$ a $14.431,5 \text{ g planta}^{-1}$ e massa seca total de $773,8$ e $871,4 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente, aos 154 DAT.

A diferença das massas fresca e seca total por planta obtidas nesta pesquisa, em comparação aos autores citados, podem estar relacionadas à diferença de genótipos, ao sistema de produção, à densidade de plantio e/ou ao tipo de condução com uma ou duas hastes, mostrando a importância de se descrever detalhadamente o manejo das plantas.

Os frutos constituíram o principal dreno da planta, correspondendo a 73% da matéria seca ao final do ciclo, aos 137 DAT, seguido das folhas + inflorescências com 16% e caule com 11%.

Por sua vez, Fayad et al. (2001) relataram que os frutos constituíram 51% do total da massa seca produzida pela planta aos 120 DAT, seguida de 35% das folhas + cachos e 14% no caule, estudando a cultivar Santa Clara. Purquerio et al. (2016)

obteve distribuição de 61,7 e 53,7 % de matéria seca nos frutos e 38,3 e 46,3 % na parte vegetativa, respectivamente nos híbridos Dominador e Serato, aos 154 DAT. Prado et al. (2011), ao final do ciclo do tomateiro 'Raísa', obtiveram 45% do total de matéria seca nos frutos, seguido de 27% nas folhas, 24% no caule e 3% nas raízes.

O valor de massa fresca total de frutos obtido pelo tomateiro 'Débora Victory' nesta pesquisa foi maior do que o valor de 5.763,7 g planta⁻¹ encontrado por Tamiso (2005) para o tomateiro híbrido Sahel e 4.606,3 g planta⁻¹ para o híbrido San Vito, em sistema orgânico. Os valores superiores obtidos na presente pesquisa em relação aos resultados obtidos por Tamiso (2005) podem estar relacionados à diferença de genótipos, solo e manejo, inclusive diferenças de adubação orgânica realizada.

Nos trabalhos realizados por Purquerio et al. (2016), o acúmulo de massa fresca dos frutos nos híbridos Dominador e Serato, iniciaram aos 42 DAT e alcançaram valor máximo de 9.890,8 e 11.938,2 g planta⁻¹, respectivamente, e valor máximo de massa seca de 415,4 e 537,2 g planta⁻¹, respectivamente, aos 154 DAT.

As menores massas fresca e seca total de frutos obtidas nesta pesquisa em relação aos obtidos por Purquerio et al. (2016) também podem estar relacionadas à diferença de genótipos, ao sistema de produção orgânico, à maior densidade de plantio (19.047 plantas ha⁻¹) e/ou ao tipo de condução com uma haste.

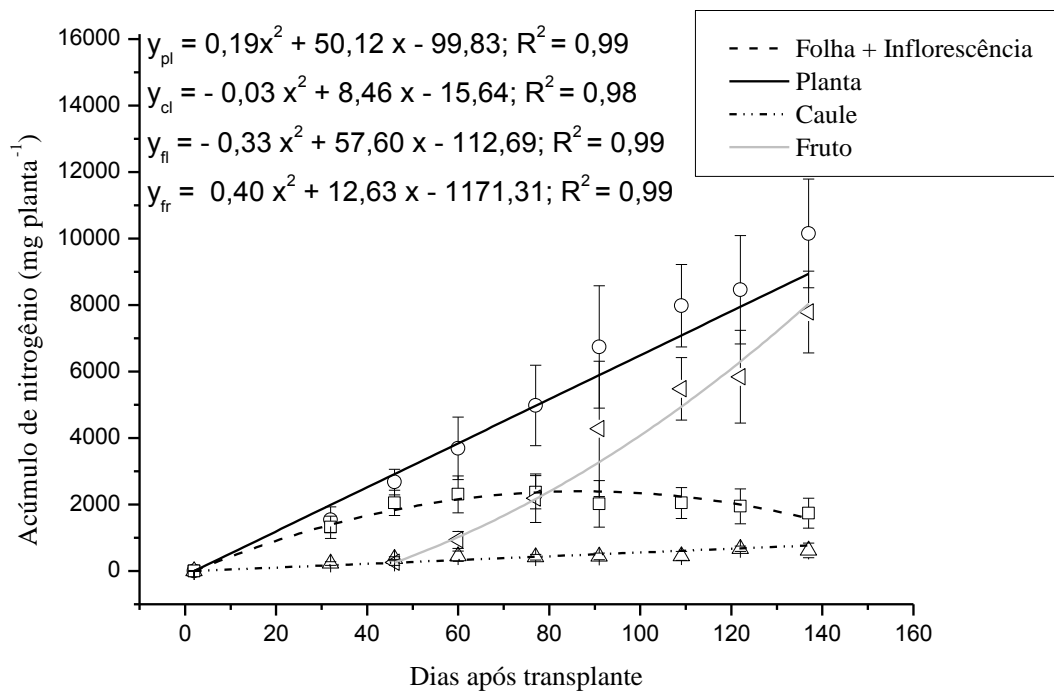
Considerando população de 19.047 plantas ha⁻¹, estima-se produtividade de 154,7 t ha⁻¹ de frutos frescos totais, o que pode ser considerada uma ótima produtividade comparando-se com outros tomateiros cultivados em sistemas orgânicos para consumo "in natura". Por exemplo, Albuquerque et al. (2011) obtiveram como melhor resultado 94,7 t ha⁻¹ de frutos totais e 77,4 t ha⁻¹ de frutos comerciais de tomate orgânico.

No trabalho de Purquerio et al. (2016) realizado em sistema convencional, com uma população de 13.333 plantas ha⁻¹, obtiveram produtividade total de frutos de 131,9 e 158,7 t ha⁻¹ para os híbridos Dominador e Serato, respectivamente. Comparando-se com estes resultados, a produtividade de 154,7 t ha⁻¹ obtida nesta pesquisa em sistema orgânico, considerando a condução com haste única, uma vez compensado com maior número de plantas ha⁻¹, pode ser considerada maior ou semelhante aos resultados obtidos por estes autores em sistema convencional.

2.7.2 Curva de absorção de macronutrientes

No caule observou-se aumento no acúmulo de N até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de 0,6 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 3).

Figura 3 – Acúmulo de N total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014



No entanto, o aumento deste acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo, sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário de 0,008 g planta⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 2). No último período (123 a 137 DAT) estimou-se acúmulo diário de N no caule de apenas 0,001 g planta⁻¹ dia⁻¹.

Gargantini e Blanco (1963) observaram aumento crescente no caule do tomateiro ‘Santa Cruz 1639’ até os 100 dias após a germinação (DAG), ocorrendo decréscimos deste ponto em diante até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de N no caule até os 85 DAT, em estudo realizado com o tomateiro ‘Raísa’.

Tabela 2 – Acúmulo diário estimado de N, P e K pelas plantas do tomateiro ‘Débora Victory’ no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, conforme cada intervalo entre coletas – Itápolis-SP - 2014

DAT	Caule			Folha + inflorescência			Fruto			Planta*		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
g planta ⁻¹ dia ⁻¹												
2 - 32	0,008	0,002	0,031	0,046	0,007	0,061				0,057	0,010	0,085
33 - 46	0,006	0,002	0,024	0,032	0,005	0,042	0,018	0,004	0,033	0,065	0,013	0,119
47 - 60	0,006	0,002	0,020	0,023	0,004	0,030	0,055	0,012	0,111	0,071	0,015	0,142
61 - 77	0,005	0,003	0,016	0,012	0,003	0,017	0,067	0,014	0,138	0,077	0,017	0,166
78 - 91	0,004	0,002	0,012	0,002	0,001	0,004	0,080	0,017	0,164	0,083	0,019	0,190
92 - 109	0,003	0,003	0,007	-0,009	-0,000	-0,009	0,092	0,019	0,191	0,089	0,021	0,216
110 - 122	0,002	0,002	0,003	-0,019	-0,003	-0,023	0,105	0,022	0,218	0,095	0,023	0,240
123 - 137	0,001	0,002	-0,001	-0,028	-0,003	-0,034	0,116	0,024	0,241	0,100	0,025	0,262

* Planta inteira (sem as raízes).

Nas folhas + inflorescências, observou-se aumento no acúmulo de N até os 87 DAT, com máximo estimado em 2,4 g planta⁻¹ (Figura 3), com decréscimo a partir desta data. Gargantini e Blanco (1963) também observaram uma absorção de N nas folhas crescente até os 90 DAG, decrescendo a partir deste ponto até o final do ensaio. Prado et al. (2011) também constataram incremento no acúmulo de N nas folhas até os 85 DAT.

Assim como para o caule, o período de maior acúmulo diário nas folhas+inflorescências foram nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,046 g planta⁻¹ dia⁻¹, sendo negativo nos últimos 3 períodos analisados (Tabela 2). Avalia-se que a redução no acúmulo de N nas folhas + inflorescências a partir dos 87 DAT seja devido a translocação para os frutos, o que está de acordo com Gargantini e Blanco (1963) e Lucena et al. (2013). Na planta o N, o P e o K são altamente móveis, sendo a redistribuição destes nutrientes pelo floema, se dirigindo das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos ou para os frutos em crescimento (MALAVOLTA, 2006).

A avaliação do acúmulo de N nos frutos iniciou aos 46 DAT e aumentou continuamente atingindo valor máximo de 8,0 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 3). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de 0,018 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período (33 a 46 DAT) para 0,116 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2). Gargantini e Blanco (1963) também

observaram que o acúmulo do N nos frutos foi sempre crescente, acompanhando o desenvolvimento da planta. Prado et al. (2011) também constataram incremento no acúmulo de N nos frutos até os 85 DAT.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de N ocorreu nos frutos (79%, 8,0 g planta⁻¹), seguido das folhas + inflorescências (15%, 1,6 g planta⁻¹) e caule (6%, 0,6 g planta⁻¹) (Figura 3). Aos 85 DAT, a porcentagem de N nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram respectivamente 49,4 e 9 %, o que foi semelhante aos resultados obtidos por Prado et al. (2011), que obtiveram a distribuição de N nos frutos, folhas, caule e raízes de 45, 40, 12 e 3 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de N nos frutos do que na parte vegetativa das plantas (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016).

Assim como nos frutos, observou-se aumento crescente do acúmulo total de N pela planta, passando de 0,057 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período (33 a 46 DAT) para 0,101 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2), atingindo ao final do ciclo (137 DAT) 10,4 g planta⁻¹ (Figura 3), mostrando a importância da disponibilidade deste nutriente até o final do ciclo.

Gargantini e Blanco (1963) verificaram ser o acúmulo de N constante na planta até os 120 DAG, quando se estabilizou. Prado et al. (2011) observaram haver incremento constante de N na planta inteira até os 85 DAT, sendo que, nesta ocasião, o acúmulo de N na planta inteira foi de 2,6 g planta⁻¹. Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado (10,4 g planta⁻¹, obtido neste estudo para extração de N na planta inteira (sem as raízes) com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo avalia-se que foi semelhante aos resultados de Fayad et al. (2002) aos 120 DAT, e foi menor do que os valores obtidos por Purquerio et al. (2016) aos 154 DAT (Tabela 3).

A extração estimada de 198 kg ha⁻¹ de N foi menor que os resultados obtidos Fayad et al. (2002) e Purquerio et al. (2016), que variaram de 236 a 264 kg ha⁻¹ de N (Tabela 4).

As plantas do tomateiro 'Débora Victory' também apresentaram menor extração de N para produzir uma tonelada de frutos (Tabela 5), demonstrando, neste caso, maior eficiência na utilização do N absorvido em relação aos tomates estudados por Gargantini e Blanco (1963), Fayad et al. (2002) e Purquerio et al. (2016).

Tabela 3 – Comparação do acúmulo estimado total de nutrientes por planta pelo tomateiro ‘Débora Victory’, cultivado em sistema orgânico, e outros tomateiros de crescimento indeterminado conduzidos em sistema convencional encontrados na literatura.

Cultivar ou Híbrido / Autor	K	N	Ca	P	S	Mg
	g planta ⁻¹					
Débora Victory	22,6	10,4	5,0	2,3	2,1	1,6
Santa Clara / Fayad et al. (2002)	18,0	10,3	10,1	1,6	2,4	1,5
Dominador / Purquerio et al. (2016)	27,9	17,7	11,5	2,3	5,1	3,1
Serato / Purquerio et al. (2016)	33,0	19,8	8,4	2,6	4,0	2,7

Tabela 4 – Comparação da extração total por ha de macronutrientes pelo tomateiro ‘Débora Victory’, cultivado em sistema orgânico, e outros tomateiros de crescimento indeterminado conduzidos em sistema convencional encontrados na literatura.

Cultivar ou Híbrido / Autor	População (plantas ha ⁻¹)	K	N	Ca	P	S	Mg
		kg ha ⁻¹					
Débora Victory	19.047	431	198	95	44	40	30
Santa Clara / Fayad et al. (2002)	20.000	360	206	202	32	49	29
Dominador / Purquerio et al. (2016)	13.333	372	236	153	31	68	41
Serato / Purquerio et al. (2016)	13.333	440	264	112	35	53	36

Tabela 5 – Comparação da relação da extração total de macronutrientes por t de fruto produzido pelo tomateiro ‘Débora Victory’, cultivado em sistema orgânico, e outros tomateiros de crescimento indeterminado conduzidos em sistema convencional encontrados na literatura.

Cultivar ou Híbrido / Autor	Produtividade (t ha ⁻¹)	K	N	Ca	P	S	Mg
		kg t ⁻¹ de frutos					
Débora Victory	154,7	2,8	1,3	0,6	0,3	0,3	0,2
Santa Cruz 1639/ Gargantini e Blanco (1963)	41,0	4,5	2,3	0,8	0,5	0,7	0,2
Santa Clara / Fayad et al. (2002)	94,8	3,8	2,2	2,1	0,3	0,5	0,3
Dominador / Purquerio et al. (2016)	131,9	2,8	1,8	1,2	0,2	0,5	0,3
Serato / Purquerio et al. (2016)	158,7	2,8	1,7	0,7	0,2	0,3	0,2

A menor absorção de N por planta, bem como a menor extração por área e por tonelada de fruto produzido pelo tomateiro ‘Débora Victory’ em relação aos trabalhos comparados (Tabelas 3, 4 e 5) pode ser atribuída, entre outros fatores, à diferença de genótipos, de condições ambientais e de solo, à condução com 1 haste e ao sistema de produção orgânico.

