

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES
TIPO ITALIANO PRODUZIDOS EM SISTEMA
ORGÂNICO**

RITA DE CÁSSIA MIRELA RESENDE NASSUR

2009

RITA DE CÁSSIA MIRELA RESENDE NASSUR

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES TIPO
ITALIANO PRODUZIDOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador:

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros

Vilas Boas

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Nassur, Rita de Cássia Mirela Resende.

Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidos em sistema orgânico / Rita de Cássia Mirela Resende Nassur. – Lavras : UFLA, 2009.

116 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Pós-colheita . 2. Cultivo orgânico. 3. *Lycopersicum esculentum*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 635.64283

RITA DE CÁSSIA MIRELA RESENDE NASSUR

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE TOMATES TIPO ITALIANO
PRODUZIDOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso De Mestrado em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 03 julho de 2009

Dra. Neide Botrel Gonçalves

Embrapa Hortaliças

Dr. Francisco Vilela Resende

Embrapa Hortaliças

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

À sociedade brasileira, pelos anos de
estudo em Universidade pública.

OFEREÇO

A Deus.

À minha família.

Ao saudoso Professor Adimilson Bosco Chitarra.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de vida, pela saúde, bênçãos e inspiração para seguir meus objetivos.

À minha família amada que não mediu esforços para fornecer-me apoio incondicional: Mãe, Lelis, Paty, Chico, Rê, Aline, Letícia, Elisa e Luísa. Sem vocês nada teria vida, graça e magia.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade.

À CAPES, pela concessão de Bolsa de Estudos e ao CNPq, CAPES e FAPEMIG pelo suporte financeiro de projetos.

À Embrapa Hortaliças, pela estrutura, apoio e suporte na condução do experimento no campo e análises no laboratório de pós-colheita.

À ciência, por ser tão fascinante, e aos cientistas e pesquisadores por despertarem curiosidade.

Ao Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra (*in memorian*), pelos ensinamentos, apoios, sorrisos, exemplos e oportunidade de tê-lo conhecido.

Ao Pesquisador Dr. Francisco Vilela Resende, pelo apoio constante, ensinamentos e disponibilidade.

Ao Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela adoção e presteza em todos os momentos.

À pesquisadora Neide Botrel Gonçalves, pelo incentivo, acolhimento e suporte dado.

Ao professor Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela amizade e apoio prestados.

Aos amigos, colegas, professores e funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, pela amizade, ajuda, ensinamentos, apoio, disponibilidade e momentos compartilhados.

Aos amigos, pesquisadores e funcionários da Embrapa Hortaliças, pelos ensinamentos e momentos: Ronessa, Leonora, Rita, Patrícia, estagiários e funcionários da orgânica, funcionários do laboratório de pós-colheita e toda a equipe da unidade.

Ao meu amigo e sempre conselheiro Francisco Vilela, por mostrar-me o caminho e caminhar junto comigo durante tantos anos.

Às minhas primas, pela amizade, cumplicidade, momentos vividos, apoio e carinho incalculáveis. Amo vocês, meninas!

Às amigas Thati, Suzana, Juliana Alvarenga, Caroline, Daniella, Emmanuelle, Juliana Audi e todos os companheiros do laboratório de pós-colheita de frutas e hortaliças do DCA/UFLA, pelos quais cultivo grande afeto.

Vocês foram essenciais neste sonho docemente realizado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1	01
1 Introdução Geral	02
2 Referencial Teórico	04
2.1 Tomates: características e propriedades	04
2.2 Alimentos orgânicos	07
2.2.1 Legislação	07
2.2.2 Mercado, qualidade e comparação com convencionais.....	11
2.2.3 Adubação orgânica	14
2.3 Qualidade	16
2.4 Vitamina C	18
2.5 Carotenóides	20
2.6 Atividade antioxidante	24
2.7 Nitrato em alimentos	26
2.8 Armazenamento de hortaliças	28
3 Referências Bibliográficas	31
CAPÍTULO 2: Qualidade de híbridos de tomates tipo italiano submetidos a doses de composto orgânico.....	39
1 Resumo	40
2 Abstract	41
3 Introdução	42
4 Material e Métodos	44
5 Resultados e Discussão	47
6 Conclusões	61
7 Referências Bibliográficas	62

CAPÍTULO 3: Qualidade de tomates cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente e refrigerada.....	65
1 Resumo	66
2 Abstract	67
3 Introdução	68
4 Material e Métodos	70
5 Resultados e Discussão	73
6 Conclusões	87
7 Referências Bibliográficas	88
CAPÍTULO 4: Manutenção da qualidade de tomates orgânicos e Convencionais submetidos a dois ambientes de armazenamento	92
1 Resumo.....	93
2 Abstract	94
3 Introdução.....	95
4 Material e Métodos	97
5 Resultados e Discussão	100
6 Conclusões	113
7 Referências Bibliográficas	114

RESUMO GERAL

NASSUR, Rita de Cássia Mirela Resende. **Qualidade pós-colheita de tomates tipo italiano produzidos em sistema orgânico**. 2009. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Híbridos comerciais (San Vito, Giuliana, Jupter) e experimental (HEM 031) de tomate tipo italiano foram submetidos a doses de adubação com composto orgânico (6, 12, 24 e 40 ton.ha⁻¹) na Embrapa Hortaliças, Brasília, DF com o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos. Foram realizadas análises de coloração, firmeza, acidez, pH, sólidos solúveis, açúcares, vitamina C, licopeno, β caroteno, nitrato e análises microbiológicas. Frutos do híbrido San Vito foram acondicionados em bandejas de polipropileno e envoltos com filme de PVC para serem submetidos a análises após 0, 5, 10, 15 e 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente (24°C \pm 2 e UR=32% \pm 2) e refrigerada (12°C \pm 1 e UR=73% \pm 1). As variáveis avaliadas foram perda de massa, coloração, firmeza, acidez, pH, sólidos solúveis totais, Vitamina C, licopeno e β caroteno. Frutos do mesmo híbrido, cultivados em sistema convencional de produção nas mesmas condições climáticas foram colhidos no mesmo dia e armazenados por 0, 5, 10, 15 e 20 dias, para posterior comparação nas duas temperaturas em relação à coloração, perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez, pH, Vitamina C, licopeno, β caroteno, fenólicos e atividade antioxidante total. Os híbridos San Vito e Jupter se destacaram com melhor qualidade em pós-colheita, sendo que o primeiro apresentou teores máximos de sólidos solúveis totais, Vitamina C, a* e licopeno para aplicações de 27,5, 24,16, 28,56 e 18,83 t.ha⁻¹ de composto orgânico. Para o híbrido San Vito, observou-se aumento de valores L*, pH e Vitamina C mais pronunciado do 5º aos 10º dia de armazenamento. Frutos mantidos em temperatura ambiente apresentaram maiores teores de acidez aos 0 e 10 dias, sólidos solúveis aos 10 e 20 dias, licopeno após o 5º dia e β caroteno aos 15 dias em relação aqueles armazenados em ambiente refrigerado. Frutos de tomate produzidos em sistema orgânico apresentaram maiores teores de Vitamina C, teores de sólidos solúveis e atividade antioxidante que aqueles oriundos de sistema convencional, tanto em temperatura ambiente quanto refrigerada.

*Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA
(Orientador), Neide Botrel Gonçalves – EMBRAPA (Co-Orientadora).

GENERAL ABSTRACT

NASSUR, Rita de Cássia Mirela Resende. **Postharvest quality of italian tomatoes grown in organic system**. 2009. 116p. Dissertation (Master in Food Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

Commercial (San Vito, Giuliana, Jupiter) and experimental (HEM 031) italian tomatoes were subjected to increasing doses of fertilizer with organic compound (6, 12, 24 and 40-ton.ha⁻¹) at Embrapa Vegetables, Brasília, DF to evaluate the postharvest quality of fruits. Color, firmness, titratable acidity, pH, soluble solids, sugars, vitamin C, lycopene, β carotene, nitrate and microbiological analysis were carried out. Fruit of San Vito hybrids were packed in polypropylene trays, wrapped with PVC film and submitted to analysis after 0, 5, 10, 15 and 20 days of storage at room temperature (24°C \pm 2 and 32% \pm 2 RH) and cool (12°C \pm 1 and 73% \pm 1 RH). The variables evaluated were weight loss, color, firmness, titratable acidity, pH, soluble solids, vitamin C, lycopene and β carotene. Fruit of the same hybrid, grown in a conventional system of production under the same conditions were harvest at the same time and stored for 0, 5, 10, 15 and 20 days in the both temperatures for later comparison on color, weight loss, firmness, soluble solids, acidity, pH, vitamin C, lycopene, β carotene, total phenolic and antioxidant activity. San Vito and Jupiter showed better quality in postharvest, and the first one showed maximum values of total soluble solids, vitamin C, lycopene and a* for applications of 27.5, 24.16, 28.56 and 18.83 t.ha⁻¹ of organic compost, respectively. For San Vito, there was increase in L* values, pH and Vitamin C more pronounced in 5 to 10 days of storage. Fruits kept at room temperature showed higher levels of acidity at 0 and 10 days, soluble solids at 10 and 20 days, lycopene after 5 days and β carotene for 15 days than those stored in refrigerated environment. Tomato fruits produced in organic system had higher levels of Vitamin C, soluble solids content and antioxidant activity than those from conventional systems, both at room temperature and cold.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (Adviser),
Neide Botrel Gonçalves – EMBRAPA (Co-adviser)

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro – *Lycopersicon esculentum*, Mill – é uma planta perene, de porte arbustivo e com cultivo anual, podendo seus frutos serem destinados para indústria (hábito determinado) ou para consumo *in natura* (hábito indeterminado). Possui fruto tipo baga, carnosa e succulenta com dois ou mais lóculos e peso final de 5 a 500 gramas, de acordo com condições de desenvolvimento e material utilizado.

É uma cultura originária da América do Sul, da região dos Andes, sendo cultivado atualmente em todo o mundo. Sua produção global duplicou nos últimos 20 anos e um dos principais fatores para a expansão dessa cultura consiste no aumento do consumo dos frutos, seja na forma processada ou fresca, por restaurantes e redes de *fast food*. Além disso, a presença da mulher no mercado de trabalho aumenta a necessidade de maior rapidez no preparo de alimentos, elevando a demanda por alimentos prontos para consumo, que é o caso do fruto do tomateiro. Mais recentemente, a demanda pelos tomates foi reforçada pela busca de alimentos mais saudáveis, favorecendo inclusive a venda do produto fresco (Carvalho e Pagliuca, 2007).

O tomate é tido como um alimento funcional, em razão dos altos teores de vitaminas A e C, além de ser rico em β caroteno e licopeno. Pesquisas apontam que o consumo dessas substâncias, presentes tanto no produto fresco quanto no processado, ajuda na prevenção de alguns tipos de câncer, principalmente àqueles relacionados ao sistema digestivo.