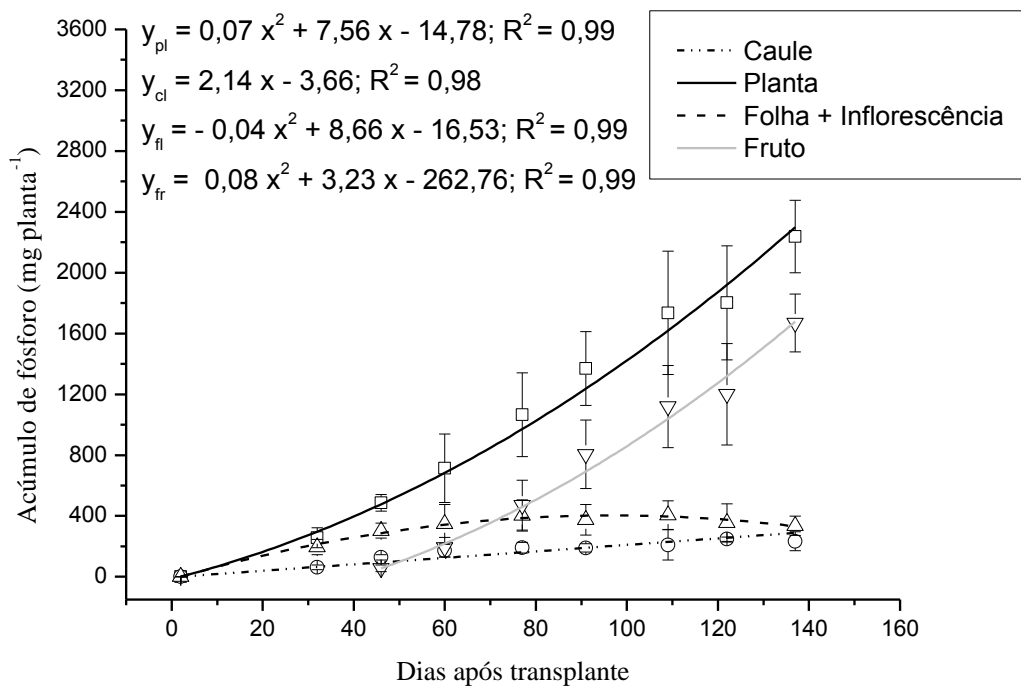
O híbrido Débora Victory apresentou semelhante riqueza de conteúdo de N (kg) por cada tonelada de frutos totais produzidos em relação aos resultados obtidos por Purquerio et al. (2016), que variaram de 1,0 a 1,1 kg t⁻¹ de N (Tabela 6).

Tabela 6 – Comparação da relação do conteúdo total de macronutrientes em cada t de fruto produzido pelo tomateiro ‘Débora Victory’, cultivado em sistema orgânico, e outros tomateiros de crescimento indeterminado conduzidos em sistema convencional encontrados na literatura.

Híbrido / Autor	K	N	Ca	P	S	Mg
	kg t ⁻¹ de frutos					
Débora Victory	2,0	1,0	< 0,1	0,2	0,1	0,1
Dominador / Purquerio et al. (2016)	1,7	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1
Serato / Purquerio et al. (2016)	2,0	1,1	0,1	0,2	0,1	0,1

Em relação ao P, no caule observou-se aumento no acúmulo até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de 0,3 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 4).

Figura 4 – Acúmulo de P total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP – 2014



O aumento deste acúmulo se manteve relativamente constante ao longo do ciclo, com taxa de acúmulo diário próximo de 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 2). Gargantini e Blanco (1963) observaram, contudo, que a absorção de fósforo no caule cresceu até os 90 DAG, depois decrescendo até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011), por sua vez, constataram incremento no acúmulo de P no caule até os 85 DAT.

Nas folhas + inflorescências, observou-se aumento no acúmulo de P até os 97 DAT, com máximo estimado em 0,4 g planta⁻¹ (Figura 4), com decréscimo a partir desta data. Gargantini e Blanco (1963) também observaram que a absorção de P cresceu nas folhas até os 90 DAG, depois decrescendo até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011) também constataram incremento no acúmulo de P nas folhas até os 85 DAT.

O período de maior acúmulo diário de P nas folhas + inflorescências foi nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,007 g planta⁻¹ dia⁻¹, sendo negativo nos últimos 3 períodos analisados (Tabela 2). Avalia-se que a redução no acúmulo de P nas folhas + inflorescências a partir dos 97 DAT seja devido a translocação para os frutos, o que está de acordo com Gargantini e Blanco (1963) e Lucena et al. (2013). Na planta o N, o P e o K são altamente móveis, sendo a redistribuição destes nutrientes pelo floema, se dirigindo das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos ou para os frutos em crescimento (MALAVOLTA, 2006).

A avaliação do acúmulo de P nos frutos iniciou aos 46 DAT e aumentou continuamente atingindo valor máximo de 1,7 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 4). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de 0,004 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período (33 a 46 DAT) para 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2). Também Gargantini e Blanco (1963) relataram que o acúmulo do P nos frutos foi sempre crescente, acompanhando o desenvolvimento da planta. Prado et al. (2011) também constataram incremento no acúmulo de P nos frutos até os 85 DAT.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de P ocorreu nos frutos (73%, 1,7 g planta⁻¹), seguido das folhas + inflorescências (14%, 0,3 g planta⁻¹) e caule (13%, 0,3 g planta⁻¹) (Figura 4). Aos 85 DAT, a porcentagem de P nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram respectivamente 51, 34 e 15%, o que foi diferente dos resultados obtidos por Prado et al. (2011), o qual obteve a distribuição de P nos frutos, folhas, caule e raízes de 38, 37, 23 e 2 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de P nos frutos do que na parte vegetativa das plantas (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016).

Assim como nos frutos, observou-se aumento crescente do acúmulo total de P pela planta, passando de 0,010 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período com frutos (33 a

46 DAT) para $0,025 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2), atingindo, ao final do ciclo (137 DAT), $2,3 \text{ g planta}^{-1}$, mostrando a importância da disponibilidade deste nutriente até o final do ciclo.

Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado obtido neste estudo para extração de P na planta inteira (sem as raízes) com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo (Tabela 3) avalia-se que foi maior do que os resultados de Fayad et al. (2002) e menor do que os obtidos por Purquerio et al. (2016).

Em estudo realizado por Prado et al. (2011), aos 85 DAT, o acúmulo de P na planta foi de $0,9 \text{ g planta}^{-1}$, enquanto que neste estudo no mesmo período foi maior, com valor estimado de $1,1 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 4).

Contudo, a extração estimada de 44 kg ha^{-1} de P pelo tomateiro 'Débora Victory', foi maior que todos os resultados obtidos Fayad et al. (2002) e Purquerio et al. (2016), que variaram de 31 a 35 kg ha^{-1} de P (Tabela 4).

Observou-se, nesta pesquisa com tomateiro 'Débora Victory', as plantas apresentaram maior extração de P para produzir uma tonelada de frutos (Tabela 5), em relação aos resultados de Purquerio et al. (2016), sendo por sua vez, menor do que os resultados obtidos por Gargantini e Blanco (1963) e semelhante aos obtidos por Fayad et al. (2002).

A diferença de absorção de P por planta, bem como a maior extração por área pelo tomateiro 'Débora Victory' em relação aos trabalhos comparados (Tabelas 3 e 4), pode ser atribuída, entre outros fatores, à diferença de genótipos, de condições ambientais e de solo, à condução com 1 haste e ao sistema de produção orgânico.

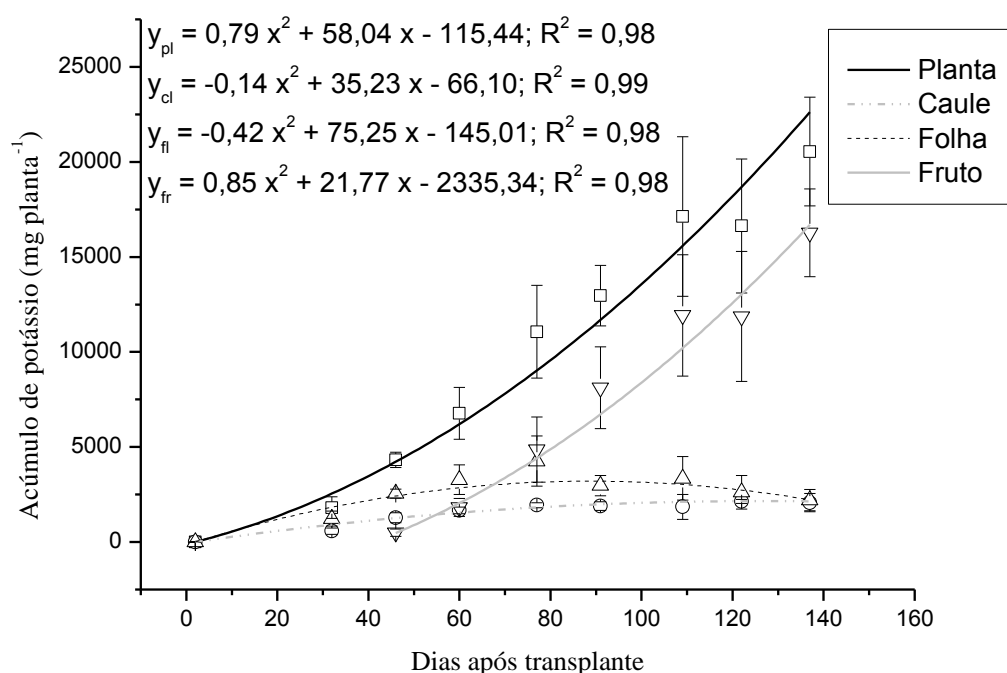
Finalmente, observou-se que o híbrido Débora Victory apresentou semelhante riqueza de conteúdo de P (kg) em cada tonelada de frutos totais produzidos em relação ao híbrido Serato e maior do que o híbrido Dominador, que variaram de 0,1 a $0,2 \text{ kg t}^{-1}$ de P (Tabela 6), respectivamente.

No caule observou-se aumento no acúmulo de K, sendo estimado acúmulo máximo de $2,2 \text{ g planta}^{-1}$ aos 126 DAT, reduzindo até atingir, ao final do ciclo (137 DAT), o acúmulo estimado de $2,1 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 5).

No entanto, o aumento deste acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo, sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário de $0,031 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Tabela 2), reduzindo progressivamente, até que no último período (123 a 137 DAT)

estimou-se acúmulo diário de K negativo ($-0,001 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), provavelmente pela translocação deste nutriente para os frutos. Gargantini e Blanco (1963) observaram, contudo, que a absorção de potássio no caule cresceu até os 100 DAG, decrescendo até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011), no entanto, constataram incremento no acúmulo de K no caule até os 85 DAT.

Figura 5 – Acúmulo de K total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro 'Débora Victory', no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014



Nas folhas + inflorescências, observou-se aumento no acúmulo de K até os 89 DAT, com máximo estimado em $3,2 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 5), com decréscimo a partir desta data. Resultados semelhantes foram relatados por outros autores. Gargantini e Blanco (1963) observaram que a absorção de K nas folhas cresceu até os 100 DAG, depois decrescendo até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de K no caule até os 85 DAT.

Nas folhas + inflorescências, o período de maior acúmulo de K foram nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário de $0,061 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, sendo negativo nos últimos 3 períodos analisados (Tabela 2). Avalia-se que a redução no acúmulo

de K nas folhas + inflorescências a partir dos 89 DAT seja devido a translocação deste para os frutos, o que está de acordo com Gargantini e Blanco (1963) e Lucena et al. (2013). Na planta o N, o P e o K são altamente móveis, sendo a redistribuição destes nutrientes pelo floema, se dirigindo das folhas e órgãos mais velhos para os mais novos ou para os frutos em crescimento (MALAVOLTA, 2006).

A avaliação do acúmulo de K nos frutos iniciou aos 46 DAT e aumentou continuamente atingindo valor máximo de $16,6 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT (Figura 5). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de $0,033 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no primeiro período (33 a 46 DAT) para $241,30 \text{ mg planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2), mostrando a importância da disponibilidade deste nutriente até o final do ciclo. Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de K nos frutos até os 85 DAT. Contudo, Gargantini e Blanco (1963) observaram que o acúmulo do K nos frutos foi crescente até os 110 DAG, reduzindo a partir desta data até os 140 DAG.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de K ocorreu nos frutos (79%, $16,6 \text{ g planta}^{-1}$), seguido das folhas + inflorescências (11%, $2,2 \text{ g planta}^{-1}$) e caule (10%, $2,1 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 5). Aos 85 DAT, a porcentagem de K nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram 52, 30 e 18 %, respectivamente, o que foi semelhante aos resultados obtidos por Prado et al. (2011), que obtiveram a distribuição de K nos frutos, folhas, caule e raízes de 54, 27, 18 e 1 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de K nos frutos do que na parte vegetativa das plantas (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016).

Considerando-se que os frutos são o principal dreno das plantas, o acúmulo total de K nas plantas acompanhou o acúmulo nos frutos, sendo contínuo ao longo de todo o ciclo, atingindo maior demanda diária ($0,262 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 2), e acúmulo total de $22,6 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 5).

Gargantini e Blanco (1963) verificaram que o acúmulo de K foi crescente na planta até os 110 DAG, quando houve redução até os 140 DAG. Prado et al. (2011) observaram haver incremento crescente de K na planta inteira até os 85 DAT, sendo que nesta ocasião, o acúmulo de K na planta foi de $3,8 \text{ g planta}^{-1}$, enquanto que neste estudo no mesmo período foi maior, com valor estimado de $10,5 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 5).

Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado obtido neste estudo para extração de K na planta inteira (sem as raízes) com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo (Tabela 3) avalia-se que foi maior do que o resultado de Fayad et al. (2002), e foi menor do que os valores obtidos por Purquerio et al. (2016).

A extração por área, estimada em 431 kg ha^{-1} de K, foi maior do que o resultado obtido para os tomateiros 'Santa Clara' e 'Dominador', sendo menor do que o resultados obtidos para o híbrido Serato (Tabela 4).

Contudo, nesta pesquisa, observou-se menor extração de K para produzir uma tonelada de frutos (Tabela 5), comparado aos relatos de Gargantini e Blanco (1963) e Fayad et al. (2002), sendo semelhante aos resultados obtidos por Purquerio et al (2016), demonstrando neste caso maior eficiência na utilização do K absorvido em relação às cultivares antigas e semelhante aos híbridos mais atuais.

A menor absorção de K por planta, bem como a menor ou igual extração por tonelada de fruto produzido pelo tomateiro 'Débora Victory' em relação à maioria dos trabalhos comparados (Tabelas 3 e 5), pode ser atribuída, entre outros fatores, à diferença de genótipos, de condições ambientais e de solo, à condução com 1 haste e ao sistema de produção orgânico.

O híbrido Débora Victory apresentou semelhante riqueza de conteúdo de K (kg) por cada tonelada de frutos totais produzidos em relação ao híbrido Serato e maior do que o híbrido Dominador, que variaram de 1,7 a $2,0 \text{ kg t}^{-1}$ de K (Tabela 6), respectivamente.

No caule observou-se aumento no acúmulo de Ca até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de $1,0 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT (Figura 6). No entanto, o aumento deste acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo, sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de $0,009 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, reduzindo, no último período (123 a 137 DAT) para $0,006 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Tabela 7). Gargantini e Blanco (1963) também observaram absorção de Ca no caule até o final do ensaio aos 140 DAG, bem como Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de Ca no caule até os 85 DAT.

Nas folhas + inflorescências, também se observou aumento no acúmulo de Ca até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de $3,9 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT (Figura 6).

Figura 6 – Acúmulo de Ca total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP – 2014

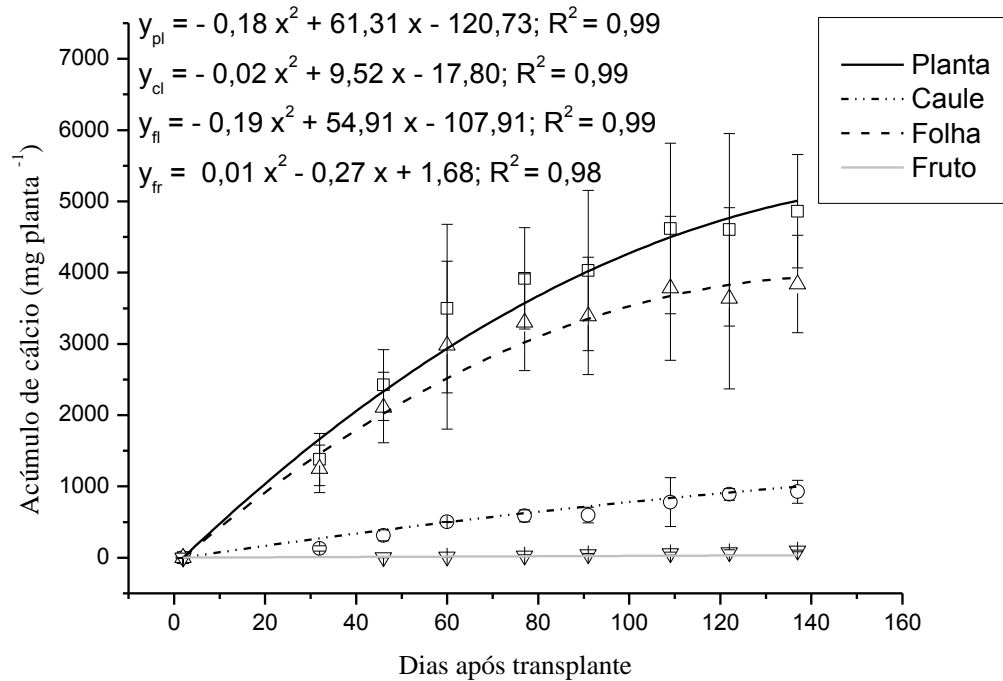


Tabela 7– Acúmulo diário estimado de Ca, Mg e S pelas plantas do tomateiro ‘Débora Victory’ no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, conforme cada intervalo entre coletas – Itápolis-SP - 2014.

DAT	Caule			Folha + inflorescência			Fruto			Planta*		
	Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	Ca	Mg	S	Ca	Mg	S
	g planta ⁻¹ dia ⁻¹											
2 - 32	0,009	0,002	0,001	0,049	0,010	0,014				0,055	0,012	0,015
33 - 46	0,008	0,002	0,001	0,040	0,008	0,011	0,001	0,002	0,001	0,048	0,012	0,015
47 - 60	0,008	0,002	0,001	0,035	0,007	0,010	0,001	0,005	0,005	0,043	0,012	0,015
61 - 77	0,007	0,001	0,001	0,029	0,005	0,008	0,001	0,006	0,006	0,037	0,012	0,015
78 - 91	0,007	0,001	0,002	0,024	0,004	0,006	0,001	0,007	0,008	0,032	0,011	0,016
92 - 109	0,006	0,001	0,002	0,018	0,002	0,005	0,002	0,008	0,010	0,026	0,011	0,016
110 - 122	0,006	0,001	0,002	0,012	0,001	0,003	0,002	0,009	0,011	0,021	0,011	0,016
123 - 137	0,006	0,000	0,002	0,007	-0,001	0,001	0,002	0,010	0,013	0,016	0,011	0,016

* Planta inteira (sem as raízes).

No entanto, o aumento deste acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo (Tabela 7), sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,049 g planta⁻¹ dia⁻¹ reduzindo, no último período (123 a 137 DAT) para apenas 0,007 g planta⁻¹ dia⁻¹. Gargantini e Blanco (1963) e Prado et al. (2011) também verificaram absorção de Ca nas folhas até o final do ciclo.

A avaliação do acúmulo de Ca nos frutos iniciou aos 46 DAT e aumentou continuamente atingindo valor máximo de 0,2 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 6). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de 0,001 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período (33 a 46 DAT) para 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 7). Já para o total de acúmulo de Ca na planta, foram observados maiores acúmulos diários nas primeiras épocas de amostragem (Tabela 7), com total acumulado de 5,0 g planta⁻¹ ao final do ciclo (137 DAT) (Figura 6). Gargantini e Blanco (1963) e Prado et al. (2011) observaram acúmulo do Ca nos frutos e na planta sempre crescente até o final do ciclo.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de Ca ocorreu nas folhas + inflorescências (77%, 3,9 g planta⁻¹), seguido do caule (20%, 1,0 g planta⁻¹) e frutos (3%, 0,2 g planta⁻¹) (Figura 6). Aos 85 DAT, a porcentagem de Ca nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram respectivamente 1,81 e 17%, o que foi pouco diferente dos resultados obtidos por Prado et al. (2011), que obtiveram a distribuição de Ca nos frutos, folhas, caule e raízes de 2, 70, 26 e 2 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de Ca na parte vegetativa do que nos frutos do tomateiro (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016).

O Ca foi o nutriente menos acumulado nos frutos, por ser praticamente imóvel na planta. Segundo Grangeiro e Cecílio Filho (2004), isto se deve ao fato de que o transporte deste nutriente ocorre de forma preferencial no xilema, com pouca translocação do Ca para o enchimento de frutos, com acúmulo preferencialmente na parte vegetativa em detrimento às áreas de frutificação da planta. Gargantini e Blanco (1963) também observaram que o Ca apresentou baixa translocação dos órgãos vegetativos para os frutos do tomateiro.

Em estudos realizados por Prado et al. (2011), aos 85 DAT o acúmulo de Ca na planta foi de 2,3 g planta⁻¹, enquanto que neste estudo no mesmo período foi maior, com valor estimado de 3,8 g planta⁻¹ (Figura 6). Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado obtido neste estudo para extração de Ca na planta inteira (sem as raízes) com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo (Tabela 3) avalia-se que foi muito menor do que os resultados de Fayad et al. (2002) e Purquerio et al. (2016). Esta grande discrepância em relação ao absorvido pelo Ca pelo tomateiro 'Débora Victory' se deve à

deficiência de Ca diagnosticada visualmente em uma parte dos frutos ao longo da colheita, os quais apresentaram podridão apical. Neste contexto, pode-se considerar que a absorção de Ca nesta pesquisa foi abaixo do normal em relação ao verificado na literatura consultada.

Desta forma, tanto a extração total estimada por área (Tabela 4) quando a extração total por t de fruto produzido (Tabela 5) e o conteúdo de Ca por t de fruto (Tabela 6) também ficaram abaixo dos valores observados em outros trabalhos aqui comparados, o que neste caso deve-se à deficiência de Ca que pode ter sido induzida por diferentes fatores como manejo inadequado da irrigação, excesso de adubação potássica ou nitrogenada, principalmente amoniacal, competição com K e Mg (BASTOS et al., 2013; SILVA e TREVIZAM, 2015), uma vez que o teor de cálcio no momento da implantação do experimento estava adequado.

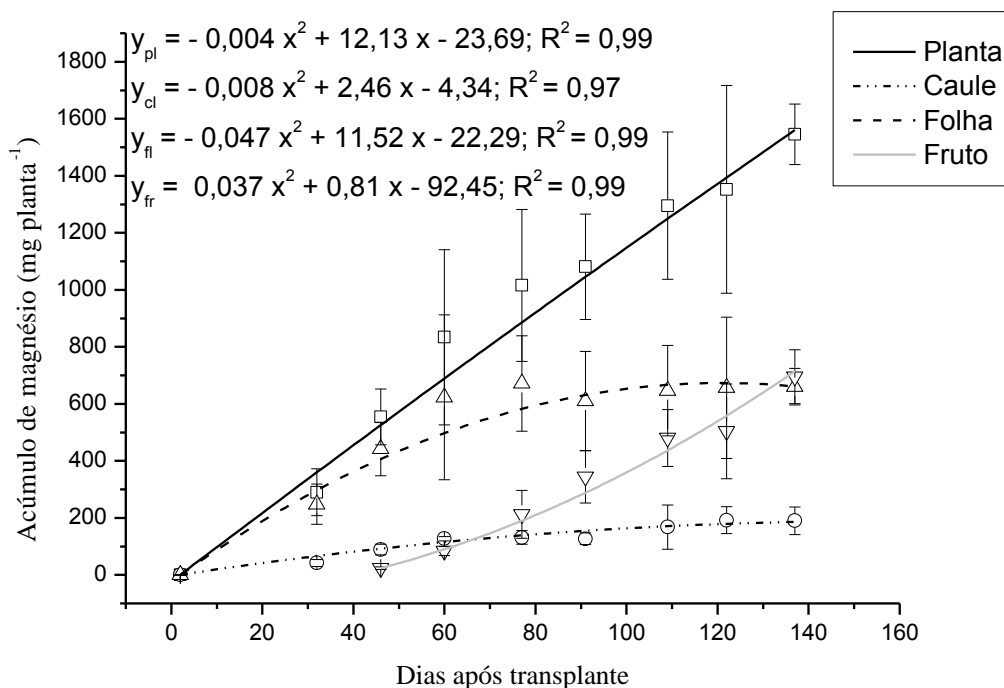
No caule observou-se aumento no acúmulo de Mg até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de 0,2 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 7). No entanto, este acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo, sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹, reduzindo para 0,000 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 7). Gargantini e Blanco (1963), no entanto, observaram crescente absorção de Mg no caule até os 100 dias, reduzindo até o final do ensaio aos 140 DAG. Prado et al. (2011), por sua vez, constataram incremento no acúmulo de Mg no caule até os 85 DAT.

Nas folhas + inflorescências observou-se aumento no acúmulo de Mg até os 121 DAT quando teve acúmulo máximo de 0,7 g planta⁻¹, mantendo-se praticamente constante até aos 137 DAT (Figura 7). Gargantini e Blanco (1963) observaram que a absorção do Mg pelas folhas aumentou até os 90 DAG, reduzindo até os 140 DAG. Prado et al. (2011) verificaram absorção crescente de Mg até o final do ciclo aos 85 DAT.

O acúmulo diário foi decrescente ao longo do ciclo, sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,010 g planta⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 7), reduzindo progressivamente, até o último período (123 a 137 DAT), quando estimou-se acúmulo diário de Mg negativo (-0,001 g planta⁻¹ dia⁻¹), provavelmente pela translocação deste nutriente para os frutos. Gargantini e Blanco (1963) também observaram translocação de Mg das partes vegetativas para os frutos. O Mg

também é móvel no floema, translocando das folhas mais velhas para as partes mais novas ou em crescimento (MALAVOLTA, 2006; BASTOS et al., 2013).

Figura 7 – Acúmulo de Mg total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro ‘Débora Victory’, no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014



A avaliação do acúmulo de Mg nos frutos iniciou aos 46 DAT e aumentou continuamente atingindo valor máximo de 0,7 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 7). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹ no primeiro período (33 a 46 DAT) para 0,010 g planta⁻¹ dia⁻¹ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 7). Gargantini e Blanco (1963) e Prado et al. (2011) também observaram acúmulo do Mg nos frutos sempre crescente até o final do ciclo.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de Mg ocorreu nos frutos (46%, 0,7 g planta⁻¹) seguido pelas folhas + inflorescências (42%, 0,7 g planta⁻¹) e caule (12%, 0,2 g planta⁻¹), ou seja, a maior concentração do Mg ficou na parte vegetativa (soma das folhas + inflorescências + caule) do que nos frutos (Figura 7).

Aos 85 DAT, a porcentagem de Mg nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram, respectivamente, de 24, 61 e 15%, o que foi diferente dos resultados obtidos por Prado et al. (2011), que obtiveram a distribuição de Mg nos frutos, folhas, caule e raízes de 19, 55, 23 e 3 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de Mg na parte vegetativa do que nos frutos do tomateiro (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016). Provavelmente, isto se deve ao fato de que o papel mais conhecido do Mg na planta refere-se à sua presença na clorofila, sendo que 10% do Mg total da folha está na clorofila (MALAVOLTA, 2006).

Assim como nos frutos e caule, observou-se aumento crescente do acúmulo total de Mg pela planta, a uma taxa de acúmulo diário que decresceu muito pouco iniciando com $0,012 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ alcançando $0,011 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 7), atingindo ao final do ciclo (137 DAT), $1,6 \text{ g planta}^{-1}$.

Em estudos realizados por Prado et al. (2011), aos 85 DAT, o acúmulo de Mg na planta foi de $0,7 \text{ g planta}^{-1}$, enquanto que neste estudo no mesmo período foi maior, com valor estimado de $1,0 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 7).

Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado obtido neste estudo para extração de Mg na planta inteira (sem as raízes) com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo (Tabela 3) avalia-se que foi semelhante aos resultados de Fayad et al. (2002) e menores do que os resultados obtidos por Purquerio et al. (2016).

A extração por área, estimada em 30 kg ha^{-1} de Mg pelo tomateiro 'Débora Victory', foi semelhante aos resultados obtidos Fayad et al. (2002) e menores do que os de Purquerio et al. (2016) (Tabela 4).

Observou-se menor extração de Mg para produzir uma tonelada de frutos, comparativamente à cultivar Santa Clara e ao híbrido Dominador, sendo semelhante à cultivar Santa Clara e ao híbrido Serato (Tabela 5).

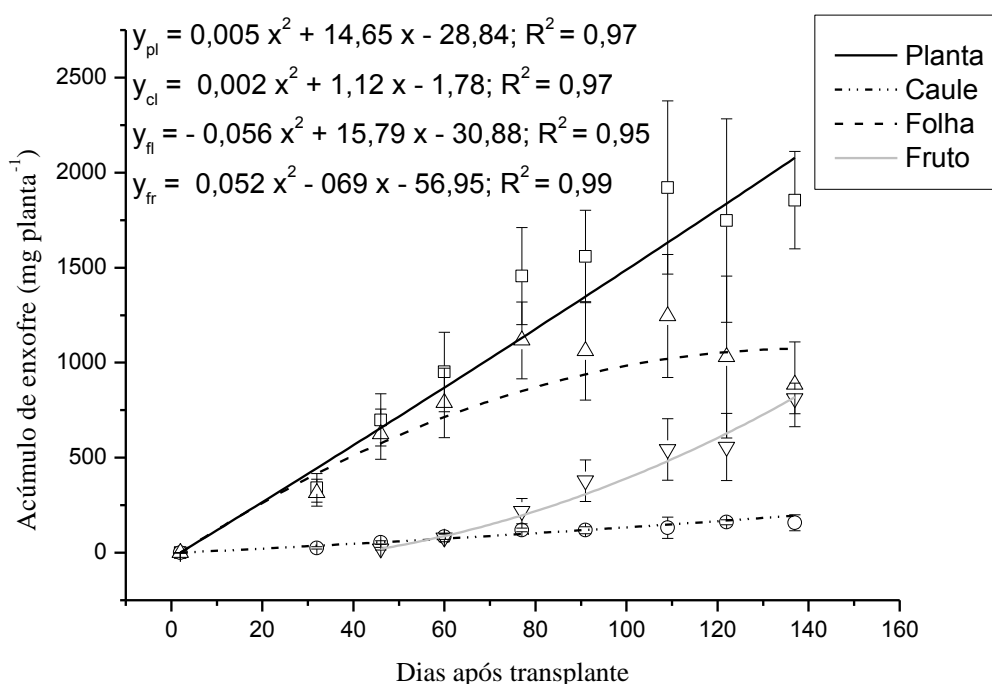
A menor ou igual absorção de Mg por planta, extração por hectare e tonelada de fruto produzido pelo tomateiro 'Débora Victory' em relação à maioria dos trabalhos comparados (Tabelas 3, 4 e 5), demonstram que o mesmo possui maior ou igual eficiência na utilização do Mg absorvido em relação a esses tomateiros, e as diferenças encontradas devem-se à diferença de genótipos, de condições

ambientais e de solo, à condução com 1 haste e ao sistema de produção orgânico, entre outros fatores.