A grande maioria dos autores afirma que alimentos orgânicos são superiores nutricionalmente aos convencionais, existindo estudos que apontam para essa diferença e alguns estudos que contestam essa afirmação, não existindo uma afirmação definitiva do ponto de vista científico. Defensores da tese afirmam que o aumento dos nutrientes nos cultivos orgânicos seria obtido em

função do uso de insumos diferenciados, compostos orgânicos, biofertilizantes, húmus de minhoca, dentre outros, excluindo-se adubos químicos e agrotóxicos, que são amplamente utilizados na agricultura convencional

Visando a um modo de produção agrícola mais sustentável, que não agrida a natureza e supra a demanda de consumidores por produtos mais saudáveis, a agricultura orgânica desponta como uma alternativa na produção do tomateiro, que requer, em sistemas convencionais de cultivo, maiores aportes de uso de defensivos agrícolas prejudiciais à saúde do consumidor.

Conduziu-se este estudo, com o objetivo de avaliar a qualidade pós-colheita de híbridos de tomates tipo italiano cultivados em sistema orgânico com doses crescentes de composto. Como objetivos específicos, podemos citar o comportamento de diferentes híbridos cultivados com doses de 6 a 40 ton.ha⁻¹ de composto orgânico após a colheita, a manutenção da qualidade de tomates San Vito armazenados por 20 dias em temperatura ambiente e refrigerada e a manutenção pelo mesmo período em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e convencional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Tomates, características e propriedades

O tomate - *Lycopersicon esculentum* , Mill – é considerado uma hortaliça fruto, sua planta pode ter hábito de crescimento determinado – para tomates indústria – ou indeterminado – para tomates de mesa. No momento em que ocorre a fecundação dos óvulos, o fruto entra em crescimento. O tomate é classificado como baga com dois, três ou vários lóculos, podendo alcançar entre 5 e 500 gramas cada fruto e um óvulo fecundado demora de 7 a 9 semanas para que o fruto seja considerado maduro. Em condições de temperaturas elevadas e boa luminosidade, da antese ao início da maturação são necessárias 6 a 7 semanas, e, até esse momento, é baixa a produção de etileno pela planta, que aumenta na terceira e última fase que é a maturação. No Brasil, a colheita é feita logo no início da maturação, quando os frutos começam a mudar de cor, completando a maturação na pós-colheita. Isso é possível, pois o tomateiro é classificado como tendo frutos climatéricos; a taxa de respiração sofre um aumento no início da maturação e estimula a produção de etileno (Alvarenga 2004).

A produção nacional dessa hortaliça conta com dados de todas as unidades da federação e, somando-se volumes destinados à mesa e à indústria, totaliza 3278,1 mil toneladas, sendo 2118,1 mil toneladas do tomate para mesa. O valor total da safra em 2006 foi 2132,2 milhões de reais. O Brasil possui 56,64 mil hectares plantados dessa cultura, com produtividade média no país de 57,88 ton.ha⁻¹, gerando cerca de 253,38 mil empregos diretos. Goiás, São Paulo e Minas Gerais são responsáveis, juntos, e, em média, por 62% da produção brasileira, sendo que o primeiro mantém a hegemonia de maior produtor nacional desde 1999 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2006).

O crescente consumo de tomate está relacionado, entre outros fatores, à consolidação de redes de *fast food* que utilizam esta hortaliça nas formas processada e fresca. Além disso, a presença da mulher no mercado de trabalho vem aumentando a necessidade de maior rapidez no preparo de alimentos, elevando a demanda por alimentos industrializados ou semiprontos – no caso do tomate, principalmente na forma de molhos pré-preparados ou prontos para o consumo, como os *catchup* (Carvalho & Pagliuca, 2007).

As hortaliças são ricas em vitaminas e sais minerais, nutrientes essenciais para o perfeito funcionamento do organismo e promotores da assimilação de outros nutrientes. As hortaliças, quando consumidas de forma correta, ajudam no equilíbrio da nutrição diária, assegurando mais saúde. Por isso, o ser humano necessita consumir, diariamente, entre outros alimentos, diferentes variedades de hortaliças cruas e cozidas. Quanto mais fresca for a hortaliça, melhor será a sua qualidade, pois seu teor nutritivo não é alterado (Amorim, 1987).

A composição dos frutos do tomateiro varia de acordo com a cultivar e condições de cultivo. Em geral, o fruto apresenta baixo valor calórico e de matéria seca e é muito rico em cálcio e vitamina C (Tabela 1). Os açúcares constituem cerca de 65% dos sólidos solúveis totais. Com a maturação a clorofila é degradada e ocorre síntese de xantofilas e β caroteno, atingindo a cor avermelhada posteriormente em razão da acumulação de licopeno.

TABELA 1 Composição alimentar de 100 gramas de tomate cru, com sementes.

Umidade	95,1%	Manganês	0,07 mg
Energia	15 kcal	Fósforo	29 mg
Proteína	1,1 g	Ferro	0,2 mg
Lipídeos	0,2 g	Sódio	1 mg
Colesterol	NA	Potássio	222 mg
Carboidrato	3,1 g	Cobre	0,04 mg
Fibra Alimentar	1,2 g	Zinco	0,1 mg
Cinzas	0,5 g	Tiamina	0,12 mg
Cálcio	7 mg	Piridoxina	0,02 mg
Magnésio	138 mg	Vitamina C	21,2 mg

Fonte: Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos – TACO. Campinas, 2006.

O grupo saladete, também chamado de tomate tipo italiano, é o mais novo no mercado de tomates de consumo *in natura*. Os frutos são compridos (geralmente de 3 a 5 cm), às vezes pontiagudos. Possui polpa espessa, com coloração vermelha-intensa, sendo muito firmes e saborosos. (Alvarenga, 2004). O tomate tipo italiano tem se destacado pelo sabor diferenciado, associado ao valor agregado em sua produção e no cultivo orgânico, atendendo melhor ao consumidor desses produtos, os quais demonstra ser mais exigente.

Desde 2001, a ANVISA iniciou o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), com o objetivo de avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos *in natura* que chegam à mesa do consumidor e visando a fortalecer a capacidade do Governo em atender à segurança alimentar, evitando assim, possíveis agravos à saúde da população. O tomate, o morango e a alface foram os alimentos que apresentaram os maiores números de amostras irregulares referentes aos resíduos de agrotóxicos, durante

o ano de 2007. Os dois problemas detectados na análise das amostras foram teores de resíduos acima do permitido e o uso de agrotóxicos não autorizados para estas culturas.

Destaque foi dado para a cultura do tomate, na qual em 123 amostras analisadas, 55 apresentaram resultados insatisfatórios, o equivalente a 44,72%. Nessa cultura, os técnicos encontraram a substância monocrotofós, ingrediente ativo que teve o uso proibido em novembro de 2006, em razão de sua alta toxicidade.

Ainda em relação à cultura do tomateiro, embora os teores de resíduos encontrados não ultrapassem os limites aceitáveis para a alimentação diária da população, foi detectada a presença do metamidofós no tomate de mesa. Este agrotóxico é autorizado apenas para a cultura de tomate industrial (plântio rasteiro), que permite aplicação por via área, trator ou pivô central, evitando assim a possibilidade de intoxicação do trabalhador rural (Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA, 2009).

2.2 Alimentos orgânicos

2.2.1 Legislação

A legislação vigente sobre agricultura orgânica no Brasil é a Lei nº10831 de 23/12/03, regulamentada pelo decreto nº6323 de 27 de dezembro de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2007). Esta Lei é o principal marco legal da agricultura orgânica brasileira, que estabelece critérios para a comercialização de produtos, define responsabilidades pela qualidade orgânica, pelos procedimentos relativos à fiscalização, à aplicação de sanções, ao registro de insumos e à adoção de medidas sanitárias e fitossanitárias que não comprometam a qualidade orgânica dos produtos. O decreto nº6323 dispõe sobre as relações de trabalho, produção, comercialização,

informação da qualidade, insumos e sobre o sistema brasileiro de avaliação e da fiscalização.

De acordo com a Lei nº 10831 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso 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 do meio ambiente (Brasil, 2003).

Os frutos do tomateiro utilizados nesse experimento foram cultivados de acordo com as normas técnicas da instrução normativa nº64 de dezembro de 2008 (IN nº64), que estabelece as normas e aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (Brasil, 2008).

Em 28 de maio de 2009, foram aprovadas as instruções normativas 17, 18 e 19 que tratam das normas técnicas para a obtenção de produtos orgânicos oriundos do extrativismo sustentável orgânico, regulamento técnico do processamento, armazenamento e transporte de produtos orgânicos e dos mecanismos de controle da informação da qualidade orgânica, respectivamente.

A instrução normativa nº18 (Brasil, 2006) estabelece, entre outros pontos, que: o processamento de produtos orgânicos deverá obedecer igualmente à legislação específica para cada tipo de produto, que sempre incluem boas práticas de manuseio; devem ser utilizados exclusivamente manuseio de produtos e higienização de equipamentos de produtos orgânicos e separação de

produtos não orgânicos; são proibidas radiações ionizantes; todos os ingredientes utilizados no processo devem ser oriundos de produção orgânica; são permitidos usos de aditivos; o uso de enzimas deverá atender à dispositivos legais vigentes; é proibido o uso de organismos geneticamente modificados e métodos de higienização devem seguir os dispostos na instrução. Durante armazenamento e transporte, produtos orgânicos devem ser devidamente acondicionados e identificados, assegurando sua separação de produtos não-orgânicos. O produto a granel deve ser armazenado em áreas separadas e identificadas e transportado isoladamente.

Através da IN nº19, de 28 de maio de 2009 (Brasil, 2009) ficam estabelecidos mecanismos de controle e informação da qualidade orgânica a serem seguidos pelas pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, levando em conta o cadastro de produtores orgânicos, certificado de conformidade orgânica, controle social, declaração de transação comercial, inspeção, organismo de avaliação da conformidade orgânica (OAC), organismo participativo de avaliação da conformidade (OPAC) e o selo do sistema brasileiro de avaliação da conformidade orgânica. O sistema brasileiro de avaliação da conformidade orgânica é integrado por órgãos e entidades da administração pública e federal e pelos organismos de avaliação da conformidade credenciados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O produto ou estabelecimento produtor ou comercializador que tenha aprovada sua conformidade receberá Certificado de Conformidade Orgânica emitido por certificadora credenciada pelo MAPA.

A informação da qualidade orgânica nos rótulos deverá se dar na parte frontal do produto e será identificada pelo uso dos termos: “ORGÂNICO”, “PRODUTO ORGÂNICO”, “PRODUTO COM INGREDIENTES ORGÂNICOS”, sendo o primeiro e o segundo para produtos com 95% ou mais de ingredientes orgânicos. Produtos com 70 a 95% de ingredientes orgânicos

devem conter rótulo com identificação dos ingredientes e apresentar os dizeres: “PRODUTOS COM INGREDIENTES ORGÂNICOS”. Produtos com menos de 70% de ingredientes orgânicos não poderão conter nenhuma expressão relativa à qualidade orgânica.