Observou-se que o híbrido Débora Victory apresentou semelhante riqueza de conteúdo de Mg (kg) em cada tonelada de frutos totais produzidos em relação aos resultados obtidos por Purquerio et al. (2016), com valores em torno de de 0,1 kg t⁻¹ de Mg (Tabela 6).

No caule observou-se aumento no acúmulo de S até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de 0,2 g planta⁻¹ aos 137 DAT (Figura 8).

Figura 8 – Acúmulo de S total (planta), caule, folha + inflorescência e frutos no tomateiro 'Débora Victory', no período de 03/04/2014 a 16/08/2014, aos 2, 32, 46, 60, 77, 91, 109, 122 e 137 dias após o transplante – Itápolis-SP - 2014



O acúmulo foi crescente ao longo do ciclo, com taxa de acúmulo diário inicial de 0,001 g planta⁻¹ dia⁻¹, aumentando até o último período (123 a 137 DAT), quando estimou-se 0,002 g planta⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 7). Gargantini e Blanco (1963) observaram crescente absorção de S no caule até os 100 DAG, decrescendo a seguir. Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de S no caule até os 85 DAT.

Nas folhas + inflorescências, também se observou aumento no acúmulo de S até o final do ciclo, sendo estimado acúmulo máximo de $1,1 \text{ g planta}^{-1}$ aos 137 DAT (Figura 8). No entanto, a taxa deste acúmulo foi decrescente ao longo do ciclo (Tabela 7), sendo maior nos 30 primeiros DAT, com taxa de acúmulo diário inicial de $0,014 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, reduzindo até o último período (123 a 137 DAT), quando estimou-se acúmulo diário de S nas folhas de apenas $0,001 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. Gargantini e Blanco (1963) observaram crescente absorção de S nas folhas até os 130 DAG, decrescendo a seguir. Prado et al. (2011) constataram incremento no acúmulo de S nas folhas até os 85 DAT.

A avaliação do acúmulo de S nos frutos iniciou aos 46 DAT, observando-se aumento contínuo até os 137 DAT, atingindo valor máximo de $0,8 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 8). Este aumento foi crescente a cada período de avaliação, passando de $0,002 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no primeiro período (33 a 46 DAT) para $0,013 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 6). Gargantini e Blanco (1963) e Prado et al. (2011) também observaram acúmulo do S nos frutos sempre crescente até o final do ciclo.

Aos 137 DAT, quando a planta atingiu o acúmulo máximo de nutrientes, o maior acúmulo de S ocorreu nas folhas + inflorescências (51%, $1,1 \text{ g planta}^{-1}$), seguido dos frutos (39%, $0,8 \text{ g planta}^{-1}$) e caule (9%, $0,2 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 8). Aos 85 DAT, a porcentagem de S nos frutos, folhas+ inflorescências e caule, foram respectivamente 20, 71 e 9 %, o que foi diferente dos resultados obtidos por Prado et al. (2011), que obtiveram a distribuição de S nos frutos, folhas, caule e raízes de 15, 60, 23 e 2 %, respectivamente. Vários autores também encontraram maior acúmulo de S na parte vegetativa do que nos frutos do tomateiro (GARGANTINI e BLANCO, 1963; FAYAD et al., 2002; LUCENA et al., 2013; PURQUERIO et al., 2016).

Observou-se aumento crescente do acúmulo total de S pela planta, a uma taxa de acúmulo diário que aumentou muito pouco, iniciando com $0,015 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ alcançando $0,016 \text{ g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no último período (123 a 137 DAT) (Tabela 7), atingindo, ao final do ciclo (137 DAT), $2,1 \text{ g planta}^{-1}$.

Em estudos realizados por Prado et al. (2011), aos 85 DAT, o acúmulo de S na planta foi de $0,5 \text{ g planta}^{-1}$, enquanto que neste estudo, no mesmo período, foi maior, com valor estimado de $1,3 \text{ g planta}^{-1}$ (Figura 8).

Comparando-se os valores obtidos ao final do ciclo, aos 137 DAT, o valor estimado obtido neste estudo para extração de S na planta inteira (sem as raízes)

com valores obtidos por outros autores também ao final do ciclo (Tabela 3) avalia-se que foi menor do que os resultados obtidos por Fayad et al. (2002) e Purquerio et al. (2016). A extração por área, estimada em 40 kg ha^{-1} de S pelo tomateiro 'Débora Victory', também foi menor do que os resultados obtidos por estes mesmos autores (Tabela 4).

Observou-se menor extração de S para produzir uma tonelada de frutos (Tabela 5), comparativamente aos relatos de Gargantini e Blanco (1963), Fayad et al. (2002) e para o híbrido Dominador em Purquerio et al. (2016) e semelhante ao híbrido Serato no mesmo trabalho, demonstrando, neste caso, maior ou igual eficiência na utilização do S absorvido em relação aos tomateiros estudados por estes autores.

A menor absorção de S por planta, bem como a menor extração por hectare e tonelada de fruto produzido pelo tomateiro 'Débora Victory' em relação à maioria dos trabalhos comparados (Tabelas 3, 4 e 5), pode ser atribuída entre, outros fatores, à diferença de genótipos, de condições ambientais e de solo, à condução com 1 haste e ao sistema de produção orgânico.

Observou-se que o híbrido Débora Victory apresentou semelhante riqueza de conteúdo de S (kg) em cada tonelada de frutos totais produzidos em relação aos resultados obtidos por Purquerio et al. (2016), com valores em torno de $0,1 \text{ kg t}^{-1}$ de S (Tabela 6).

A ordem decrescente do acúmulo total de nutrientes ao final do ciclo aos 137 DAT, para o híbrido 'Débora Victory' foi $K > N > Ca > P > S > Mg$, com valores estimados de 22,6; 10,4; 5,0; 2,3; 2,1 e $1,6 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente (Tabela 3).

No trabalho realizado por Gargantini e Blanco (1963), com a cultivar Santa Cruz 1639, foi apresentada absorção de macronutrientes com ordem semelhante: $K > N > Ca > S > P > Mg$, assim como Fayad et al. (2002), com a cultivar Santa Clara e Purquerio et al. (2016) com os híbridos Dominador e Serato, sendo a única diferença a inversão do P e do S. Na presente pesquisa, estes nutrientes foram os que tiveram acúmulos mais parecidos entre si.

Esta maior absorção de P em relação a S, pode ser atribuída à diferença de genótipos, ao sistema de produção orgânico, bem como pela disponibilidade de P no solo antes do plantio, e que, devido a manutenção de um pH adequado, bem como a realização de adubação de plantio com compostagem orgânica, além do uso de biofertilizantes em adubação de cobertura.

Em comparação a outros tomateiros com crescimento indeterminado, disponíveis na literatura (Tabela 5), foi observado que o 'Débora Victory', cultivado em sistema orgânico, apresentou nesta pesquisa maior ou igual eficiência na utilização de K, N, S e Mg, uma vez que extraiu menor ou igual quantidade destes nutrientes por tonelada de frutos produzidos. Por sua vez foi menos eficiente na absorção de P e Ca.

Esta maior eficiência nutricional do híbrido 'Débora Victory', cultivado em sistema orgânico, pode ser atribuída entre outros fatores à diferença entre os genótipos, uma vez que não há dados disponíveis na literatura do seu desempenho em sistema convencional para comparação.

Segundo Fageria (1998), vários fatores podem afetar a eficiência nutricional das plantas, entre eles as condições ambientais e de solo, como a temperatura, radiação solar, precipitação, pH do solo, toxidez de alumínio, salinidade, deficiência de fósforo, cálcio e magnésio, teor de matéria orgânica. Além desses, outros fatores intrínsecos da planta como o genótipo, crescimento do sistema radicular, fixação biológica de nitrogênio, micorrizas, alelopatia, doenças, pragas e competição com plantas daninhas também afetam a eficiência nutricional das plantas.

De acordo com as recomendações feitas por Fageria (1998), entre os mecanismos para otimização da eficiência nutricional na produção das culturas, e que são preconizadas pelos sistemas orgânicos de produção tem-se: manutenção da umidade adequada do solo, uso apropriado de rotação de culturas, manutenção da matéria orgânica no nível adequado, uso de adubação verde ou de esterco animal e incorporação de restos culturais para reciclagem dos nutrientes.

De acordo com Khatounian (2001), na agricultura orgânica busca-se obter produtividade ótima em longo prazo em lugar de produtividades máximas em curto prazo, ou seja, produtividade ótima é aquela que concilia a economicidade da exploração agrícola com a preservação dos recursos naturais e qualidade satisfatória dos produtos. Produtividades máximas normalmente estão associadas a altos níveis de desgaste ambiental pelo aumento das quantidades de agrotóxicos e adubos químicos, gerando externalidades, ou seja, os custos de correção destes estragos são pagos pela sociedade e não pela própria agricultura convencional que os ocasionou.

Na agricultura orgânica, a ideia central é produzir preservando e pelo maior tempo possível, idealmente sem nenhuma externalidade. A produtividade assim

obtida é o que tem sido chamada de ótima, não apenas em seu aspecto econômico de curto prazo, mas de um ótimo que engloba preservação ambiental, quantidade de produção e qualidade do produto, um ótimo que se desdobra no tempo e não compromete outros espaços (KHATOUNIAN, 2001).

Para obtenção de bons resultados em sistemas orgânicos, um princípio básico é a realização de adubação que leve ao equilíbrio nutricional das plantas e resulte em uma produtividade ótima, a qual é alcançada através de uma melhor relação custo/benefício, ou seja, obtenção de uma produtividade máxima possível com o uso equilibrado de insumos para o manejo da adubação, pragas e doenças (KHATOUNIAN, 2001).

De acordo com Aquino et al. (2015), a constatação de diferenças na eficiência de utilização dos nutrientes entre as cultivares, tem grande relevância prática, pois, permite a adoção de regimes diferenciados de adubação, sendo que o emprego de cultivares eficientes na utilização de nutrientes torna-se fator importante no cenário atual, em função da demanda por produtividades mais elevadas e redução dos custos com o uso de fertilizantes. Fageria (1998) também recomenda o uso de cultivares com alto potencial produtivo e resistente a doenças visando o aumento da eficiência nutricional.

Tem-se observado, como na presente pesquisa, que o híbrido Débora Victory tem se adaptado bem ao sistema orgânico, com boa eficiência no aproveitamento dos nutrientes para a formação de frutos.

De acordo com as recomendações feitas por Fageria (1998), Aquino et al. (2015) e os princípios preconizados pela agricultura orgânica (KHATOUNIAN, 2001), pode-se concluir que as características específicas do genótipo do tomateiro 'Débora Victory' e seu cultivo em sistemas orgânicos, podem ter sido sinérgicas para favorecer sua maior eficiência nutricional demonstrada nesta pesquisa para N, K, Mg e S.

Além disso, o híbrido Débora Victory, cultivado em sistema orgânico, o qual é considerado mais saudável por não haver uso de agrotóxicos, possui maior ou semelhante riqueza de N, P, K, S e Mg em relação a tomates produzidos em sistema convencional. Podendo de uma forma geral proporcionar maior saúde para quem os alimenta, pois a ausência de agrotóxicos e uma elevada riqueza em N, P, K, S e Mg, em especial em K, favorece a síntese de carotenoides, de modo especial o licopeno que tem propriedades nutracêuticas (BASTOS et al., 2013) .

2.8 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA) – Relatório de atividades de 2011 e 2012.** Brasília, DF, 29 out 2013. 44 p.

ALBUQUERQUE, J. O.; SOUZA, R.B.; PAULA, J. T.; RESENDE, F.V.; SILVA, G.P.P.; FUJJI, A.; SOUSA, J.M.M. Formas de aplicação de biofertilizantes e adubação de cobertura com bokashis na produção de tomate orgânico protegido. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa, MG. **Hortaliças: da origem aos desafios da saúde e sustentabilidade:** anais... Viçosa, MG: ABH, p. 4408-4413, 2011.

ALMEIDA, L. G. **Hortaliças Biodinâmicas.** 1. ed. Botucatu, SP: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2010. 20 p.

ALMEIDA, R. F. Adubação nitrogenada de tomateiros. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 6, n. 5, p. 25-30, dez. 2011.

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor nutricional In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Lavras, MG: Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 2, p. 23-30.

ALVARENGA, M. A. R.; LIMA, L. A.; FAQUIN, V.; PEREIRA, G. M. Irrigação e fertirrigação In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 6, p. 131-180.

AQUINO, L. A. de; CLEMENTE, J. M.; SILVA, L. O. D.; SANTOS, L. P. D. dos; OLIVEIRA, T. F. Avanços da pesquisa para o manejo eficiente de nutrientes em hortaliças. In: VISOTTO, L. E.; FERNANDES, F. L.; CARVALHO FILHO, A.; LOPES, E. A.; AQUINO, L. A. de; FERNANDES, M. E. de S.; GOD, P. I. V. G.; RUAS, R. A. A.; SOUSA JÚNIOR, M. de (Editores) **Avanços tecnológicos aplicados à pesquisa na produção vegetal.** 2015. p. 295-320.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. de ; Nutrição mineral e adubação In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 5, p. 63 -130.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Coordenação geral de apoio laboratorial. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Murilo Carlos Muniz Veras (Org.). Brasília, DF: MAPA/DAS/CGAL, 2014. 220 p.

CARVALHO, R. D. E; BARBOSA, F. H. F. Resíduos de agrotóxicos organofosforados e ditiocarbamatos presentes na cultura de tomate consumidos no Estado de Minas Gerais nos anos de 2006, 2007 e 2008: a avaliação da exposição humana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 13 , n. 1, p. 171-190, 2013.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA (CEPAGRI), Clima dos municípios paulistas: Itápolis. Campinas. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_263.html>. Acesso em: 25 ago. 2014.

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

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Bras. Eng. Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 2. , p – 6-16, 1998.

FAOSTAT Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Statistics Division, 2015. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 14 fev. 2016.

FAYAD, J. A.; FONTES, P. C. R.; CARDOSO, A. A.; FINGER, L. F.; FERREIRA, F. A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 3, p. 232-23, nov. 2001.

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

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. IN: MELLO PRADO, R.; CECILIO FILHO, A.B.; CORREIA, M.A.R.; PUGA, A.P. **Nutrição de plantas, Diagnose Foliar em Hortaliças**. Jaboticabal, SP: FCAV/ CAPES/ FAPESP/ FUNDUNESP, p. 45-62, 2010.