Para garantir que um produto seja advindo de sistema orgânico de produção, deve haver a conformidade orgânica, pela qual a garantia da qualidade orgânica do produto, obtida em determinada área de produção, é dada por uma terceira parte (certificadora), que não está envolvida no processo de produção e é cadastrada no MAPA. A certificadora inspeciona condições técnicas, sociais e ambientais e verifica se estão de acordo com exigências e legislações de produção orgânica e fornece um selo que identifica produtos e insumos orgânicos com a qualidade específica. Após passar por todas as etapas de avaliação da conformidade orgânica, uma unidade de produção está apta a usar esse selo em seus produtos (Henz et al., 2007).

A partir de 2010, produtos orgânicos no Brasil deverão conter o selo do SISORG (Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica), (Figura 1) que aparecerá na frente do produto, embaixo do qual deve conter a informação do tipo da garantia, que pode ter sido fornecida por certificação ou sistema participativo de garantia.



FIGURA 1 Selo para produtos orgânicos (SISORG).

Ressalta-se, ainda, que produtos orgânicos advindos de agricultores familiares e comercializados em feiras e pequenos mercados são vendidos sem o selo dos SISORG, porém para que o consumidor tenha garantia do produto, os agricultores familiares devem estar vinculados a uma organização de controle social cadastrada nos órgãos do governo, havendo visitas de órgãos do governo e os produtores recebem um documento de garantia dos produtos. Esses produtores não podem utilizar o selo de produtos orgânicos, porém podem utilizar um rótulo ou cartazes no ponto de venda, indicando que os produtos são orgânicos, para venda direta ao consumidor e que estão sujeitos à certificação de acordo com a lei 10831 de 23 de dezembro de 2003 (Brasil, 2003).

2.2.2 Mercado, qualidade e comparação com convencionais

Há um mercado potencial para os produtos orgânicos, uma vez que existe resistência de uma parcela da população em manter a aquisição e consumo de alguns alimentos convencionais como tomate, morango e batata, cujo cultivo conhecidamente envolve o emprego de substanciais quantidades de adubos sintéticos e pesticidas (Penteado, 2000). No entanto, existem controvérsias sobre os alimentos orgânicos, principalmente, quando são classificados como mais nutritivos e seguros, pela escassez de dados científicos que assegurem tais vantagens em relação ao convencional (Paschoal, 1994).

O aumento no consumo de produtos orgânicos pode não estar atrelado apenas com o valor nutricional dos mesmos, mas com a qualidade, método de produção, sustentabilidade agrícola e até por abranger conceitos sociais. Um entrave para o consumo desses produtos pode ser o preço, em média, 40% maior que os produtos produzidos de maneira convencional. (Souza e Alcântara, 2003).

Estudos que compararam alimentos produzidos por meio dos sistemas orgânico e convencional foram avaliados por Bourn & Prescott (2002) sob três

diferentes aspectos: valor nutricional, qualidade sensorial e segurança do alimento. Os autores afirmaram que existe reduzido número de estudos bem controlados, que sejam capazes de viabilizar uma comparação válida. Com possível exceção ao teor de nitratos, os autores não verificaram fortes evidências de que alimentos orgânicos e convencionais diferissem quanto ao teor de nutrientes.

Smith (1993) analisou o teor de minerais de alimentos adquiridos em várias lojas da cidade de Chicago, durante o período de dois anos. Maçãs, pêras, batatas e milho foram selecionados entre amostras de alimentos convencionais e orgânicos, considerando-se variedades e tamanhos similares. Os resultados revelaram que em alimentos orgânicos, as concentrações foram superiores para os seguintes minerais: cálcio (63%), ferro (59%), magnésio (138%), fósforo (91%), potássio (125%), zinco (72,5%), sódio (159%) e selênio (390%). Inversamente, foi verificado menor teor de alumínio (40%), chumbo (29%) e mercúrio (25%).

Ren et al. (2001) avaliaram o teor de polifenóis em cinco hortaliças (couve, repolho chinês, espinafre, alho e pimentão verde) amplamente consumidas no Japão, produzidas por cultivo orgânico e convencional. Os teores dos orgânicos em flavonóides (quercetina) e ácido caféico foram de 1,3 a 10,4 vezes superiores aos encontrados nos convencionais, sugerindo, assim, a influência exercida por diferentes práticas de cultivo.

Ishida & Chapman (2004) estimaram o teor total de carotenóides e, especificamente, o teor de licopeno em amostras de *ketchup* orgânicos e convencionais. As amostras de *ketchup* produzidas por empresas de alimentos orgânicos apresentaram maiores teores de licopeno e de carotenóides totais.

Caris-Veyrat et al. (2004) realizaram um estudo visando à comparação do teor de compostos antioxidantes presentes em tomates cultivados orgânica e

convencionalmente. Os resultados, expressos em base úmida, demonstraram maior teor de vitamina C, carotenóides e polifenóis para o tomate orgânico.

Pesquisa realizada no Brasil por Borguini e Torres (2006) registrou que tomates provenientes de sistema orgânico de produção apresentaram maior teor de fenólicos totais e de ácido ascórbico do que o tomate produzido por cultivo convencional.

Em um estudo durante 21 anos na Europa, Maeder et al. (2002) compararam sistemas orgânicos e convencionais. O sistema orgânico resultou em colheitas 20% menores, porém a quantidade total de insumos nesse tipo de sistema foi reduzida de 34 a 53% e, quando se trata de defensivos, a redução alcançou 97%, o que evidencia o êxito da produção orgânica segundo os autores.

De acordo com Ormond et. al. (2002), o produto orgânico não apresenta diferenças aparentes quando comparado ao convencional, considerando forma, cor ou sabor. O que pode levar o consumidor a optar por esse tipo de alimento é a informação sobre suas vantagens nutricionais, ausência de toxidade e confiança na forma de produção.

De acordo com Borgini e Torres (2006), alguns pesquisadores mantêm-se atentos para controlar variáveis como localização da propriedade, cultivar e maturação na colheita, como uma maneira de reduzir o número de fatores potenciais que podem afetar o valor nutricional. A grande dificuldade em se comparar a qualidade de orgânicos e convencionais está em estabelecer o método científico adequado, ou seja, controlar variáveis como localização dos cultivos, épocas de colheita, ciclo, ponto de maturação, etc. A localização da produção torna-se de grande importância, pois não é possível produzir produtos orgânicos ao lado dos convencionais.

Segundo Bourn & Prescott (2002), a ampla gama de fatores que pode afetar a composição dos alimentos (genéticos, práticas agronômicas, clima e condições de pós-colheita) faz com que as pesquisas sobre o valor nutricional de

alimentos, produzidos orgânica e convencionalmente, tornem-se difíceis de serem estabelecidas e seus resultados interpretados de forma consistente. No entanto, em razão do crescente interesse pelo tema e ao aumento da produção e do consumo de alimentos orgânicos, maior número de pesquisas devem ser implementadas neste sentido. Existe uma tendência, que pode ser observada por meio dos resultados das pesquisas, anteriormente citadas, que indica maior teor de nutrientes para os alimentos produzidos organicamente.

2.2.3 Adubação orgânica

Fertilizantes orgânicos (ou adubos) possuem natureza orgânica, sendo obtidos de matérias-primas de origem animal ou vegetal, sejam provenientes do meio rural, de áreas urbanas ou da agroindústria. Os fertilizantes orgânicos podem ou não ser enriquecidos com nutrientes de origem mineral (não orgânica), podendo ser divididos em quatro tipos principais: fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos e organominerais (Henz et al., 2007).

Composto orgânico é o produto final da decomposição aeróbia de resíduos vegetais e animais. Atua como condicionador e melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, fornece nutrientes, favorece o rápido enraizamento e aumenta a resistência das plantas. (Henz et al., 2007). Níveis de nutrientes minerais fornecidos na adubação podem influenciar níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas, pela sua influência sobre processos bioquímicos e fisiológicos (Ferreira et al., 2006).

A compostagem é uma técnica simples que visa à transformação de sobras de materiais vegetais pela adição de esterco de qualquer origem, em compostos ricos em nutrientes utilizados para adubação das culturas. É o resultado da ação de inúmeros organismos, variando desde aqueles que podem ser vistos a olho nu, até microorganismos, que são os mais efetivos e importantes para o processo (Couto et al., 2008). A escolha da matéria-prima é

importante para maior eficiência da compostagem, a relação carbono/nitrogênio (C/N) inicial ótima é de (25-35:1) e pode ser atingida com o uso de 75% de restos vegetais variados e 25% de esterco. Esses resíduos são dispostos em camadas alternadas, formando uma leira ou monte de dimensões e formatos variados (Henz et al., 2007).

Toor et al. (2006) verificaram a influência de diferentes tipos de fertilizantes sobre os principais componentes antioxidantes de tomates e concluíram que as fontes de adubos podem ter um expressivo efeito sobre a concentração destes compostos. A utilização de adubos orgânicos aumentou os níveis de fenólicos totais e ácido ascórbico. Porém, os autores afirmam que são necessários estudos em escala comercial, para que seja possível a confirmação de tais resultados.

Premuzic et al. (1998) compararam o teor de ácido ascórbico de tomates cultivados com substrato orgânico aos tomates cultivados hidroponicamente e registraram teor maior de ácido ascórbico para os frutos produzidos mediante utilização de composto orgânico.

Alguns autores afirmam que os alimentos orgânicos são superiores nutricionalmente aos convencionais, existindo estudos que apontam para esta diferença e estudos que contestam essa afirmação, não existindo consenso do ponto de vista científico. Os defensores da tese afirmam que o aumento dos nutrientes nos cultivos orgânicos seria obtido em função do uso de insumos diferenciados, compostos orgânicos, biofertilizantes, húmus de minhoca, dentre outros, excluindo-se adubos químicos e agrotóxicos, que são amplamente utilizados na agricultura convencional. Enquanto os primeiros apresentam uma gama variada de macro e micro elementos em sua composição química, os adubos e fertilizantes sintéticos são restritos a alguns poucos elementos (Pauletti & Bortolini, 2007).

Fornari (2002) e Pinheiro & Barreto (2005) relatam que análises químicas realizadas em amostras de húmus, compostos orgânicos e pós de rocha revelam mais de cinquenta nutrientes presentes nestes insumos, ao passo que os fertilizantes sintéticos, a exemplo do NPK, possuem somente três, representados pelas próprias letras: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) - que são elementos exigidos em maiores quantidades pelas plantas. Desse modo, as plantas cultivadas no sistema orgânico se desenvolvem com maior diversidade de elementos no solo, o que proporcionaria o aumento nos teores de determinados nutrientes.

2.3 Qualidade

O termo qualidade pode assumir inúmeras definições, assim, Vilas Boas (2002), afirma que as características de qualidade envolvem atributos técnicos mensuráveis, e que a qualidade pode ser intrínseca – associada ao produto ou extrínseca – associada à percepção do produto dentro do sistema de manuseio. Alguns termos como aceitabilidade, aceitação, vida de prateleira, qualidade associada com produto e percepção, manutenção da qualidade e características de qualidade estão intimamente relacionados com a qualidade como um todo.

Qualidade é um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto hortícola, apresenta grande variedade de conceitos por ser relacionada a fatores subjetivos e objetivos. Entre os fatores subjetivos são considerados os aspectos econômicos, culturais, éticos, religiosos, psicológicos e outros do consumidor e fatores objetivos incluem características sensoriais, nutricionais, segurança no uso do alimento, o qual deve ser inócuo à saúde do consumidor (Chitarra & Chitarra, 2005).

De um modo abrangente, a qualidade pode ser definida como o conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação desse produto pelo

consumidor. As características de qualidade de produtos hortícolas, de um modo geral, podem ser expressas pela integridade, frescor, “flavor” e textura, características combinadas com outras propriedades físicas, químicas ou estéticas, visando a relacionar a composição química com os atributos organolépticos e nutricionais (Chitarra & Chitarra, 2005). De acordo com os mesmos autores, os atributos de qualidade podem ser agrupados em categorias (Tabela 2), devendo ser considerados em conjunto não só para satisfazer a necessidade do consumidor, como também, para proteção da saúde pública.

TABELA 2 Atributos de qualidade para frutas e hortaliças.

Atributos	Componentes
Sensoriais	
Aparência	Tamanho: dimensões, peso, volume Forma: diâmetro longitudinal x transversal, uniformidade Cor: intensidade, luminosidade Brilho: lustre, aparência externa Defeitos: externos e internos (morfológicos, físicos x mecânicos, fisiológicos, patológicos, entomológicos)
Textura	Firmeza, dureza, maciez, fragilidade, succulência, granulidade, resistência e fibrosidade
“Flavor” (sabor e aroma)	Doçura, acidez, adstringência, amargor, aroma (voláteis), sabores e odores estranhos.
Rendimento	Relação entre casca : polpa : caroço Volume de suco, número de sementes Índice tecnológico (suco: sólidos solúveis)
Valor nutritivo	Carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas, minerais
Segurança	Substâncias tóxicas naturais, contaminantes (resíduos, metais), micotoxinas, microorganismos patogênicos ao homem.

Fonte: Chitarra & Chitarra (2005)

A coloração é tida como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, e varia intensamente com espécies e cultivares. Modificações na coloração das frutas com a maturação ocorrem tanto pelos processos degradativos como sintéticos. A textura é tida como conjunto de características

sensíveis ao tato (entre elas a firmeza) e relaciona-se com o flavor, pois a liberação de compostos presentes no produto que são perceptíveis ao paladar, são também relacionadas com a estrutura do tecido (Chitarra & Chitarra, 2005).

Durante a maturação de frutos, uma das principais modificações em suas características é o acúmulo de açúcares, o qual ocorre simultaneamente com a acidez. O teor de açúcares normalmente aumenta com o amadurecimento de frutas por meio de processos sintéticos ou pela degradação de polissacarídeos. A determinação de sólidos solúveis totais é uma técnica simples, que são expressos em graus Brix (°B), sendo utilizados como uma medida indireta do teor de açúcares, uma vez que há aumento do valor à medida que esses teores vão se acumulando na fruta (Chitarra & Chitarra, 2005).

A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada em sais ésteres, etc. Em tomates, o ácido predominante é o cítrico, e em muitas frutas, o equivalente entre os ácidos orgânicos e os açúcares é utilizado como critério de avaliação do “flavor”.

2.4 Vitamina C

A vitamina C é um nutriente de destaque em razão da sua grande importância na nutrição humana. Essa vitamina é representada por 2 componentes que possuem atividade biológica: o ácido ascórbico (AA), principal componente e o ácido dehidroascórbico (DHA). Há poucas décadas, o DHA era tido como um produto da oxidação do AA e não como uma molécula com sua importância química e características biológicas. Embora ambas as moléculas tenham atividade antiescorbútica quando ingeridas, o DHA possui outras propriedades que o distinguem do AA. Por exemplo: o DHA é mais reativo e menos instável em solução que o AA. Além disso, o DHA pode ser

reduzido a AA ou rapidamente hidrolisado e oxidado, funcionando tanto como um agente oxidante quanto redutor (Deutsch, 2000).

As frutas e hortaliças são responsáveis por 95% das fontes de ácido ascórbico na alimentação humana, sendo este um dos mais importantes nutrientes encontrados nestes alimentos (Matsuura, 2001).

A vitamina C é necessária para a prevenção do escorbuto e manutenção da saúde da pele, mucosas e vasos sanguíneos. Essa vitamina é também conhecida por possuir diversas atividades biológicas, como a formação de colágeno, absorção de ferro inorgânico, redução dos níveis de colesterol plasmático, inibição da formação de nitrosaminas, melhora do sistema imune e reação com o oxigênio e outros radicais livres. Como um antioxidante, a vitamina C reduz o risco de arteriosclerose, doenças cardiovasculares e ainda algumas formas de câncer. Embora as hortaliças, em geral, forneçam quantidades menores de vitamina C do que as frutas, destacam-se pelo seu amplo consumo, o que as coloca como alimentos fonte da vitamina (Lee & Kader, 2000).

Nos últimos anos, tem havido uma maior preocupação, por parte dos consumidores, em relação à qualidade nutricional dos alimentos. No caso da vitamina C, existe um interesse tanto dos consumidores quanto dos fabricantes de alimentos, uma vez que esse nutriente é um dos mais sensíveis às condições de processamento e de armazenagem, e a sua degradação está relacionada com diversos fatores, tais como oxigênio, pH, luz, temperatura e conteúdo de umidade ou atividade de água (Gabas et al., 2003).

Della Lucia et al. (2008) não observaram diferenças nos conteúdos de vitamina C em amostras de tomates submetidos a armazenamento e sanitização, demonstrando que condições padronizadas de estocagem (sob refrigeração) e sanitização (15 minutos a 200 ppm) são importantes para controlar perdas de vitamina C. Os autores comentam que etapas de higienização dos alimentos

estão associadas com a perda de vitaminas hidrossolúveis, por meio do do processo de lixiviação, uma vez que o contato direto da água com o alimento interfere no teor dessas vitaminas.

A higienização de vegetais em água corrente pode acabar resultando em perdas de vitaminas, aumentadas pela imersão por períodos prolongados (Rodrigues & Pinheiro, 2003). Campos (2006) verificaram que o armazenamento sob refrigeração beneficiou a retenção de AA em tomates, uma vez que a retenção média foi de 89% à temperatura de 10°C e de 81% à temperatura ambiente (média de 24°C).

Segundo Lee & Kader (2000), tomates acumulam ácido ascórbico durante o processo de amadurecimento, mesmo que este seja realizado após a colheita.

2.5 Carotenóides

Carotenóides são um grupo de pigmentos associados com a clorofila nos cloroplastos e também são encontrados nos cromoplastos. Sua coloração varia de vermelho, laranja e amarelo até marrom (Kays, 1991). Quimicamente, são terpenóides, contendo oito unidades isoprênicas e todos são compostos de 40 átomos de carbono. Contemplam o grupo dos carotenos e seus derivados oxigenados e as xantofilas, sendo ambos insolúveis em água, apesar das xantofilas serem menos hidrofóbicas que os carotenos. Na figura seguinte, estão apresentadas algumas estruturas de carotenóides.

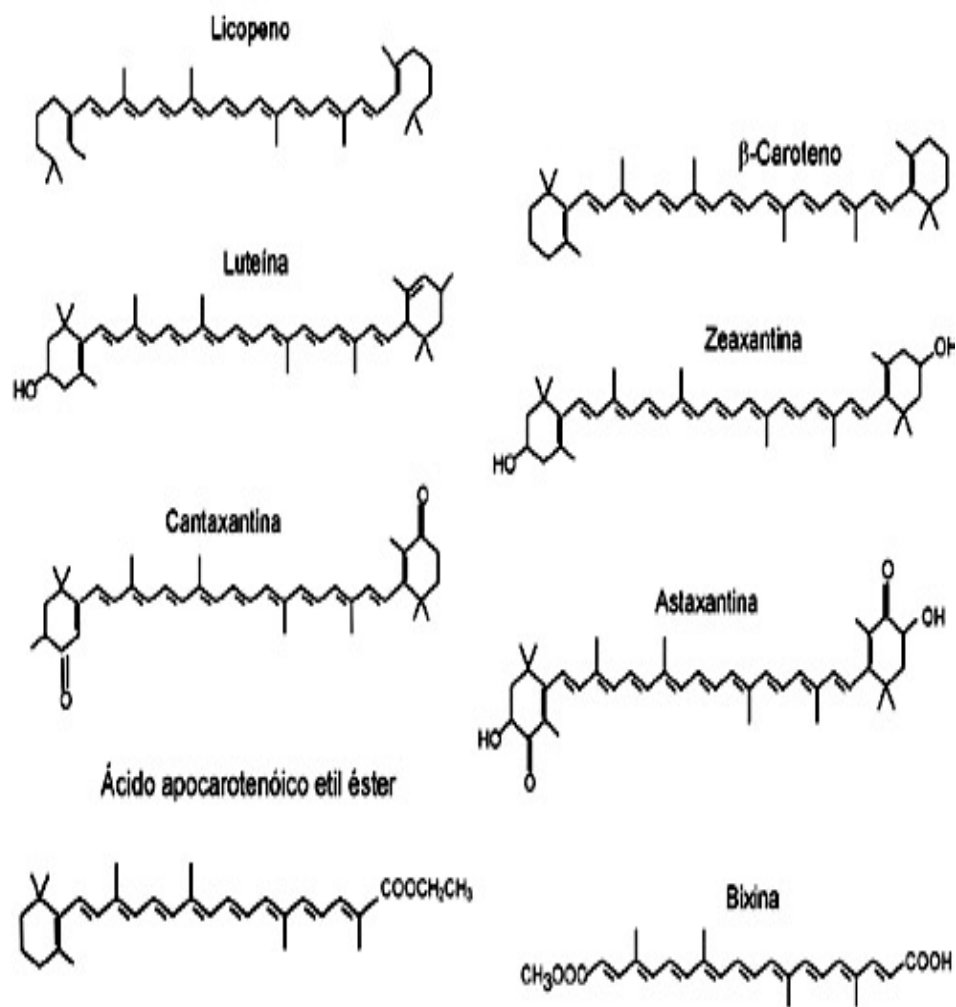


FIGURA 2 Estrutura de carotenóides. Fonte: Fontana, 1997.

Aproximadamente 600 carotenóides são encontrados na natureza, os quais formam dois grandes grupos denominados: (1) carotenos que consistem em hidrocarbonetos puros; e (2) xantofilas, hidrocarbonetos que possuem grupos funcionais oxigenados (Haegele et al., 2000). Quarenta desses podem ser encontrados em alimentos e, como resultado de uma absorção seletiva do trato gastrointestinal, apenas 14 carotenóides são biodisponíveis (Khachik et al., 1991), biodisponibilidade que se apresenta de forma quase ilimitada (Parker et al., 1999).