GARGANTINI, H.; BLANCO, G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 22, n. 56, p. 693-713, 1963.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC) Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **IARC Monographs**, vol 16p. 490-491, may. 2015. Disponível em: < <http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanonc/PIIS1470-2045%2815%2970134-8.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LATORRACA, A; MARQUES, G. J. G.; SOUSA, K.V.; FORNÉS, N. S. Agrotóxicos utilizados na produção de tomate em Goiânia e Goianápolis e efeitos na saúde humana. **Com. Ciências Saúde**, v. 18, n. 4, p.365-374. 2008.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. ; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 401-409, 2013.

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

MELO, Y. de A.; SILVA, E.C.A. da **A viabilidade do cultivo de tomate orgânico em estufa**: um estudo de caso. 2012. 153 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/Campus Cornélio Procópio, Cornélio Procópio, 2012.

MICHEREFF FILHO, M; GUIMARÃES, J. A; MOURA, A. P; LIZ, R.S. Pragas. In: CLEMENTE, F. M. V. T e BOITEUX, L.S. (Editores técnicos). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 265-300.

NASCIMENTO, A. R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P. M.; CARVALHO, W.T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no Estado de Goiás. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v.31, n. 4, p. 628-635, out./ dez. 2013.

NASSUR, R. de C. M. R. **Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidas em sistema orgânico**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

PRADO, R. de 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**, Londrina, PR, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

PURQUERIO, L. F. V; dos SANTOS, F. F. B.; FACTOR, T. L. Nutrient uptake by tomatoes 'Dominador' and 'Serato' grown in São Paulo State, Brazil. **Acta Hortic.**, 1123, p. 35-40, 2016.

QUEIROZ, R. B. **Adubação com enxofre, nitrogênio, cálcio e potássio afetando a interação entre Tuta absoluta e o tomateiro**. 2011. 21 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. & FURLANI, A. M. C. **Boletim técnico 100**: Recomendações de adubação de calagem para o Estado de São Paulo, 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1996. 285 p.

SILVA, M. L. de S.; TREVIZAM, A. R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas. **Informações Agronômicas**, n. 149, p. 10-16, mar. 2015.

SOUZA, J. L. Sistema Orgânico de produção de tomate. In: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. cap. 2, p. 35-67.

SOUZA, J. L.; GARCIA, R. D. C. Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBRAS)**, v. 3, n. 1, p.11-24, jul. 2013.

TAMISO, L.G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

VILELA, N.J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L.S.; CLEMENTE, F.M.V.T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE, F. M. V. T e BOITEUX, L.S. (Editores técnicos). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-27.

3 CAPÍTULO 2

3.1 Título: Teores de nitrogênio, fósforo e potássio de seis biofertilizantes utilizados para fertirrigação em sistemas de produção orgânica de hortaliças

3.2 Autores: Luciana Gomes de Almeida, Antônio Ismael Inácio Cardoso, Hélio Grassi Filho e Joara Secchi Candian

3.3 Resumo

Na agricultura orgânica a fertirrigação normalmente é realizada com a aplicação de biofertilizante diluído com a água. A composição dos principais macronutrientes (NPK) dos biofertilizantes pode variar de acordo com a matéria prima utilizada e com o tempo de fermentação. Desta forma, objetivou-se com esta pesquisa estudar os teores de N, P e K de seis biofertilizantes ao longo do processo de fermentação. O experimento foi constituído por seis biofertilizantes, elaborados com a mesma base para a fermentação (composta de 1 kg de farelo de arroz, 250 mL de melaço, 250 mL de microorganismos, marca EMBIOTIC, misturados em 15 litros de água), diferindo entre si pelo acréscimo de um ingrediente: T1 = torta de mamona (2 kg); T2 = farinha de sangue (2 kg); T3 = pó de casco e chifres (2 kg); T4 = farinha de ossos (2 kg); T5 = farinha de sangue (1 kg); T6 = farinha de ossos (1 kg), e cinco momentos de avaliação ao longo do período de fermentação (aos 3, 7, 15, 22 e 30 dias após o preparo (DAP) dos biofertilizantes). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. Em cada momento foram analisados os teores de N, P e K e a condutividade elétrica. O biofertilizante de pó de casco e chifres apresentou, em todos os momentos, maior teor de N do que os outros, alcançando o teor máximo de $6,8 \text{ g L}^{-1}$, sendo que os de farinha de ossos (1 e 2 kg) tiveram o menor teor, alcançando o máximo de $1,4$ e $1,9 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente, todos aos 30 DAP. Os biofertilizantes a base de torta de mamona e pó de casco e chifres apresentaram maior teor de P, com médias de $3,2$ e $2,6 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente, do que os de farinha de ossos (1 e 2 kg). O biofertilizante a base de torta de mamona apresentou em todos os momentos de avaliação maior teor de K, média de $2,5 \text{ g L}^{-1}$, do que pó de casco e chifres, farinha de sangue (1 e 2 kg), farinha de ossos (1 e 2 kg), com médias de $1,9$; $1,7$; $1,6$; $1,6$ e $1,7 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente, os quais não

diferiram entre si. Independente do tipo de biofertilizante, os teores de K não se alteraram, os de N e a condutividade elétrica aumentaram e os de P reduziram ao longo do tempo até os 30 DAP.

Palavras chave: Agricultura orgânica. Farinha de ossos. Farinha de sangue. Pó de casco e chifres. Torta de mamona.

3.4 Abstract

In organic farming, fertigation is usually carried out with the application of biofertilizer diluted with water. The composition of the main macronutrients (NPK) of biofertilizer can vary depending on the raw material used and the fermentation time. Thus, the aim of this research was to study the contents of N, P and K of six biofertilizers during the fermentation process. The experiment consisted of six biofertilizers, prepared on the same basis for fermentation (composed of 1 kg of rice bran, 250 ml of molasses, 250 ml of microorganisms, brand EMBIOTIC, mixed in 15 liters of water), differing from each other by adding an ingredient: T1 = castor bean cake (2 kg), T2 = blood meal (2 kg), T3 = hoof and horn powder (2 kg), T4 = bone meal (2 kg), T5 = blood meal (1 kg); T6 = bone meal (1 kg), and five dates of evaluation during the fermentation period (3, 7, 15, 22 and 30 days after preparation (DAP) of biofertilizers). The experimental design was a randomized block design with three replications. The following variables were analyzed: contents of N, P and K and the electrical conductivity. The biofertilizer hoof and horn powder showed, at all times, higher N content than the others, reaching a maximum content of 6.8 g L^{-1} , whereas the bone meal (1 and 2 kg) had the lowest level, reaching a maximum of 1.4 and 1.9 g L^{-1} , respectively, all at 30 DAP. At all dates of evaluation, the castor bean cake and hoof and horn powder biofertilizers, showed higher P content, with an average of 3.2 and 2.6 g L^{-1} , respectively, than bone meal (1 and 2 kg) biofertilizers. Castor bean cake biofertilizer presented at all dates of evaluation higher content of K, average of 2.5 g L^{-1} , than hoof and horn powder, blood meal (1 and 2 kg), bone meal (1 or 2 kg) biofertilizers, averaging 1.9; 1.7; 1.6; 1.6 to 1.7 g L^{-1} , respectively, which did not differ each other. Regardless of the type of biofertilizer, the K content did not change, the N content and the electrical conductivity increased and the P content reduced during the time of fermentation until 30 DAP.

Keywords: Organic farming. Bone meal. Blood meal. Hoof and horn powder. Castor bean cake.

3.5 Introdução

A fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela planta no momento adequado, havendo a possibilidade de ajuste mais eficiente às diferentes fases fenológicas das plantas, redundando em maior eficiência de uso e economia de fertilizantes (CARRIJO et al., 2004; TRANI et al., 2011).

A fertirrigação pode ser considerada uma forma de adubação adequada aos sistemas orgânicos, uma vez que, segundo o artigo 96 da IN 46/2011, alterada pela IN 17/2014, a irrigação e a aplicação de insumos devem ser realizadas de forma a evitar desperdícios e poluição da água de superfície ou do lençol freático (BRASIL, 2014a).

Na agricultura orgânica, quando se realiza a fertirrigação, não é possível utilizar os mesmos adubos químicos comumente recomendados para a fertirrigação nas hortaliças convencionais, pois somente é possível a utilização de insumos permitidos na IN 46/2011, atualizada pela IN 17/2014, a qual, em seu anexo V, estabelece as substâncias e produtos autorizados para uso como fertilizantes e corretivos em sistemas orgânicos de produção (BRASIL, 2014a).

A fertirrigação, nos sistemas orgânicos, é realizada com a aplicação conjunta de água e biofertilizantes, que são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, contendo quase todos os nutrientes necessários à nutrição vegetal. O uso continuado de biofertilizantes em aplicações foliares confere às plantas maior resistência aos patógenos e o uso em solo pode favorecer maior riqueza de microorganismos e promover melhor disponibilidade de nutrientes para as raízes (SILVA et al., 2007).

Nos últimos dez anos, vários autores têm comprovado os efeitos benéficos dos biofertilizantes empregados via solo na melhoria do desenvolvimento das plantas (TESSEROLI NETO, 2006; LUDKE, 2009; ALBUQUERQUE et al., 2011; MEDEIROS et al., 2011; PEREIRA et al., 2011; MOREIRA, 2012).

A composição química e microbiológica dos biofertilizantes pode ser altamente complexa e variável, de acordo com o modo de preparo (TESSEROLI NETO, 2006), com os ingredientes utilizados na sua elaboração (SILVA et al., 2007), bem como podem variar ao longo do tempo de fermentação (MARROCOS et al., 2012).

De uma forma geral, não há formulação padrão para o preparo dos biofertilizantes, por isso receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos (MARROCOS et al., 2012).

Desta forma, tendo como hipótese que os teores dos principais macronutrientes variam de acordo com a matéria prima utilizada e com o tempo de fermentação, objetivou-se com esta pesquisa estudar os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) de seis biofertilizantes que podem ser utilizadas para fertirrigação nos sistemas orgânicos de produção, ao longo do processo de fermentação.

3.6 Material e Métodos

Esta etapa foi realizada em uma garagem coberta com telha francesa, localizada em uma chácara localizada no Bairro Roseira, Botucatu-SP.

Foram elaboradas seis fórmulas de biofertilizantes no dia 25/10/2015, no período das 16 às 22 horas, com temperatura externa média, medida por termômetro analógico de mercúrio, de 22° C. Cada fórmula de biofertilizante constituiu-se de um tratamento.

Foram avaliados 30 tratamentos, no sistema de parcelas subdivididas, sendo os seis biofertilizantes as parcelas principais e os momentos de amostragens as subparcelas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições. Cada repetição foi composta por um balde com capacidade de 30 litros.

Para obtenção dos biofertilizantes, utilizou-se a mesma base de ingredientes para a fermentação, composta de 1 kg de farelo de arroz, 250 mL de melaço, 250 mL de microorganismos, marca EMBIOTIC, misturados em 15 litros de água. Para esta base comum, foi acrescentado um ingrediente que compôs a diferença entre os tratamentos: Tratamento 1: 2 kg de torta de mamona; Tratamento 2: 2 kg de farinha de sangue; Tratamento 3: 2 kg de pó de casco e chifres; Tratamento 4: 2 kg de farinha de ossos; Tratamento 5: 1 kg de farinha de sangue e Tratamento 6: 1 kg de farinha de ossos.

Os ingredientes farinha de ossos, farinha de sangue, pó de casco e chifres e torta de mamona foram enviados para análise de N, P e K, no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos da UNESP/FCA, de acordo com os procedimentos estabelecidos por Brasil (2014 b), sendo obtidos os seguintes percentuais (%): farinha de ossos: 1,4; 18,7 e 0,1; farinha de sangue: 11,3; 0,3 e 0,2; pó de casco e

chifres: 13,0; 0,7 e 0,2 e torta de mamona: 5,6; 1,5 e 0,8% de N, P e K, respectivamente.

Após a elaboração das 18 parcelas principais de biofertilizantes, diariamente, no mesmo horário, após a medição da temperatura do líquido sobrenadante de cada parcela, com um termômetro analógico químico, até aproximadamente 20 cm de profundidade dentro de cada parcela, o conteúdo era misturado até formar um vórtice para um lado e depois para o outro. Neste momento, também anotava-se a temperatura externa, máxima e mínima, em um termômetro analógico de mercúrio, apoiado a uma altura de 1,5 m na parede próxima aos baldes/parcelas.

Aos 3, 7, 15, 22 e 30 dias após o preparo (DAP) dos biofertilizantes, mediu-se a condutividade elétrica (CE) através da inserção de um condutímetro marca Hanna Dist4 Resolução 0,01 mS/cm, diretamente dentro do líquido. Depois coletou-se de cada parcela o correspondente a 80 mL do líquido sobrenadante, que foi armazenado em um frasco de vidro coletor com tampa, identificado com o tratamento e a repetição, o qual foi armazenado no congelador de uma geladeira ($T = 0^{\circ} \text{C}$) até serem realizadas as análises dos macronutrientes N, P e K no Laboratório de Fertilizantes e Corretivos da UNESP/FCA. Estes momentos de coleta das amostras constituíram as subparcelas.

Foi realizada análise de variância em parcelas subdivididas, e as médias da condutividade elétrica e dos teores de N, P e K dos seis biofertilizantes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Foi realizada análise de regressão para se avaliar as datas de coletas ao longo do período de fermentação. Foi utilizado o programa estatístico SISVAR.

3.7 Resultados e Discussão

Na análise de variância, apenas para o teor de N a interação entre biofertilizantes e momentos de amostragens foi significativa pelo teste F.

O biofertilizante de pó de casco e chifres (2 kg) apresentou, em quase todas as amostragens, maior teor de N do que todos os outros, exceto aos 15 DAP, quando não diferiu do biofertilizante feito com farinha de sangue (2 kg) (Tabela 1). Por outro lado, os biofertilizantes feitos com farinha de ossos (1 kg e 2 kg) tiveram o menor teor de N, embora nem sempre tenha sido inferior estatisticamente a todos os outros biofertilizantes. Provavelmente, estes resultados estão relacionados ao percentual

original de N dos seus ingredientes serem maior e menor, para o pó de casco e chifres (13%) e a farinha de ossos (1,4 %), respectivamente.

Tabela 1 – Teores de nitrogênio (N) nos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação. – Botucatu-SP - 2015

Biofertilizantes	Dias após o preparo (DAP)				
	3	7	15	22	30
	(g L ⁻¹)				
Biofertilizante 1: 2 kg de torta de mamona	1,5 b*	1,9 bc	2,0 bc	2,5 b	3,3 b
Biofertilizante 2: 2 kg de farinha de sangue	1,7 b	2,7 b	2,9 ab	2,6 b	3,0 bc
Biofertilizante 3: 2 kg de pó de casco e chifres	3,8 a	4,2 a	3,9 a	5,1 a	6,8 a
Biofertilizante 4: 2 kg de farinha de ossos	1,4 b	1,6 bc	1,6 c	1,8 bc	1,9 cd
Biofertilizante 5: 1 kg de farinha de sangue	1,5 b	1,6 bc	1,4 c	1,8 bc	2,0 cd
Biofertilizante 6: 1 kg de farinha de ossos.	1,2 b	0,8 c	1,1 c	1,2 c	1,4 d

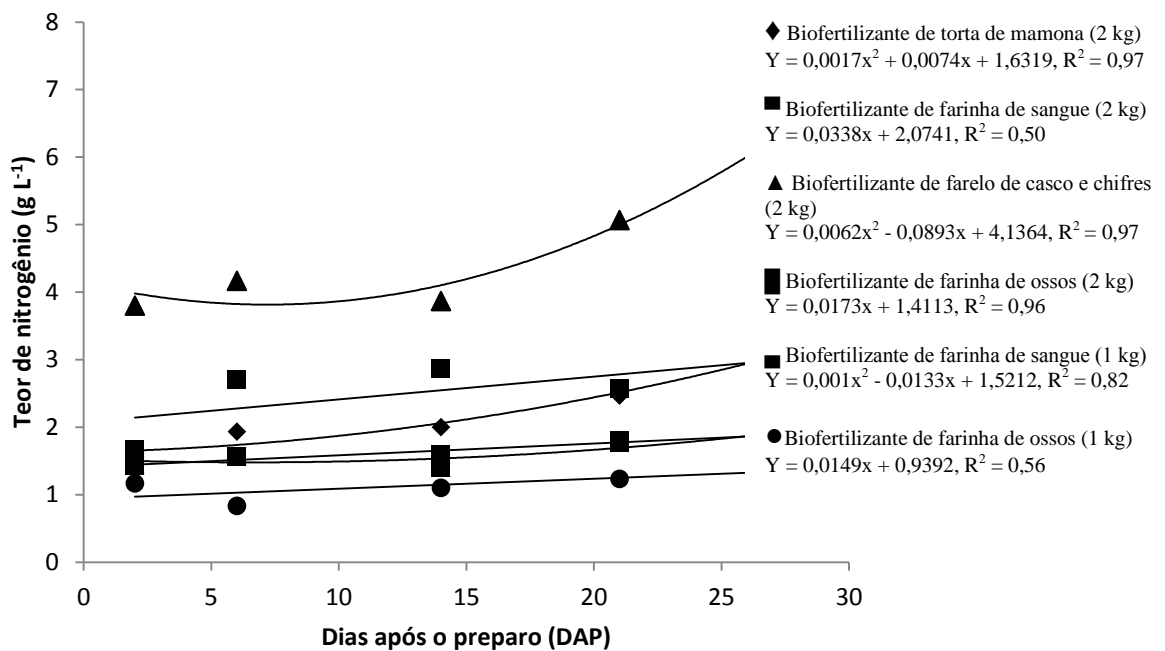
*Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Contudo, o biofertilizante de farinha de sangue (2 kg), embora tenha o segundo maior teor de N original (11,3 %) com valor próximo ao de pó de casco e chifres (13%) e aproximadamente o dobro do de torta de mamona (5,6%), teve uma disponibilidade de N semelhante ao de torta de mamona (2 kg) (Tabela 1), sugerindo que, independente da quantidade de N original, a liberação de N neste biofertilizante foi menor até os 30 DAP.

Neste contexto, no caso de se realizar uma fertirrigação visando o fornecimento de N para as plantas, considerando o uso da mesma quantidade de ingredientes na elaboração do biofertilizante, o biofertilizante de casco e chifres demonstrou ser o mais adequado, pois desde o início do processo de fermentação já disponibilizou mais N do que os outros biofertilizantes, podendo ser utilizado em um volume cerca de 50% menor do que o biofertilizante de torta de mamona e farinha de sangue, e 30% menor do que o de farinha de ossos, para disponibilizar a mesma quantidade de N.

Todos os biofertilizantes tiveram aumento no teor de N com o tempo de fermentação (Figura 1), confirmando Marrocos et al. (2012) que afirmaram que a composição dos biofertilizantes varia ao longo do tempo de fermentação. Ruiz Lopez (2013) também observou aumento no teor de N no biofertilizante Supermagro nas 4 primeiras semanas de preparo, variando o teor até a nona semana, quando houve uma estabilização no teor de N.

Figura 1 – Teores de nitrogênio (N) em seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação, em dias após o preparo – Botucatu-SP - 2015



Como houve aumento contínuo de N e não houve estabilização ao longo dos 30 DAT, sugere-se que o processo de mineralização do N ainda não tenha sido concluído, demonstrando que os biofertilizantes não estabilizaram com 30 dias de fermentação. Segundo Kiehl (2010), o nitrogênio regula a velocidade de decomposição da matéria orgânica e a atividade microbiana, sendo que uma relação C/N alta o processo de decomposição é mais lento. O mesmo autor ainda afirma que a determinação da relação C/N tem sido tradicionalmente indicadora da maturidade e estabilidade da matéria orgânica humificada, sendo considerado perfeitamente humificado quando as relações estiverem entre 8/1 e 12/1.

Nos biofertilizantes a base de farinha de ossos (1 e 2 kg) e farinha de sangue (2 kg) o aumento foi linear, com aumentos contínuos nos teores de N com o tempo de fermentação, sendo os aumentos estimados em 0,015; 0,017 e 0,033 g L^{-1} para cada dia de fermentação, respectivamente. Portanto, apesar de apresentarem a mesma tendência linear, o biofertilizante a base de farinha de sangue (2 kg) apresentou aumento diário muito superior, o que pode ser explicado pelo fato de que a farinha de sangue possui teor de N original muito maior do que a farinha de ossos.

Os teores de N ao longo do tempo de fermentação nos biofertilizantes a base de torta de mamona (2 kg), pó de casco e chifre (2 kg) e farinha de sangue (1 kg) se ajustaram ao modelo quadrático (Figura 9), com maiores aumentos nas últimas amostragens.

No entanto, Marrocos et al. (2012) relataram redução nos teores de N em biofertilizantes com o tempo de fermentação. O biofertilizante a base de esterco bovino iniciou com teor de N de $0,3 \text{ g L}^{-1}$ aos 0 DAP e terminou com $0,3 \text{ g L}^{-1}$ aos 30 DAP e o de esterco de galinha iniciou com $1,8 \text{ g L}^{-1}$ e finalizou com $1,1 \text{ g L}^{-1}$ aos 30 DAP, sendo estes resultados todos menores do que os obtidos neste estudo aos 30 DAP. Estes autores esperavam esta redução em função do N ser um elemento volátil, o que foi diferente do observado neste estudo.

Ao final dos 30 DAP, os teores de N encontrados neste estudo foram maiores do que os resultados obtidos por Ludke (2009) para o biofertilizante Agrobio após 56 dias de elaboração ($0,4 \text{ g L}^{-1}$) e extrato de composto após 1 dia de preparo ($0,2 \text{ g L}^{-1}$). Com exceção do biofertilizante de farinha de ossos (1 kg), os outros também apresentaram teores maiores do que o biofertilizante Bioembrapa após 10 dias de preparo ($1,5 \text{ g L}^{-1}$). No entanto, os valores de teores de N obtidos nesta pesquisa foram menores do que os resultados obtidos por Tesseroli Neto (2006) em pesquisa realizada com biofertilizante aeróbico ($19,8 \text{ g L}^{-1}$) e anaeróbico ($20,0 \text{ g L}^{-1}$). Estes resultados inferiores e superiores de N relatados por estes autores, em relação ao presente estudo, podem estar associados tanto pela diferença dos ingredientes, como pelo tempo e condições de fermentação.

Independentemente do momento de amostragem, os biofertilizantes de pó de casco e chifres (2 kg) e torta de mamona (2 kg) apresentaram maior disponibilidade de P do que os de farinha de ossos (1 e 2 kg) (Tabela 2), apesar deste último ingrediente possuir o maior percentual original de P (18,7%), do que o pó de casco e chifres (0,7%) e torta de mamona (1,5%). Apesar de ser rico em P, este está na forma de fosfato de cálcio, que possui baixa solubilidade (RAIJ, 2011).

Independente do tipo de biofertilizante, o teor de P reduziu com o tempo de fermentação (Figura 2). Apesar de não ter sido determinado o teor de Ca nos ingredientes e no biofertilizante ao longo do tempo de fermentação, de acordo com Trani e Trani (2011) a farinha de ossos possui 23,2% de Ca, enquanto que o farelo de casco e chifres e torta de mamona possuem 0,3 e 2,0% de Ca, respectivamente.

Por sua vez, com o passar do tempo, a maior disponibilização de Ca e o consequente aumento do pH do meio no processo de fermentação, pode ter causado a precipitação de parte do P na forma de fosfato de cálcio e, com isso, a redução da sua disponibilidade com o tempo. De acordo com Kiehl (2010), o índice de pH, a reação com os íons fosfatos e os de cálcio, magnésio, manganês, os sesquióxidos de ferro e alumínio e a presença de microorganismos, são fatores responsáveis pela maior ou menor quantidade de fósforo solúvel disponível.

Torna-se necessário incluir medidas de pH para avaliação dos biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação para que se possa fazer uma discussão mais adequada das variações de condutividade e teor de P, os quais estão intimamente relacionados a variação de pH do meio.

Tabela 2 – Teores de fósforo (P) nos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação – Botucatu- SP - 2015

Biofertilizantes	Dias após o preparo (DAP)					Médias
	3	7	15	22	30	
	(g L ⁻¹)					
Biofertilizante 1: 2 kg de torta de mamona	3,2	3,6	3,2	3,5	2,7	3,2 a*
Biofertilizante 2: 2 kg de farinha de sangue	1,9	3,0	1,7	2,8	2,1	2,3 ab
Biofertilizante 3: 2 kg de pó de casco e chifres	3,0	3,1	2,5	2,2	2,2	2,6 a
Biofertilizante 4: 2 kg de farinha de ossos	1,2	1,4	0,8	0,4	0,4	0,8 c
Biofertilizante 5: 1 kg de farinha de sangue	2,9	2,8	2,1	2,3	2,3	2,5 ab
Biofertilizante 6: 1 kg de farinha de ossos.	1,9	2,6	1,2	0,8	0,8	1,5 bc

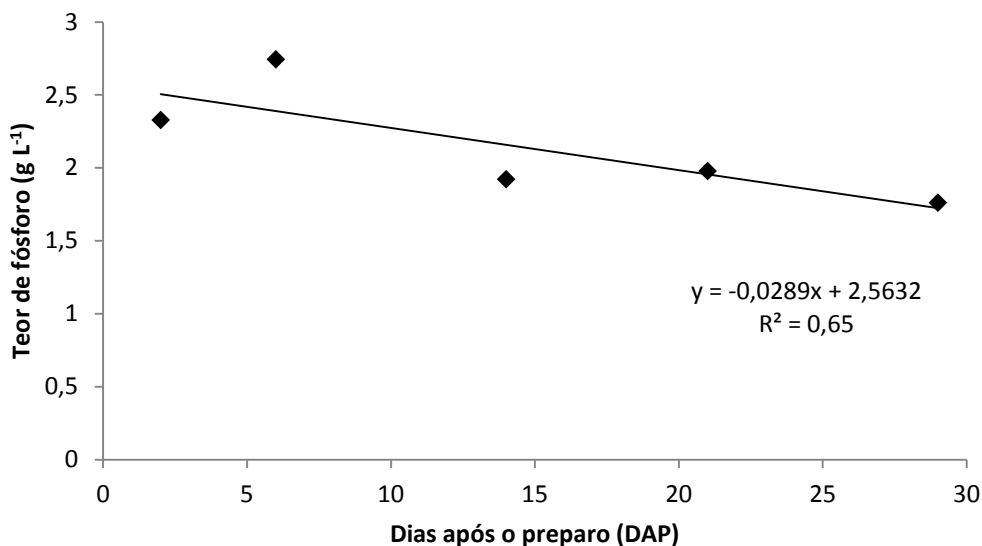
*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

A redução média no teor de P foi de 0,029 g L⁻¹ por dia de fermentação (Figura 2). Marrocos et al. (2012) também relatou redução nos teores de P até 30 DAP para o biofertilizante a base de esterco bovino, passando de 0,50 g L⁻¹ aos 0 DAP para 0,03 g L⁻¹ aos 30 DAP. Já no biofertilizante a base de esterco de galinha, observaram aumento até os 10 DAP, com posterior redução até o final dos 30 DAP.

Neste contexto, no caso de se realizar uma fertirrigação visando o fornecimento de P para as plantas, considerando o uso da mesma quantidade de ingredientes na elaboração do biofertilizante, os biofertilizantes de casco e chifres e torta de mamona demonstraram ser os mais adequados, pois desde o início do processo de

fermentação já disponibilizaram mais P do que os outros biofertilizantes. Dessa forma, visando a obtenção de um biofertilizante mais rico em P, aconselha-se também a fermentação por menor tempo possível.

Figura 2 – Teores de fósforo (P) na média dos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação, em dias após o preparo – Botucatu-SP - 2015



Ao final dos 30 DAP, os teores de P encontrados neste estudo foram maiores do que os resultados obtidos por Ludke (2009), para o biofertilizante Agrobio (0,08 g L⁻¹), Bioembrapa (0,17 g L⁻¹) e extrato de composto (0,11 g L⁻¹) e que os de Marrocos et al. (2012), para os biofertilizantes a base de esterco bovino (0,50 g L⁻¹) e de galinha (0,78 g L⁻¹). Estes resultados inferiores relatados por estes autores, em relação ao presente estudo, podem estar associados tanto pela diferença dos ingredientes, como pelo tempo e condições de fermentação. No entanto, os valores de teores de P obtidos nesta pesquisa foram menores do que os resultados obtidos por Tesseroli Neto (2006) em pesquisa realizada com biofertilizante aeróbico (10,60 g L⁻¹) e anaeróbico (5,04 g L⁻¹), sendo que as diferenças de resultados também devem ter os mesmos motivos, ou seja, ingredientes e condições de fermentação.

Independentemente do momento de amostragem, o biofertilizante a base de torta de mamona (2 kg) apresentou maior teor de K do que todos os outros, que não diferiram entre si (Tabela 3), o que deve estar relacionado ao percentual original de

K dos seus ingredientes, sendo maior na torta de mamona (0,8%) que a farinha de ossos (0,1%), pó de casco e chifres (0,2%) e farinha de sangue (0,2%).

Tabela 3 – Teores de potássio (K) nos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação – Botucatu-SP - 2015

Biofertilizantes	Dias após o preparo (DAP)					Médias
	3	7	15	22	30	
	(g L ⁻¹)					
Biofertilizante 1: 2 kg de torta de mamona	2,5	2,2	2,4	2,5	2,8	2,5 a
Biofertilizante 2: 2 kg de farinha de sangue	1,2	2,0	1,6	2,0	1,2	1,6 b
Biofertilizante 3: 2 kg de pó de casco e chifres	1,8	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9 b
Biofertilizante 4: 2 kg de farinha de ossos	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7 b
Biofertilizante 5: 1 kg de farinha de sangue	1,8	1,6	1,5	1,7	1,8	1,7 b
Biofertilizante 6: 1 kg de farinha de ossos.	1,2	1,1	1,7	2,1	1,8	1,6 b

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Independente do tipo de biofertilizante, os teores de K não se alteraram com o tempo de fermentação. Isto pode ser explicado pelo fato de que o potássio não está ligado à matéria orgânica, ele é um elemento ativo, em forma livre, sendo por isso prontamente liberado ao meio desde o início do processo de decomposição da matéria orgânica (KIEHL, 2010). Contudo, nos estudos realizados por Marrocos et al. (2012), os teores de K nos biofertilizantes a base de esterco bovino e de esterco de galinha apresentaram uma curva quadrática, aumentando até a 15 ou 20 DAP e depois reduzindo até os 30 DAP.