O licopeno é um carotenóide sem a atividade da pró-vitamina A, lipossolúvel, composto por onze ligações conjugadas e duas ligações duplas não conjugadas. Como carotenóide, o licopeno é um pigmento natural sintetizado por plantas e microorganismos, mas não por animais. Esse polieno também sofre variações cis-trans por isomeria geométrica, induzida por luz, energia térmica ou reações químicas. O licopeno encontrado em plantas está predominantemente na configuração trans, a forma termodinamicamente mais estável, e no plasma humano, este composto se encontra em uma mistura isomérica contendo cerca de 50 % do licopeno total na forma cis (Rao & Agarwal, 2000).

Estudos clínicos tratando de carotenóides passaram por duas descobertas: por volta de 1970, com as demonstrações de que princípios da proteção contra luz dos carotenóides em bactérias, algas e plantas poderiam ser aplicados em humanos que sofriam de doenças com fotossensibilidade e também com a publicação de Peto et al. (1981), que relatam o caroteno como um anticancerígeno, o que, rapidamente, resultou em interesse mundial em estudos nesse sentido.

Como funções dos carotenóides, podemos citar que são pigmentos que auxiliam na fotossíntese, proteção contra sensibilidade solar e clivagem da vitamina A, agem como antioxidantes e possuem associação com a diminuição

do risco de degeneração de células e alguns tipos de câncer e eventos cardiovasculares (Krinsky, 1993).

O aumento no consumo de tomates e produtos derivados têm sido associados com a diminuição de riscos de câncer. Um composto solúvel em gorduras foi identificado em tomates como sendo o responsável por essa associação com o licopeno na prevenção da doença. Deve haver, porém, outros antioxidantes presentes em alimentos contendo tomates e a capacidade total antioxidante deve ser uma forma de aumentar os benefícios para a saúde dessa hortaliça (Djuric & Powell, 2001). Os mesmos autores, em estudos comparando a atividade antioxidante e conteúdo de extratos orgânicos em vários produtos derivados contendo licopeno, mostram que alimentos com maior capacidade oxidante não possuem os maiores níveis de licopeno, indicando, assim, a importância do consumo de diferentes produtos derivados do tomate para que se obtenha a maior variedade de antioxidantes possíveis na dieta.

Os tomates aparecem como as maiores fontes de licopeno. É preciso lembrar, no entanto, que produtos derivados também apresentam teores deste fitoquímico, sendo que a associação do licopeno com o tomate se estende a manufatura dos produtos como molho, sopa, suco e extrato de tomate, e o ketchup. Além disso, muitos desses alimentos processados são fontes mais ricas em licopeno biodisponível do que o tomate fresco (Giovannucci et al., 1999). A fruta crua apresenta, em média, 30mg de licopeno kg^{-1} fruto; o suco de tomate, cerca de 150 mg licopeno.litro⁻¹; e o ketchup contém em média 100mg.kg⁻¹ do produto (Stahl & Sies, 1999).

Existem fatores que influenciam a absorção do licopeno, como substâncias presentes no fruto, que podem ajudar a manter a estabilidade deste fitoquímico (Shami & Moreira, 2004). Além disso, por ser um carotenóide, lipossolúvel, ele é mais bem absorvido na presença de gorduras saudáveis. A adição de uma dose moderada de gordura monoinsaturada facilita o transporte, a

absorção e a ação do licopeno no organismo. Por isso, recomenda-se acrescentar um fio de azeite de oliva nas preparações à base de tomates (Fernandes, 2004).

2.6 Atividade antioxidante

Nos últimos anos, uma quantidade substancial de evidências tem indicado o papel chave dos radicais livres e outros oxidantes como grandes responsáveis pelo envelhecimento e pelas doenças degenerativas associadas ao envelhecimento, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata, declínio do sistema imune e disfunções cerebrais (Atoui et al., 2005).

Espécies reativas de oxigênio (EROs), tais como radical hidroxila, ânion radical superóxido e hidroperoxila, causam danos ao DNA ou podem oxidar lipídios e proteínas. Os EROs atacam as cadeias de ácidos graxos poliinsaturados dos fosfolipídios e do colesterol, abstraindo um hidrogênio do grupo metileno *bis*-alílico, iniciando assim o processo de peroxidação lipídica nas membranas celulares (Sousa et al., 2007).

O termo radical livre é frequentemente usado para designar qualquer átomo ou molécula com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, nos orbitais externos. Isso determina uma atração para um campo magnético, o que pode torná-lo altamente reativo, capaz de reagir com qualquer composto situado próximo à sua órbita externa, passando a ter uma função oxidante ou redutora de elétrons (Halliwell, 1999). A produção excessiva de radicais livres pode conduzir a diversas formas de dano celular e sua cronicidade pode estar envolvida com a etiogênese ou com o desenvolvimento de numerosas doenças (Shami & Moreira, 2004).

Krinsky (1993) comenta que existem muitas evidências dos efeitos antioxidantes dos carotenóides, avaliados pela inibição da peroxidação lipídica na presença dos mesmos. Aumento da evidência que os carotenóides funcionam como antioxidantes é divulgado por meio de modelos animais, nos quais os

pigmentos eram injetados ou acrescentados à dieta. Dois aspectos dos carotenóides são de bastante importância *in vivo*: o primeiro é a eficiência dessas moléculas em diminuir a peroxidação lipídica e a segunda é a habilidade dessas moléculas em modularem níveis endógenos de outras moléculas antioxidantes.

George et al. (2004) relataram a relação entre o consumo de produtos a base de tomates e a diminuição do risco de alguns tipos de câncer. Estudos epidemiológicos encontraram que os efeitos variavam com o tipo de antioxidante presente nos tomates. Assim, estudaram o poder oxidante e biooxidante de 12 genótipos de tomate e encontraram diferenças significativas no teor de licopeno, ácido ascórbico e fenólicos entre os vários genótipos. A atividade de radicais livres foi maior na fração hexano contendo licopeno, que na fração metanol contendo fenólicos. Na casca do tomate foram encontradas grandes quantidades de ácido ascórbico e fenólicos e os tomates-cereja possuíam os maiores conteúdos antioxidantes.

Abushita et al. (1997) avaliaram o teor de vitaminas antioxidantes (Vitamina E, Vitamina C e β caroteno) em tomates, usando HPLC, permitindo a separação e quantificação dessas vitaminas nas diferentes cultivares avaliadas. O extrato carotenóide foi fracionado em 14 componentes incluindo licopeno, β caroteno e luteína como os presentes em maior quantidade. As maiores concentrações de β caroteno foram encontradas em frutos das cultivares Monika, Ultimo e Falcato

Molyneux et al. (2004) estudaram propriedades antioxidantes e cor de tomates cultivados em casa-de-vegetação, usando hidroponia. Foram feitas medições em tomates recém-colhidos e após dois e cinco dias de armazenamento no escuro. Houveram diferenças significativas nos teores de licopeno, ácido ascórbico e atividade antioxidante total em frutos das 5 diferentes cultivares avaliadas, enquanto o conteúdo total de fenólicos foi similar.

Sies & Stahl (2004) relatam a proteção nutricional dos carotenóides contra doenças de pele decorrente da luz do sol. Alegam que sem a aplicação de componentes para a proteção, a pele conta somente com a defesa endógena. Micronutrientes podem agir absorvendo UV e como antioxidantes e, entre os nutrientes citados, estão carotenóides, tocoferóis, ascorbato e flavonóides como maiores contribuintes para a defesa contra essas doenças.

2.7 Nitrato em alimentos

As plantas, que nos fornecem alimentos, devem também ser alimentadas para que forneçam suas partes utilizáveis no melhor rendimento e qualidade possíveis. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes minerais mais exigidos pelas culturas, demandando aplicações de doses elevadas na adubação. O Nitrogênio é um elemento mineral imprescindível de ser fornecido, e para que as plantas o absorvam, deve estar preferencialmente na sua forma mais biodisponível, na forma de nitrato, (NO_3^-), molécula essa que deve ser metabolizada no organismo vegetal e animal para que não seja tóxica ao mesmo.

Antes de constituir compostos orgânicos formando aminoácidos, proteínas e outros compostos nitrogenados, o nitrato absorvido pelas raízes deve ser primeiramente reduzido para amônio (NH_4^+), e esta redução, em sua maior parte, ocorre nas folhas e em duas etapas: a primeira no citoplasma, em que o nitrato passa para nitrito (NO_2^-), processo mediado pela enzima nitrato redutase; a segunda nos cloroplastos, em que o nitrito passa para amônio, por ação da enzima nitrito redutase. Na primeira etapa, o agente redutor é o NADH^+ , originado na respiração, e na segunda etapa, nos cloroplastos, o agente redutor é a ferredoxina, cujos elétrons são originados no fotossistema I da fase fotoquímica da fotossíntese (Faquin & Andrade, 2004). Na sequência, o amônio combina-se a compostos (ou cadeias) orgânicos, formando glutamina e, a partir dela, outros aminoácidos. Os aminoácidos são as unidades básicas na formação

de proteínas, as quais participam dos processos metabólicos das plantas, tendo papel funcional e estrutural (Taiz & Zeiger, 2004).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), as plantas podem assimilar nitrato tanto nas raízes quanto nas partes aéreas (Figura 3). Quando, em algumas plantas, as raízes recebem pequenas quantidades de nitrato, o mesmo é reduzido principalmente nesses órgãos. À medida que o suprimento de nitrato aumenta, uma proporção maior do nitrato absorvido é translocado para as partes aéreas onde será assimilado. Mesmo sob condições similares de disponibilidade do nitrato, o balanço do metabolismo do nitrato entre as raízes e a parte aérea – conforme indicado pela proporção da atividade da nitrato redutase em cada um dos dois órgãos, ou pelas concentrações relativas do nitrato e do nitrogênio reduzido na seiva do xilema – varia de espécie para espécie.

O acúmulo de nitrato pode ser influenciado por diversos fatores, como período do dia e idade da planta (Turazi et al., 2006), partes da planta (Cometti et al., 2000) e sistema de cultivo das hortaliças (Favaro-Trindade et al., 2007).

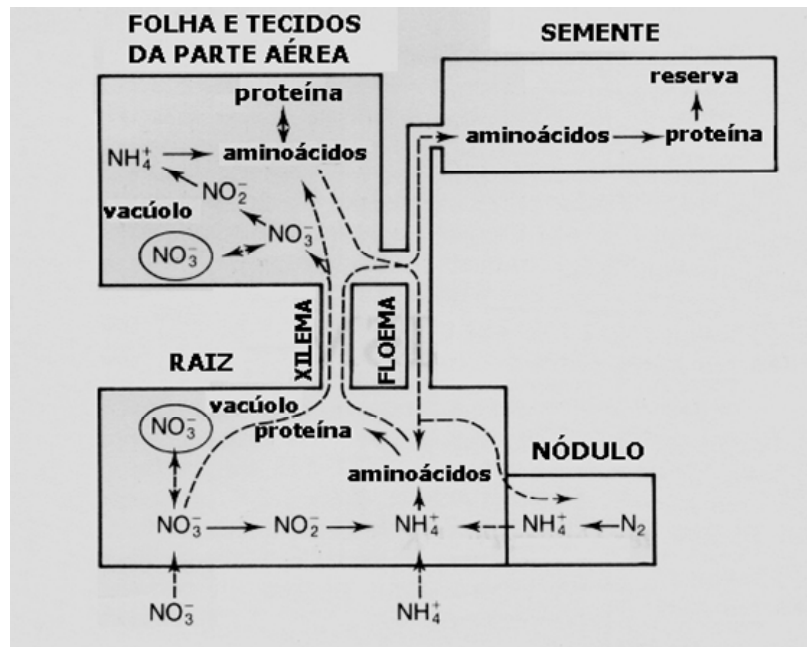


FIGURA 3 O nitrato e suas conversões na planta. Fonte: Taiz & Zeiger (2004).

2.8 Armazenamento de hortaliças

Produtos perecíveis, em geral, necessitam ser armazenados para balancear as flutuações do mercado entre colheita e comercialização diária, podendo ainda ser armazenados ao longo do tempo, para aumentar o período de comercialização, após o final da estação de colheita. O grau de perecibilidade dos produtos hortícolas está relacionado com a sua fase de desenvolvimento.

As condições ideais de armazenamento variam largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses produtos podem ser armazenados pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, tais como: sabor, aroma, textura, cor e teor de umidade. O período de armazenamento depende, sobretudo, da atividade respiratória do

produto, suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos microorganismos causadores de doenças (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os principais objetivos do armazenamento incluem: redução da atividade biológica do produto, redução do crescimento de microorganismos e redução da perda d'água. O produto a ser armazenado deve estar na melhor condição e qualidade possíveis, para que possa ter um maior tempo de armazenamento. Assim, os seguintes aspectos devem ser considerados: isenção de danos superficiais, amassamentos, doenças e infecção insipiente, pré-resfriamento e embalagem adequados imediatamente após a colheita (Chitarra & Chitarra, 2005).

Os fundamentos para sucesso no armazenamento de hortaliças incluem: ponto ideal de colheita (no tomate, quando aparecem os sinais avermelhados no ápice do fruto ou frutos mais vermelhos para mercados mais próximos ou ainda frutos totalmente vermelhos que apresentam melhores condições organolépticas), redução da temperatura, manutenção da higiene, emprego de condições ideais no beneficiamento, utilização de umidade relativa apropriada e verificação da embalagem mais adequada (Luengo & Calbo, 2001).

O estágio de desenvolvimento tem influência pronunciada na taxa respiratória e, conseqüentemente, no período de armazenamento. Hortaliças colhidas prematuramente apresentam qualidade inferior após o amadurecimento, embora possam ter maior período de armazenamento. Também ocorrem variações no período de armazenamento com a cultivar, que não podem ser atribuídas a um único fator, são resultantes de interrelações entre inumeráveis fatores genéticos, culturais e ambientais (Chitarra & Chitarra, 2005)

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de hortaliças frescas, os demais métodos são utilizados como complemento do abaixamento da temperatura. A qualidade comestível, em muitos produtos perecíveis, aumenta após a colheita e depois decai rapidamente,

se não for utilizado o processo de armazenamento a frio. Sem esse cuidado, as deteriorações são mais rápidas em razão da produção do calor vital e a liberação do CO₂, decorrentes da respiração. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator mais importante, não só do ponto de vista comercial, como também por controlar a senescência, uma vez que regula a taxa de todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados (Chitarra & Chitarra, 2005).

A temperatura ótima de armazenamento do tomate depende do estágio de maturação, sendo que frutos verdes devem ser armazenados em temperaturas em torno de 13°C, frutos parcialmente maduros em torno de 10°C e frutos maduros podem ser armazenados em temperaturas de 8°C (Luengo & Calbo, 2001). Cantwell & Kasmire (2002) citam que tomates verdes devem ser armazenados em temperaturas iguais ou maiores que 12°C, e tomates parcialmente maduros podem ser armazenados em temperaturas iguais ou superiores a 10°C. O dano pelo frio é caracterizado pelo desenvolvimento de manchas escuras na epiderme, prejudicando a sua comercialização, sendo também um fator muito importante na avaliação da qualidade do tomate (Luengo & Calbo, 2001). Cantwell & Kasmire (2002) citam que esse distúrbio fisiológico ocorre quando os frutos são armazenados abaixo da temperatura recomendada e que a severidade do sintoma depende da temperatura e do tempo de exposição.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUSHITA, A.A.; HEBISHI, E.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. **Food Chemistry**, London, v.60, n.2, p.207-212, Apr. 1997.

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

AMORIM, U.A. **Programa de hortas domésticas e comunitárias**. Belo Horizonte: CONAB, 1987. Disponível em: <<http://minas.ceasa.mg.gov.br/scriptcase/file/docacervo/Programas%20de%20Hortas%20Domesticas%20e%20Comunitarias.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos**: nota técnica para divulgação dos resultados. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/residuos/resultados_PARA_2008.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2009.

ATOUI, A.K.; MANSOURI, A.; BOSKOU, G.; KEFALAS, P. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. **Food Chemistry**, London, v.89, n.1, p.27-36, Feb. 2005.

BORGUINI, R.G.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.64-75, ago. 2006.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, London, v.42, n.1, p.1-34, Jan. 2002.

BRASIL. **Decreto n. 6.323**, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/Decreto/D6323.htm>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 18**, de 20 de julho de 2006. Aprova o modelo da Guia de Trânsito Animal (GTA) a ser utilizado em todo o território nacional para o trânsito de animais vivos, ovos férteis e outros materiais de multiplicação animal. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17165>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 64**, de 18 de dezembro de 2008. Aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19345>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 4**, de 19 de fevereiro de 2009. Aprova os requisitos fitossanitários para a importação de grãos de trigo (*Triticum aestivum*) (Categoria 3 , Classe 9) produzidos na Rússia. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19493>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei n. 10.831**, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, DF, 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=5114>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

CAMPOS, F.M. **Avaliação de práticas de manipulação de hortaliças visando à preservação de vitamina C e carotenóides**. 2006. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CANTWELL, M.I.; KASMIRE, R.E. Postharvest handling systems: fruit vegetables. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 2002. p.407-421.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M.J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J.C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees: consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.21, p.6503-6509, Oct. 2004.

CARVALHO, J.I.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n.58, p.6-14, jun. 2007. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/mat_capa.pdf>. Acesso em: 15 maio 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COMETTI, N.N.; FERNANDES, M.S.; MATIAS, G.C.S. Teores de N-amino livre, açúcares solúveis, nitrato e N-protéico nas várias partes da alface. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRÍZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. 1 CD-ROM.

COUTO, J.R. do; RESENDE, F.V.; SOUZA, R.B.; SAMINEZ, T.C.O. **Instruções práticas para a produção de composto orgânico em pequenas propriedades**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2008. 8p. (Comunicado Técnico, 53).

DEUTSCH, J. Dehydroascorbic acid: review. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v.881, n.1/2, p.299-307, June 2000.

DJURIC, Z.; POWELL, L.C. Antioxidant capacity of lycopene-containing foods. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v.52, n.2, p.143-149, Mar. 2001.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.

FAVARO-TRINDADE, C.S.; MARTELLO, L.S.; MARCATTI, B.; MORETTI, T.S.; PETRUS, R.R.; ALMEIDA, E. de; FERRAZ, J.B.S. Efeito dos Sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade de alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.10, n.2, p.111-115, abr./jun. 2007.

FERNANDES, M. **Tomates e seus “superpoderes”**. Rio de Janeiro: Copacabana Runners, 2004. Disponível em: <<http://www.copacabanarunners.net/tomates.html>>. Acesso em: 12 jun. 2009.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.2, p.141-145, abr./jun. 2006.

FONTANA, J.D.; MENDES, S.V.; PERSIKE, D.S.; PERACETTA, L.F.; PASSOS, M. **Carotenóides cores atraentes e ação biológica**. Curitiba: Herbario Paranaense, 1997. Disponível em: <http://www.herbario.com.br/dataherb06/1112_carotenoid.Htm>. Acesso em: 20 maio 2009.

FORNARI, E. **Manual prático de agroecologia**. São Paulo: Aquarina, 2002. 237p.

GABAS, A.L.; TELIS-ROMERO, C.; MENEGALLI, F.C. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, p.66-70, jan. 2003. Suplemento.

GEORGE, B.; KAURA, C.; KHURDIYA, D.S.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, London, v.84, n.1, p.45-51, Jan. 2004.

GIOVANNUCCI, E.; ASCHERIO, A.; RIMM, E.B.; STAMPFER, M.J.; COLDITZ, G.A.; WILLET, W.C. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, Bethesda, v.87, n.3, p.1767-1776, Sept. 1999.

HAEGELE, A.D.; GILLETTE, C.; O'NEILL, C.; WOLFE, P.; HEIMENDINGER, J.; SEDLACEK, S. Plasma xanthophyll carotenoids correlate inversely with indices of oxidative DNA damage and lipid peroxidation. **Cancer Epidemiology Biomarkers and Preview**, Philadelphia, v.9, n.4, p.421-425, Nov. 2000.

HALLIWELL, B. Oxidative stress and cancer: have we moved forward? **Biochemical Journal**, London, v.401, n.1, p.1-11, Feb. 1999.

HENZ, G.P.; ALCÂNTARA, F.A.; RESENDE, F.V. **Produção orgânica de hortaliças**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2007. 308p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção de tomates: produção agrícola municipal. Rio de Janeiro, 2006. 1 CD-ROM.

ISHIDA, B.K.; CHAPMAN, M.H. A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.26, p.8017-8020, Dec. 2004.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: V.N. Reinhold, 1991. 532p.

KHACHIK, F.; BEECHER, G.R.; GOLI, M.B. Separation, identification, and quantification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid chromatography. **Pure Applied Chemistry**, Bristol, v.63, n.1, p.71-80, Jan. 1991.

KRINSKY, N.I. Actions of carotenoids in biological systems. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.13, n.1, p.561-580, July 1993.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing Vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, n.3, p.207-220, Nov. 2000.

LUCIA, C.M. della; CAMPOS, F.M.; OLIVEIRA, D.S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Validação de critérios para controle de perdas de vitamina C em hortaliças preparadas em unidade de alimentação e nutrição hospitalar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.809-816, out. 2008.

LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G. **Armazenamento de hortaliças**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2001. 241p.

MAEDER, P.; FLIEBACH, A.; DUBOIS, D.; GUNST, L.; FRIED, P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science**, New York, v.296, n.5573, p.1694-1697, May 2002.