Neste contexto, no caso de se realizar uma fertirrigação visando o fornecimento de K para as plantas, considerando o uso da mesma quantidade de ingredientes na elaboração do biofertilizante, o biofertilizante de torta de mamona demonstrou ser o mais adequado, pois desde o início do processo de fermentação já disponibilizou mais K do que os outros biofertilizantes. Como não houve variação ao longo do tempo, se o objetivo for fornecer K, o mesmo poderá ser utilizado com pouco tempo de fermentação.

Ao final dos 30 DAP, os teores de K encontrados neste estudo foram maiores do que os resultados obtidos por Ludke (2009) para o biofertilizante Agrobio (1,41 g L⁻¹), enquanto que apenas no biofertilizante a base de torta de mamona o teor foi maior

do que o Bioembrapa ($1,89 \text{ g L}^{-1}$) e todos foram menores do que o extrato de composto ($3,07 \text{ g L}^{-1}$). Comparando com os resultados de Marrocos et al. (2012), os valores obtidos foram superiores aos do biofertilizante a base de esterco bovino ($0,70 \text{ g L}^{-1}$) e inferiores aos do biofertilizante a base de esterco de galinha ($2,54$ a $3,06 \text{ g L}^{-1}$). Também Tesseroli Neto (2006) obtiveram teores superiores de K em relação a esta pesquisa, com valores médios de $15,51 \text{ g L}^{-1}$, no biofertilizante aeróbico e $14,26 \text{ g L}^{-1}$ no anaeróbico. As grandes diferenças dos valores obtidos por diferentes autores devem estar relacionados tanto a diferença dos ingredientes, como pelas condições de fermentação.

A temperatura média do ambiente nos momentos de avaliação dos biofertilizantes foi de 22°C e a interna dos biofertilizantes foi de 23°C , no período de 25/10 a 24/11/2015 (Tabela 4). Essa diferença de temperatura pode ser explicada, uma vez que o metabolismo dos microorganismos em processos de fermentação é exotérmico, ou seja, libera calor e por isso aumenta a temperatura do meio onde estes estão se multiplicando (KIEHL, 2010).

Tabela 4 – Temperatura média do ambiente e interna dos seis biofertilizantes na média dos 30 dias de fermentação – Botucatu-SP - 2015

Biofertilizante	Média da temperatura do ambiente $^\circ\text{C}$	Média da temperatura interna $^\circ\text{C}$
Biofertilizante 1: 2 kg de torta de mamona	21,9	23,0 a*
Biofertilizante 2: 2 kg de farinha de sangue		23,1 a
Biofertilizante 3: 2 kg de pó de casco e chifres		23,2 a
Biofertilizante 4: 2 kg de farinha de ossos		23,0 a
Biofertilizante 5: 1 kg de farinha de sangue		23,0 a
Biofertilizante 6: 1 kg de farinha de ossos		23,1 a

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1 % de probabilidade.

As maiores temperaturas internas dos biofertilizantes foram no período entre os 15 e 22 dias, quando também foram registradas as maiores temperaturas ambiente. Por sua vez, as menores temperaturas internas dos biofertilizantes ocorreram aos 7 e 30 DAP, também coincidindo com as menores temperaturas do ambiente (Tabela 5).

Neste contexto, como a variação da temperatura interna dos biofertilizantes acompanhou a variação da temperatura do ambiente, sugere-se que também a atividade biológica dos microorganismos durante a fermentação, e por sua vez o processo de decomposição dos ingredientes dos biofertilizantes, também foi

influenciada pela variação de temperatura do ambiente, sendo maior ou menor, conforme a temperatura do ambiente tenha sido maior ou menor também.

Tabela 5 – Temperatura média interna dos seis biofertilizantes ao longo de 30 dias de fermentação – Botucatu-SP - 2015

Dias após o preparo (DAP)	Temperatura do ambiente °C	Média da temperatura interna °C
3	21,0	22,9
7	20,5	22,3
15	24,0	23,7
22	23,3	24,4
30	20,8	22,1

O biofertilizante a base de farinha de sangue (2 kg) apresentou, em todas as datas de amostragem, maior condutividade elétrica (CE) do que os outros que foram iguais entre si (Tabela 6).

Tabela 6 – Condutividade elétrica nos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação – Botucatu, 2015.

Biofertilizantes	Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)
Biofertilizante 1: 2 kg de torta de mamona	9,5 b*
Biofertilizante 2: 2 kg de farinha de sangue	13,2 a
Biofertilizante 3: 2 kg de pó de casco e chifres	9,7 b
Biofertilizante 4: 2 kg de farinha de ossos	10,5 b
Biofertilizante 5: 1 kg de farinha de sangue	9,3 b
Biofertilizante 6: 1 kg de farinha de ossos.	9,2 b

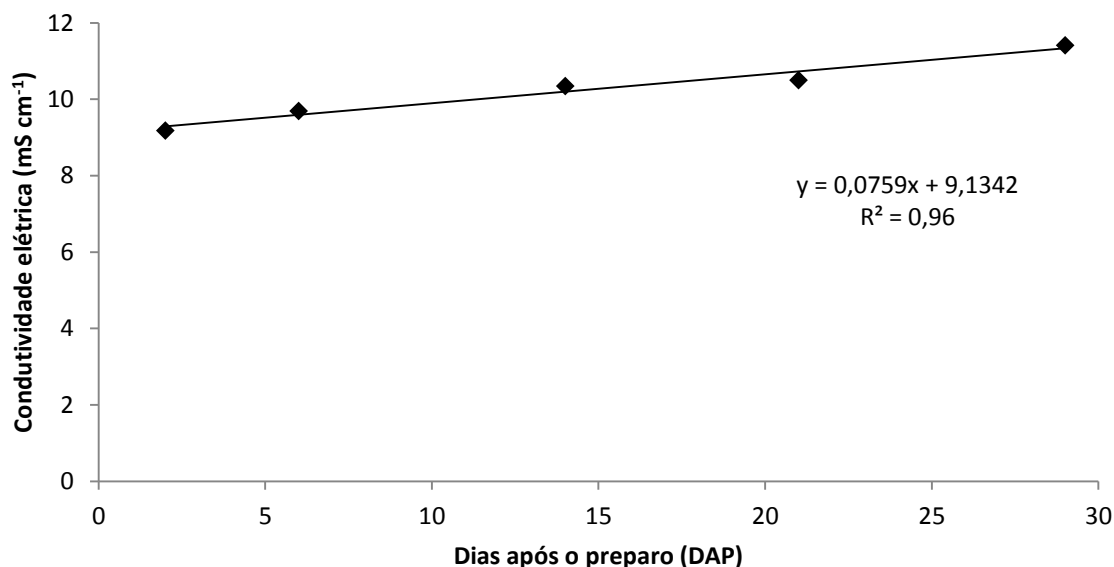
*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Este resultado não era esperado, uma vez que o biofertilizante de farinha de sangue apresentou menor disponibilidade de nutrientes do que os biofertilizantes de pó de casco e chifres e torta de mamona, os quais apresentaram maior disponibilidade de nitrogênio e potássio, respectivamente. De acordo com Carmo (2015), a soma dos íons é um preditor da CE, o qual é regulado pelo pH, em conjunto com a soma das concentrações de cátions, ânions e C-solúvel, de modo que a CE aumenta quando, simultaneamente, ocorrem redução do pH e aumentos nas concentrações de íons (cátions + ânions) + carbono solúvel na solução.

Independente do tipo de biofertilizante, a condutividade elétrica aumentou com o tempo de fermentação (Figura 3), o que pode estar relacionado com o aumento do teor de N nos biofertilizantes, uma vez que o teor de K não aumentou e o teor de P reduziu com o tempo.

Ruiz Lopes (2013) também observou aumento constante na condutividade elétrica do biofertilizante Supermagro, dissolvido a 5%, nas primeiras 4 semanas de avaliação. Contudo, em Marrocos et al. (2012), tanto o biofertilizante a base de esterco bovino como a base de esterco de galinha apresentaram valores de condutividade que tiveram variação ao longo do tempo, sendo que o de esterco bovino aumentou até os 5 DAP e depois decresceu até o final, e o de esterco de galinha aumentou até os 5 DAP, depois estabilizou até os 15 DAP e depois reduziu até os 30 DAP.

Figura 3 – Condutividade elétrica na média dos seis biofertilizantes ao longo do tempo de fermentação, em dias após o preparo – Botucatu-SP - 2015



Embora os valores de condutividade elétrica tenham variado ao longo do tempo na pesquisa realizada por Marrocos et al. (2012), os valores obtidos nesta pesquisa foram todos maiores do que os obtidos pelo biofertilizante de esterco bovino (4,69 mS cm⁻¹) e menores do que o de esterco de galinha (15,59 mS cm⁻¹) aos 30 DAP.

Os valores de condutividade elétrica observados no biofertilizante a base de farinha de sangue (2 kg) foram superiores aos resultados obtidos por Ludke (2009) para os biofertilizantes Agrobio (9,5 mS cm⁻¹), Bioembrapa (5,9 mS cm⁻¹) e extrato

de composto ($1,9 \text{ mS cm}^{-1}$). Contudo os demais biofertilizantes tiveram valores de condutividade semelhantes ao Agrobio e maiores do que o Bioembrapa e extrato de composto. Os valores obtidos também foram superiores aos observados por Marrocos et al. (2012) no biofertilizante a base de esterco bovino ($4,69 \text{ mS cm}^{-1}$), e inferiores aos do biofertilizante a base de esterco de galinha ($15,59 \text{ mS cm}^{-1}$). Os valores obtidos nesta pesquisa foram todos menores do que os resultados obtidos por Tesseroli Neto (2006) em pesquisa realizada com biofertilizante aeróbico ($15,87 \text{ g L}^{-1}$) e anaeróbico ($13,85 \text{ g L}^{-1}$).

3.8 Referências

ALBUQUERQUE, J. O.; SOUZA, R.B.; PAULA, J. T.; RESENDE, F.V.; SILVA, G.P.P.; FUJJI, A.; SOUSA, J.M.M. Formas de aplicação de biofertilizantes e adubação de cobertura com bokashis na produção de tomate orgânico protegido. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa, MG. **Hortaliças: da origem aos desafios da saúde e sustentabilidade: anais...** Viçosa, MG: ABH, p. 4408-4413, 2011.

BRASIL. Instrução Normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011, com texto alterado pela Instrução Normativa n. 17, de 18 de junho de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20/06/2014. 2014 a.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Coordenação geral de apoio laboratorial. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Murilo Carlos Muniz Veras (Org.). Brasília, DF: MAPA/DAS/CGAL, 2014 b. 220 p.

CARMO, D. L. **Condutividade elétrica e sua relação com a fertilidade dos solos tratados com corretivos e resíduos orgânicos**. 2015. 168 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B. de; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. de. Fertilização de Hortaliças. **Circular Técnica 32**, Brasília, DF, out. 2004. 13 p.

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba. 1ª. edição do autor, 2010. 248 p.

LUDKE, I. **Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizantes em cultivo protegido**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MARROCOS, S. de T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; AMBROSIO M. M. de Q.; CUNHA, A. P. A. da Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M. ; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, p. 505-511, 2011.

MOREIRA, C. A. **Biofertilizantes: nutrição e desenvolvimento de tomate orgânico**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

PEREIRA, A. de A.; DINIZ NETO, M. A.; SILVA, I. de F. da; SILVA, E. C. da; PERIERA, A. R.; DINIZ, B. Crescimento inicial e acúmulo de matéria seca do tomateiro adubado com biofertilizante de mamona. **Cadernos de Agroecologia**, vol. 6, n. 2, 2011.

RAIJ, B. van **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

RUIZ LOPEZ, M. A. **Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante tipo supermagro**. 2013. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

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 n. 130, Petrolina, PE, maio, 2007. 4 p.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura de alface**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Paraná, Curitiba, 2006.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em Hortaliças**. 2^a. ed. rev. Atual. Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 51p (Série Tecnologia APTA. Boletim técnico IAC, 196).

TRANI, P. E.; TRANI, A. L. **Fertilizantes**: cálculo de fórmulas comerciais. Campinas: Instituto Agronômico, 2011. 29 p. (Boletim técnico IAC, 208).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4.1 Capítulo 1: Curva de crescimento e absorção de macronutrientes do tomateiro híbrido Débora Victory cultivado em sistema orgânico

As plantas do tomateiro híbrido Débora Victory atingiram acúmulo estimado de massa seca e fresca total na última coleta de 550,2 e 9.528,2 g planta⁻¹, com produtividade de frutos frescos totais estimados em 154,7 t ha⁻¹ em uma população de 19.047 plantas ha⁻¹.

Ao final do ciclo, a distribuição da massa seca foi de 73% nos frutos, 12 % nas folhas+ inflorescências e 11% no caule.

A ordem decrescente do acúmulo total de nutrientes foi K > N > Ca > P > S > Mg, com valores estimados de 22,6; 10,4; 5,0; 2,3; 2,1 e 1,6 g planta⁻¹, respectivamente, o que correspondeu a uma extração estimada total de 431; 198; 95; 44; 40 e 30 kg ha⁻¹, de K, N, Ca, P, S e Mg, respectivamente.

A ordem decrescente do acúmulo de nutrientes nos frutos foi K > N > P > S > Mg > Ca, com valores estimados de 16,6; 8,4; 1,7; 0,8; 0,7 e 0,2 g planta⁻¹, respectivamente, o que correspondeu a uma extração estimada total de 315; 153; 32; 16; 14 e 3 kg ha⁻¹, de K, N, P, S, Mg e Ca, respectivamente.

Na última coleta ocorreu maior acúmulo de N, P, K nos frutos e de Ca, S e Mg na parte vegetativa (caule+folhas+ inflorescências).

4.2 Capítulo 2: Teores de nitrogênio, fósforo e potássio de seis biofertilizantes utilizados para fertirrigação em sistemas de produção orgânica de hortaliças

O biofertilizante a base de pó de casco e chifres (2 kg) apresentou maior teor de N do que os outros biofertilizantes.

Os biofertilizantes de pó de casco e chifres (2 kg) e torta de mamona (2 kg) apresentaram maior teor de P do que os de farinha de ossos (1 e 2 kg).

O biofertilizante de torta de mamona (2 kg) apresentou maior teor de K do que os outros que foram iguais entre si.

Independente do tipo de biofertilizante, os teores de K não se alteraram, os de P reduziram e os de N e a condutividade elétrica aumentaram até os 30 dias de preparo.

5 REFERÊNCIAS

ABCSEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS Tomate lidera crescimento e lucratividade no setor de hortaliças. 2016 Disponível em <http://www.abcsem.com.br/releases/284/tomate-lidera-crescimento-e-lucratividade-no-setor-de-hortalicas->, acessado em 11/02/2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA) – Relatório de atividades de 2011 e 2012.** Brasília, DF, 29 out 2013. 44 p.

ALBUQUERQUE, J. O.; SOUZA, R.B.; PAULA, J. T.; RESENDE, F.V.; SILVA, G.P.P.; FUJJI, A.; SOUSA, J.M.M. Formas de aplicação de biofertilizantes e adubação de cobertura com bokashis na produção de tomate orgânico protegido. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51, 2011, Viçosa, MG. **Hortaliças: da origem aos desafios da saúde e sustentabilidade:** anais... Viçosa, MG: ABH, p. 4408-4413, 2011.

ALMEIDA, R. F. Adubação nitrogenada de tomateiros. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 6, n. 5, p. 25-30, dez. 2011.

ALMEIDA, V.E.S; CARNEIRO, F.F.; VILELA, N. J Agrotóxicos em hortaliças: segurança alimentar, riscos socio ambientais e políticas públicas para promoção da saúde. **Tempus. Actas em Saúde Coletiva**, v. 4, n. 4, p. 84 – 99, 2009.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa.** Rio de Janeiro, RJ: PTA/FASE, 1989. 240p.

ALVARENGA, M.A.R. Origem, Botânica e Descrição da planta In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Lavras, MG: Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 1, p. 11-22.

ALVARENGA, M. A. R.; COELHO, F. S. Valor nutricional In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Lavras, MG: Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 2, p. 23-30.

ALVARENGA, M. A. R.; LIMA, L. A; FAQUIN, V.; PEREIRA, G. M. Irrigação e fertirrigação In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate:** produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 6, p. 131-180.

ARAÚJO, D.F.S.; PAIVA, M. do S. D; FIGUEIRA, J. M. Orgânicos: expansão de mercado e certificação. **Holos**, ano 23, v. 3, 2007.

ARAÚJO, S.M.M; LEMOS, R.N.S; QUEIROZ, M. E. R.; NUNES, G. S. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na ilha de São Luiz (MA): Condições de trabalho e contaminação de hortaliças. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 11, p. 159- 179, 2001.

BASTOS, A. R. R.; ALVARENGA, M. A. R.; CARVALHO, J. G.; PINHO, P. J. de ; Nutrição mineral e adubação In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e hidroponia. 2. ed. rev. e ampl. Editora Universitária de Lavras, 2013. cap. 5, p. 63 -130.

BRASIL. Lei n. 10831, de 23 de dezembro de 2003. Publicada pelo **Diário Oficial da União** de 24 de dezembro de 2003. 2003.

BRASIL. Instrução Normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011, com texto alterado pela Instrução Normativa n. 17, de 18 de junho de 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20/06/2014. 2014.

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B. de; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. de Fertirrigação de Hortaliças. **Circular Técnica 32**, Brasília, DF, out. 2004. 13 p.

CARVALHO, R. D. E; BARBOSA, F. H. F. Resíduos de agrotóxicos organofosforados e ditiocarbamatos presentes na cultura de tomate consumidos no Estado de Minas Gerais nos anos de 2006, 2007 e 2008: a avaliação da exposição humana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. v. 13 , n. 1, p. 171-190, 1. sem. 2013.

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

DAMS, R. I. Pesticidas: usos e perigos à saúde e ao meio ambiente. **Health and Environment Journal**, v. 7, n. 2, p. 37 – 44, 2006.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Bras. Eng. Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 2. , p – 6-16, 1998.

FAOSTAT Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Statistics Division, 2015. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 14 fev. 2016.

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

FERNANDES, P.D.; CHURATA-MASCA, M. G.C.; OLIVEIRA, G.D; HAAG, H.P. Absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.), em cultivo rasteiro. **Anais da E.S.A. "Luis de Queiroz"**, Piracicaba, SP, v. 32, p. 595-608, 1975.

FERRAZ, A. P. C. R.; MALHEIROS, J. M.; CINTRA, R.M.G. A produção, o consumo e a composição química dos alimentos orgânicos. **Rev. Simbio-Logias**, v. 6, n. 9, p 31- 42, dez.2013.

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. IN: MELLO PRADO, R.; CECILIO FILHO, A.B.; CORREIA, M.A.R.; PUGA, A.P. **Nutrição de plantas, Diagnose Foliar em Hortaliças**. Jaboticabal, SP: FCAV/ CAPES/ FAPESP/ FUNDUNESP, p. 45-62, 2010.

GARGANTINI, H.; BLANCO, G. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 22, n. 56, p. 693-713, nov. 1963.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Ed. Universidade/UFRGS, 2001.653 p.

GOMES JÚNIOR, J.; SILVA, A. J. N. da; SILVA, L. L. M.; SOUZA, F. T. de; SILVA, J. R. da Crescimento e produtividade de tomateiros do grupo cereja em função da aplicação de biofertilizante líquido e fungo micorrízico arbuscular. **Agrária**, Recife: v. 6, n. 4, p. 627-633, out./dez., 2011.

HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. de; BARBOSA, V; SILVA NETO, J.M. de. Marcha de absorção de nutrientes pelo tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) destinado ao processamento industrial. **Anais da E.S.A. "Luis de Queiroz"**, Piracicaba, SP, v. 35, p. 243-269, 1978.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.29, n. 11, p- 1-85, nov. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. janeiro/2016 Disponível em: <

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201601_2.shtm>. Acesso em: 14/02/2016.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC) Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **IARC Monographs**, vol 16p. 490-491, may. 2015. Disponível em: < <http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lanonc/PIIS1470-2045%2815%2970134-8.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2016.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 348 p.

LATORRACA, A; MARQUES, G. J. G.; SOUSA, K.V.; FORNÉS, N. S. Agrotóxicos utilizados na produção de tomate em Goiânia e Goianápolis e efeitos na saúde humana. **Com. Ciências Saúde**, v. 18, n. 4, p.365-374. 2008.

LIMA, P. A. L. de; BRUNINI, M. A.; KANESIRO, L. A; KANESIRO, J.C.; MACIEL JÚNIOR, V. A; COLOMBO, R.B. Perfil do consumidor de produtos orgânicos na cidade de São Joaquim da Barra/SP. **Nucleus**, v. 8., n. 1, abr. 2011.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F. ; BATISTA, T. M. V.; BESSA, A. T. M.; LOPES, W. A. R. Acúmulo de massa seca e nutrientes pelo tomateiro 'SM-16' cultivado em solo com diferentes coberturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 3, p. 401-409, jul./set. 2013.

LUDKE, I. **Produção orgânica de alface americana fertirrigada com biofertilizantes em cultivo protegido**. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. da Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Biosci.J.**, Uberlândia, MG, v.23, n. 2, p.7-15, abr./jun. 2007.

MARROCOS, S. de T. P.; NOVO JÚNIOR, J.; GRANGEIRO, L. C.; AMBROSIO M. M. de Q.; CUNHA, A. P. A. da Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

MARTINS, V. A.; CAMARGO FILHO, W.P.; BUENO, C.R.F.; Preços de frutas e hortaliças da agricultura orgânica no mercado varejista da cidade de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, SP, v. 36, n. 9, set. 2006.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A.A. Crescimento inicial do tomateiro cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.

MELO, Y. de A.; SILVA, E.C.A. da **A viabilidade do cultivo de tomate orgânico em estufa**: um estudo de caso. 2012. 153 f. Trabalho de conclusão de curso – Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/Campus Cornélio Procópio, Cornélio Procópio, 2012.

MICHEREFF FILHO, M; GUIMARÃES, J. A; MOURA, A. P; LIZ, R.S. Pragas. In: CLEMENTE, F. M. V. T e BOITEUX, L.S. (Editores técnicos). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 265-300.

MNIF, W.; HASSINE, A. I.; BOWAZIZ, A.; BARTEGI, A.; THOMAS, O.; ROIG, B. Effect of endocrine disruptor pesticides: a review. **J. Environ. Res. Public. Health**. n.8, p. 2265-2303, 2011.

MOOZ, E.D; SILVA, M.V. Alimentos orgânicos. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v.39, n.1, p. 99-112, abr.2014.

MORAIS, F.F.; OLIVEIRA, L. H. M. B. de; SILVEIRA, M. A. da; CAMARGO, R. de S. ; CALIARI, M. Diagnóstico dos produtores orgânicos da feira agroecológica do mercado municipal de Goiânia – GO. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 8, n. 3, p 70-77, jul./set. 2013.

MOREIRA, C. A. **Biofertilizantes: nutrição e desenvolvimento de tomate orgânico**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

MOREIRA, J. C; PERES, F; SIMÕES, A.C. ; PIGNATI W. A; DORES, E. C; VIEIRA, S. N. ; STRUSSMANN,C; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região do Estado do Mato Grosso. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17,n . 6, p. 1557 – 1568, 2012.

NASCIMENTO, A. R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; CALIARI, M.; FERNANDES, P. M.; RODRIGUES, J. P. M.; CARVALHO, W.T. Qualidade de tomates de mesa cultivados

em sistema orgânico e convencional no Estado de Goiás. **Horticultura brasileira**, Brasília, DF, v.31, n. 4, p. 628-635, out./ dez. 2013.

NASSUR, R. de C. M. R. **Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidas em sistema orgânico**. 2009. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

PAGLIUCA, L. G. **Análise do risco financeiro da produção de tomate de mesa em Caçador (SC) e Mogi Guaçu (SP)**, 2014. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

PEREIRA, A. de A.; DINIZ NETO, M.A.; SILVA, I. de F. da; SILVA, E. C. da; PEREIRA, A. R.; DINIZ, B. L. M. T. Crescimento inicial e acúmulo de matéria seca do tomateiro adubado com biofertilizante de mamona. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-6 dez. 2011.

PRADO, R. de 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**, Londrina, PR, v. 32, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2011.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, SP: Nobel. 1990. 549 p.

QUEIROZ, R. B. **Adubação com enxofre, nitrogênio, cálcio e potássio afetando a interação entre Tuta absoluta e o tomateiro**. 2011. 21 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

REIS FILHO, J. de SOUZA; MARIN, J. O. B.; FERNANDES, P.M. Os agrotóxicos na produção de tomate de mesa na região de Goianápolis, Goiás. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, GO, v. 39,n. 4, p.307-316, out./dez.2009.

SCHALLENBERGER, E.; REBELO, J.A.; MAUCH, C.R.; TEMES, M.; STUKER, H.; PEGORARO, R.A. Viabilização de sistema orgânico de produção de tomate por meio de abrigos de cultivo. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, RS, v.17,n. 1-4, p.25-31, jan./ mar., 2011.

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. **Nature**, v. 485, p. 229-232, 2012.

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 n. 130, Petrolina, PE, maio, 2007. 4 p.

SILVA, A. P. F. da **Demanda e oferta de alimentos orgânicos da agricultura familiar para a alimentação escolar em municípios de Santa Catarina**. 2012. 167 f. Dissertação (mestrado) – Univ. Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Florianópolis – SC, 2012.

SILVA, J. A. C. da; 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**, v. 22, n. 03, p. 242-253, 2009.

SMOLINSKI, R.; GUERREIRO, E. ; RAIHER, A. P. Análise do mercado de produtos orgânicos: estudo de caso de feira em Ponta Grossa, PR. **Desenvolvimento e meio ambiente**, n. 23, p. 167-182, jan./jun.2011.

SOUZA, J. L. de **Agricultura Orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória, ES: Incaper, 2005. 257p.

SOUZA, J. L. Sistema Orgânico de produção de tomate. In: INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. cap. 2, p. 35-67.

SOUZA, J. L.; GARCIA, R. D. C. Custos e rentabilidades na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBRAS)**, v. 3, n. 1, p.11-24, jul. 2013.

STEFFEN, G. P.; STEFFEN, R. B; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecno-Lógica**, v.15, n. 1, p. 15-21, 2011.

TAMISO, L.G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido**. 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

TAVELLA, L.B; SILVA, I.N.; FONTES, L.O; DIAS,J.R.M; SILVA, M. I.L. O Uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais: revisão de literatura. **Agropecuária Científica do Semi Árido**, v. 7, n. 2, p. 06-12, 2011.

TEIXEIRA, I. L.; GARCIA, L. A. F. Fatores determinantes da demanda de produtos orgânicos no município de Cascavel – PR. **Rev. Ciências Sociais em Perspectiva**, v.12, n. 23, 2013.

TESSEROLI NETO, E. A. **Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura de alface**. 2006. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Paraná, Curitiba, 2006.

TIVELI, S. W. Orgânicos são caros, por que? **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 1, Jan./Jun. 2012.

TIVELI, S.W. **Como produzir tomate orgânico?** Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura; Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, Ano 1, n. 1, Série Capacitação Técnica, 2015, 76 p.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W.; CARRIJO, O. A. **Fertirrigação em Hortaliças**. 2ª. ed. rev. Atual. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 51p (Série Tecnologia APTA. Boletim técnico IAC, 196).

VIÇOSA, E. M.; MATTUELLA, J. L.; CLARO, S. A.; SINCH, M.; BELTRÃO, L. Avaliação econômica da produção de tomate ecológico: uma alternativa para a pequena propriedade. **Pesq. Agrop. Gaúcha**, Porto Alegre, RS, v. 11, n. 1-2, p. 63-70, 2005.

VILELA, N.J.; MELO, P. C. T.; BOITEUX, L.S.; CLEMENTE, F.M.V.T. Perfil socioeconômico da cadeia agroindustrial no Brasil. In: CLEMENTE, F. M. V. T e BOITEUX, L.S. (Editores técnicos). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 17-27.

WILLER, H.; LERNOUD, J. (Eds.) (2016): **The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2016**. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM – Organics International, Bonn. Disponível em: <<https://shop.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1698-organic-world-2016.pdf>>. Acesso em: 28/02/2016.

ZORAN, I.S.; NIKOLAOS, K. LJUBOMIR, S. Tomato Fruit Quality from Organic and Conventional Production, Organic Agriculture Towards Sustainability, Prof. Vytautas Pilipavicius (Ed.), ISBN: 978-953-51-1340-9, **InTech**, DOI: 10.5772/58239. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/organic-agriculture-towards-sustainability/tomato-fruit-quality-from-organic-and-conventional-production>>. Acesso em: 28/02/2016.

APÊNDICE A – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 2 DAT (04/04/2014) – Itápolis – SP - 2014



APÊNDICE B – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 32 DAT (03/05/2014) – Itápolis – SP - 2014



APÊNDICE C – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 60 DAT (31/05/2014) – Itápolis – SP - 2014



APÊNDICE D – Frutos do tomateiro híbrido Débora Victory, aos 77 DAT (17/06/2014) – Itápolis – SP - 2014



APÊNDICE E – Área experimental com cultivo orgânico do tomate híbrido Débora Victory, aos 122 DAT (01/08/2014) – Itápolis – SP - 2014



APÊNDICE F – Área experimental com as parcelas principais do ensaio com biofertilizantes - Botucatu – SP - 2015



APÊNDICE G – Parcelas do ensaio dos biofertilizantes aos 3 DAT (28/10/15) - Botucatu – SP - 2015