MATSUURA, F.C.A. Avaliações físico-química em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia Punicifolia* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.602-606, maio/jun. 2001.

MOLYNEUX, S.L.; LISTER, C.E.; SAVAGE, G.P. An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v.55, n.7, p.537-545, July 2004.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p.3-34, mar. 2002.

PARKER, R.S.; SWANSON, J.E.; YOU, C.S.; EDWARDS, A.J.; HUANG, T. Bioavailability of carotenoids in human subjects. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v.58, n.1, p.155-162, Jan. 1999.

PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos**: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI. Piracicaba: EDUSP, 1994. 191p.

PAULETTI, E.S.S.; BORTOLINI, F. **Análise nutricional de hortaliças orgânicas e convencionais ofertadas no mercado local de concórdia e possíveis impactos sobre a saúde humana**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2007. Disponível em: <<http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/0730216149.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2009.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**. Campinas: Grafimagem, 2000. 113p.

PETO, R.; DOLT, R.J.; BUCKLEY, J.D.; SPORN, M.B. Can dietary 13-carotene materially reduce human cancer rates? **Nature**, London, v.290, p.201-208, Mar. 1981.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S.B. **Farinha de Rocha**: agricultura sustentável, trofobiose e biofertilizantes. São Paulo: Fundação Uquirá Candiru, 2005. 273p.

PREMUZIC, Z.; BARGIELA, M.; GARCIA, A.; RONDINA, A.; LORIO, A. Calcium, iron, potassium, phosphorus and vitamin C content of organic and hidroponic tomatoes. **Hortscience**, Alexandria, v.33, n.2, p.255-257, Apr. 1998.

RAO, A.V.; AGARWAL, S. Role of antioxidant lycopene in cancer and heart disease. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.19, n.5, p.563-569, Oct. 2000.

REN, H.; ENDO, H.; HAYASHI, T. Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content of pesticide-free and organically cultivated green vegetables using water-soluble chitosan as a soil modifier and leaf surface spray. **Journal of Science Food and Agriculture**, Easton, v.81, n.15, p.1426-1432, Dec. 2001.

RODRIGUES, C.M.A.; PINHEIRO, H.M. É possível prevenir perdas de vitaminas em alimentos? **Nutrição em Pauta**, São Paulo, v.9, n.63, p.12-18, nov./dez. 2003.

SHAMI, N.J.; MOREIRA, E.A. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.2, p.227-236, jun. 2004.

SIES, H.; STAHL, W. Nutritional protection against skin damage from sunlight. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.24, n.2, p.173-200, Feb. 2004.

SMITH, B.L. Organic foods vs. Supermarket foods: element levels. **Journal Applied Nutrition**, La Habra, v.45, n.1, p.35-39, Mar. 1993.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA JUNIOR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.351-355, mar./abr. 2007.

SOUZA, A.P.O.; ALCÂNTARA, R.L.C. Alimentos orgânicos: estratégias para o desenvolvimento do mercado. In: NEVES, M.F.; CASTRO, L.T. (Org.). **Marketing e estratégia em agronegócios e alimentos**. São Paulo: Atlas, 2003. p.332-347, 365p.

STAHL, W.; SIES, H. Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. In: PACKER, L.; HIRAMATSU, M.; YOSHIKAWA, T. **Antioxidant food supplements in human health**. San Diego: Academic, 1999. p.183-198.

TABELA brasileira de composição de alimentos. Campinas: UNICAMP, 2006. 105p.

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

TOOR, R.K.; SAVAGE, G.P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food and Complementar Analisis**, San Diego, v.19, n.1, p.20-27, Jan. 2006.

TURAZI, C.M.V.; JUNQUEIRA, A.M.R.; OLIVEIRA, S.A.; BORGIO, L.A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.4, p.65-70, out./dez. 2006.

VILAS-BOAS, E.V.B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p.

CAPÍTULO 2

QUALIDADE DE TOMATES TIPO ITALIANO SUBMETIDOS A DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO

1 RESUMO

Híbridos comerciais e experimentais de tomate (San Vito, Giuliana, Jupiter, HEM031) foram cultivados em sistema orgânico de produção com quatro doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 t ha⁻¹) no campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF e colhidos em julho de 2008 visando avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos. Foram realizadas análises de coloração, firmeza, acidez, pH, sólidos solúveis, açúcares, vitamina C, Licopeno, β caroteno, teores de nitrato e avaliação microbiológica. Acidez e pH variaram com a cultivar estudada e as demais variáveis foram influenciadas pela interação entre dose de composto e híbridos. Observou-se ausência de *salmonellas* e presença de coliformes e nitrato dentro dos limites tolerados em todas as doses de composto. O maior valor de pH foi observado no híbrido HEM031 e o menor em Giuliana, enquanto, para acidez, o menor valor foi observado para o híbrido HEM 031 e o maior para Jupiter. O híbrido San Vito apresentou os maiores teores de nitrato, Vitamina C, licopeno, valor a* de coloração, firmeza e sólidos solúveis e em Jupiter os maiores teores de açúcares e β caroteno. O híbrido San Vito apresentou teores máximos de sólidos solúveis totais, Vitamina C, a* e licopeno para aplicações de 27,5, 24,16, 28,56 e 18,83 t.ha⁻¹ de composto orgânico.

Palavras-chave: *Lycopersicon esculentum* Mill., sistema organico de produção, pós-colheita.

2 ABSTRACT

Commercial and experimental tomatoes hybrids (San Vito, Giuliana, Jupiter, HEM031) were grown in organic system of production with four different doses of organic compost (6, 12, 24 and 40 t.ha⁻¹) in experimental field of Embrapa Vegetables, District Federal - Brazil, and were harvested in 2008 July to evaluate the final quality. Analysis of color, firmness, acidity, pH, soluble solids, sugars, vitamin C, lycopene, β carotene, levels of nitrate and microbiological evaluation were realized. In all fruits treated with doses of organic compost, there was absence of salmonellas and coliforms and nitrate content stay in the tolerated limits in all doses of organic compost. The higher values of pH was observed in HEM031 and lower in Giuliana, while in acidity, the lower value was observed for the hybrid HEM 031 and higher for Jupiter. The San Vito hybrid showed higher levels of nitrate, vitamin C, lycopene, a* (color), firmness and total soluble solids and Jupiter the higher levels of sugars and β carotene. The hybrid San Vito showed maximum levels of total soluble solids, vitamin C, lycopene and a * for applications of 27.5, 24.16, 28.56 and 18.83 t.ha⁻¹ of organic compost.

Index terms: *Lycopersicon esculentum* Mill., organic system of production, postharvest.

3 INTRODUÇÃO

O tomate, originário da América do Sul, é cultivado em quase todo o mundo, e a sua produção global duplicou nos últimos 20 anos. O grupo saladete, também chamado tomate italiano, é o mais novo no mercado de tomates de consumo *in natura*. Os frutos são compridos, com diâmetro reduzido, polpa espessa, coloração vermelho-intensa, firmes e saborosos (Alvarenga, 2004). Um dos principais fatores para a expansão da cultura é o aumento do consumo, que está relacionado, entre outros fatores, à consolidação de redes de *fast food* que utilizam essa hortaliça nas formas processada e fresca. Além disso, com a presença da mulher no mercado de trabalho houve a necessidade de maior rapidez no preparo de alimentos, elevando a demanda por alimentos industrializados ou semiprontos.

O tomate é um alimento funcional em razão dos altos teores de vitaminas, além de ser rico em licopeno. O tomate “tipo italiano” (saladete) apresenta baixa caloria, é rico em vitaminas A e C, sódio, potássio, fósforo e ferro. Segundo Monteiro et al. (2008) o licopeno pode ser um potente sequestrador do oxigênio singlet (forma reativa de oxigênio, o pior radical livre causador de câncer), indicando ter propriedades antioxidantes e anticancerígenas, comparativamente mais potente que a maior parte dos outros carotenóides plasmáticos.

Mais recentemente, a demanda por tomates foi reforçada pela busca de alimentos mais saudáveis, favorecendo também o crescimento da venda do produto fresco (Carvalho & Pagliuca, 2007). Segundo Bourn & Prescott (2002), consumidores citam a preocupação com a saúde como a principal motivação para consumir alimentos orgânicos, e a ausência de agrotóxicos é apontada como o principal atributo desses alimentos.

O sistema de cultivo em que os vegetais crescem e a forma e tipo de fornecimento da adubação, principalmente das hortaliças in natura, tem sido alvo de grandes discussões e pesquisas em relações ao teor de nitrato, que variam de acordo com a hortaliça, local e tipo de cultivo: orgânico, convencional ou hidropônico.

O fornecimento de nutrientes pode influenciar os níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas decorrente da influência que exercem sobre processos bioquímicos e fisiológicos, como atividade fotossintética e taxa de translocação de fotoassimilados (Ferreira et al., 2006). Warner (2004) et al. citam que a maior parte dos fatores que determinam a qualidade de produtos vegetais é controlada geneticamente. Dessa forma, a qualidade dos frutos do tomateiro é diferente entre diferentes cultivares.

Visando a um modo de produção agrícola mais sustentável, que não agrida a natureza e isente o consumidor de resíduos de produtos químicos, a agricultura orgânica surge como uma alternativa viável no cultivo do tomateiro, que é grandemente afetado por pragas e doenças, sendo usados, constantemente, defensivos químicos em sua produção. Assim, são necessárias respostas em relação a esse tipo de cultivo, como quais as cultivares que melhor se adaptam a esse sistema e qual o fornecimento de adubação que resulta em maior qualidade de alimentos produzidos. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade de híbridos de tomates tipo italiano, submetidos a doses crescentes de composto orgânico em sistema orgânico de produção.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Cultivaram-se híbridos de tomates tipo italiano (San Vito e HEM031 - Embrapa Hortaliças, Giuliana – Sakata e Jupiter – Hortec) na área de pesquisa e produção orgânica (APPO) da Embrapa Hortaliças – DF, segundo as normas técnicas da IN nº64 do MAPA com quatro doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 ton.ha⁻¹) que fornecem para a cultura 100, 200, 400 e 666 Kg. ha⁻¹ de nitrogênio e que contem ainda 63,2; 10,2; 14,9; 16,6; 17,5 e 6,91 g.kg⁻¹ de cálcio, magnésio, nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre e também 240, 295, 28.032, 700 e 59,8 mg.kg⁻¹ dos micronutrientes cobre, zinco, ferro, manganês e boro, respectivamente. O composto orgânico utilizado foi produzido na Embrapa Hortaliças, sendo constituído de capim brachiaria roçado, capim napier, cama de matriz de aviário e termofosfato. Camadas com os ingredientes formaram as medas que, em seguida, foram umedecidas até 60-80%; reviramentos foram realizados a cada 10 dias e a temperatura foi mantida em torno de 60°C. Ao final de aproximadamente 90 dias, com temperatura de aproximadamente 30°C, o composto estava pronto para ser utilizado na cultura.

Iniciou-se a colheita, em julho de 2008, e os frutos, com ápice amarelecendo, foram então encaminhados para o laboratório de pós-colheita da Embrapa Hortaliças, onde foi retirado o calor de campo, foram realizadas a lavagem e seleção dos frutos quanto à ausência de defeitos, sendo feita, posteriormente, a sanitização dos mesmos com 100 ppm de hipoclorito de sódio. Frutos dos quatro híbridos, submetidos no campo a diferentes doses de composto orgânico, formaram o experimento de laboratório por delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x4 (4 híbridos e 4 doses de composto orgânico – 6, 12, 24 e 40 toneladas por hectare), com três repetições, sendo a parcela experimental montada com aproximadamente 12 frutos por tratamento, com três repetições cada, nas quais foram realizadas as seguintes

análises, de acordo com os procedimentos das IN n°64 e 19 do MAPA (Brasil, 2008):

-Análises microbiológicas: amostras com 25 gramas de fruto foram homogeneizadas e 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada em homogeneizador tipo stomacker. Os coliformes totais foram quantificados, segundo a técnica do número mais provável (NMP). Foram considerados tubos positivos para coliformes totais aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Coliformes a 45°C também foram quantificados pela técnica do NMP, e as alíquotas foram transferidas para o tubos positivos de coliformes a 37°C para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (EC). Para *Salmonella* sp foram utilizadas 25 gramas de fruto com 225 mL de água peptonada tamponada. Análises microbiológicas seguiram metodologias propostas pela International Commission on Microbiological Specification for Foods Method-ICMSF (1982).

-Coloração: pelo método CIELab, com utilização do colorímetro Minolta modelo CR-200b onde foram observados valores de a^* que representam a cromaticidade entre as cores verde e vermelha, sendo realizadas quatro leituras em cada fruto de cada repetição.

-Firmeza: dos frutos foram retiradas finas camadas da epiderme e a medição da firmeza foi realizada com o uso de penetrômetro com sonda de 3mm de diâmetro, obtendo-se valores em kgf.

-pH: medidas foram realizadas por potenciometria, utilizando pHmetro associado ao titulador automático.

-Acidez : determinação baseada em metodologia da Association of Official Analytical Chemistry-AOAC (2002) procedendo a titulação com NaOH até o pH de 8,2, quando todo o ácido cítrico dos frutos foi neutralizado.

-Sólidos solúveis totais: seguindo metodologia da AOAC (2002), os frutos foram homogeneizados por 2 minutos, e os sólidos solúveis medidos em

refratômetro de mesa e expressos em °Brix, após o mesmo ser calibrado com água destilada.

-Vitamina C: teores determinados segundo metodologia descrita por Terada et al. (1979), modificada por Nunes et al. (1995) e Moretti et al. (1998).

-Açúcares: segundo Dubois (1956)

-Nitrato: frutos foram secos em estufa a 42°C e em seguida a análise de nitrato foi realizada em frutos secos segundo metodologia de Cataldo et al. (1975).

-Licopeno e β -caroteno: foi utilizado espectrofotômetros segundo metodologia de Nagata & Yamashita (1992).

As médias obtidas que não se ajustaram à curva normal, ou não apresentavam homocedasticidade, foram submetidas ao teste Lellifors de normalidade e Cochran de homogeneidade pelo programa ASSISTAT[®] e, posteriormente, foi realizada análise de variância com uso do teste F a 5% e teste de médias (Tukey a 5%) no programa SISVAR. Quando necessário, médias foram transformadas, utilizando-se raiz quadrada de $x+0,5$, utilizados em dados de contagem que seguem distribuição de Poisson e possuem valores baixos, próximos de zero.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ausência de *Salmonellas* foi comprovada em todas as amostras avaliadas e a contagem de coliformes a 45°C manteve-se abaixo do limite máximo permitido pela ANVISA (2001), a despeito do híbrido e da dose de composto orgânico utilizada (Tabela 1). A RDC nº12 exige para hortaliças, ausência de *Salmonella* sp. e máximo de 10² coliformes a 45° em cada grama da hortaliça *in natura*, inteira, selecionada ou não. A contaminação microbiológica de produtos oriundos do cultivo orgânico decorrente da utilização, principalmente, de esterco animal mal curtido é uma preocupação constante, em especial para produtos consumidos crus. Não obstante, nem mesmo a maior dose utilizada de composto orgânico, que continha cama aviária, comprometeu a qualidade microbiológica dos frutos, assim como não observam-se diferenças significativas entre as doses de adubo em um mesmo híbrido, indicando que fertilizantes orgânicos, quando adequadamente manipulados, não apresentam qualquer risco à segurança alimentar quando utilizados no cultivo de frutos.

Se a operação de compostagem não for conduzida adequadamente, existem fortes probabilidades de os organismos patogênicos sobreviverem ao processo. A ausência de microorganismos patogênicos no composto final é extremamente importante, uma vez, que este vai ser utilizado em aplicações às quais as pessoas vão estar diretamente expostas. No entanto, o controle desses microorganismos pode ser facilmente alcançado, quando o processo é eficiente e controlado. A maior parte dos microorganismos patogênicos são facilmente destruídos às temperaturas e tempos de exposição utilizados nas operações de compostagem adequadas, como podemos observar na tabela a seguir:

TABELA 1 Valores de coliformes a 45°C e *Salmonellas* encontrados em análises microbiológicas para diferentes híbridos de tomates.

Híbrido – Dose composto- ton.ha ⁻¹	Coliformes 45°C– NMP/g	<i>Salmonellas</i>
San Vito – 6	0,43.10 ²	Ausente
SanVito – 12	<0,03.10 ²	Ausente
San Vito- 24	<0,03.10 ²	Ausente
San Vito- 40	<0,03.10 ²	Ausente
Giuliana – 6	0,28.10 ²	Ausente
Giuliana – 12	0,28.10 ²	Ausente
Giuliana – 24	0,28.10 ²	Ausente
Giuliana – 40	0,43.10 ²	Ausente
Jupter – 6	<0,03.10 ²	Ausente
Jupter – 12	<0,03.10 ²	Ausente
Jupter – 24	<0,03.10 ²	Ausente
Jupter – 40	<0,03.10 ²	Ausente
HEM031 – 6	0,43.10 ²	Ausente
HEM031 – 12	0,23.10 ²	Ausente
HEM031 – 24	<0,03.10 ²	Ausente
HEM031 – 40	<0,03.10 ²	Ausente

Valores de pH e acidez variaram somente em função dos híbridos utilizados, não havendo influência das doses de composto orgânico utilizadas. HEM031 apresentou maior pH e menor acidez titulável, em comparação com os híbridos Giuliana e Jupter (Figura 1). Ferreira et al. (2006) afirmam que além da nutrição, fatores como genótipo e temperatura podem influenciar em teores de acidez e também não verificaram alteração da acidez titulável em tomates cv. Santa Clara em função de aumento de doses de nitrogênio, atingindo valores médios de 0,37%, com adubação orgânica.

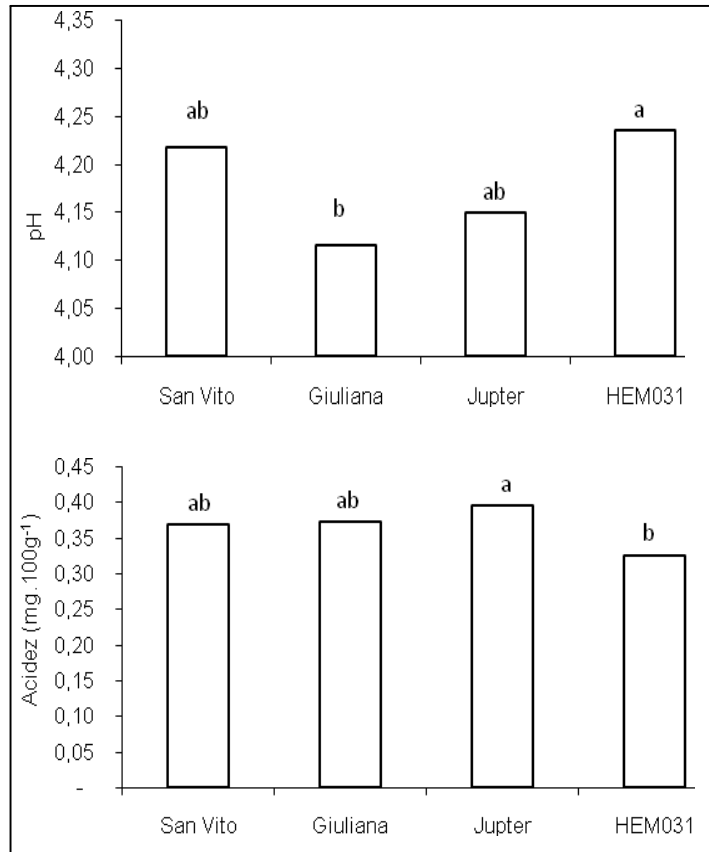


FIGURA 1 Valores de pH e acidez em híbridos de tomates tipo italiano cultivados em sistema orgânico de produção. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As variáveis coloração (a^*), firmeza, sólidos solúveis totais, açúcares totais, vitamina C, nitrato, licopeno e β caroteno apresentaram interação significativa entre híbridos e doses de composto orgânico. Ao observarmos o valor a^* (Figura 2), que indica a coloração que varia do verde ao vermelho, podemos verificar aumento nos valores dos híbridos San Vito e Jupiter com o incremento de doses de composto. A presença de frutos mais verdes em doses menores de composto pode ser sugerida em razão da nutrição insuficiente para um desenvolvimento que acompanhasse os demais frutos, diferente do encontrado por Molyneux et al. (2004), que não encontraram interação significativa nos valores de a^* para tomates recém-colhidos e após armazenamento. Para os demais materiais estudados, não observou-se significância nos valores desta variável para o incremento de doses de composto. Para o híbrido San Vito, observou-se um comportamento quadrático com aumento no valor de a^* até a dose de 28,56 ton.ha⁻¹. No híbrido Jupiter, o comportamento foi linear positivo, ou seja, valores de a^* aumentaram proporcionalmente com o aumento das doses de composto.

Observou-se aumento linear da firmeza dos frutos HEM 031, em função do aumento da dose de composto orgânico (Figura 2). A firmeza dos demais híbridos não variou significativamente, em função da dose de composto orgânico utilizadas. Uma maior dose de composto utilizada no campo indica maior fornecimento de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, os quais foram relatados como causadores de efeitos pronunciados na textura (aumento de firmeza) de frutos (Sams, 1999). O cálcio tem sido um dos minerais mais estudados e associados à textura dos vegetais. Ele atua como cátion ligante entre resíduos de ácido galacturônico, formando pectato de cálcio, que torna mais rígida a estrutura da pectina na lamela média entre paredes celulares adjacentes, e, desse modo, confere textura mais firme ao tecido (Melo et al., 2009).

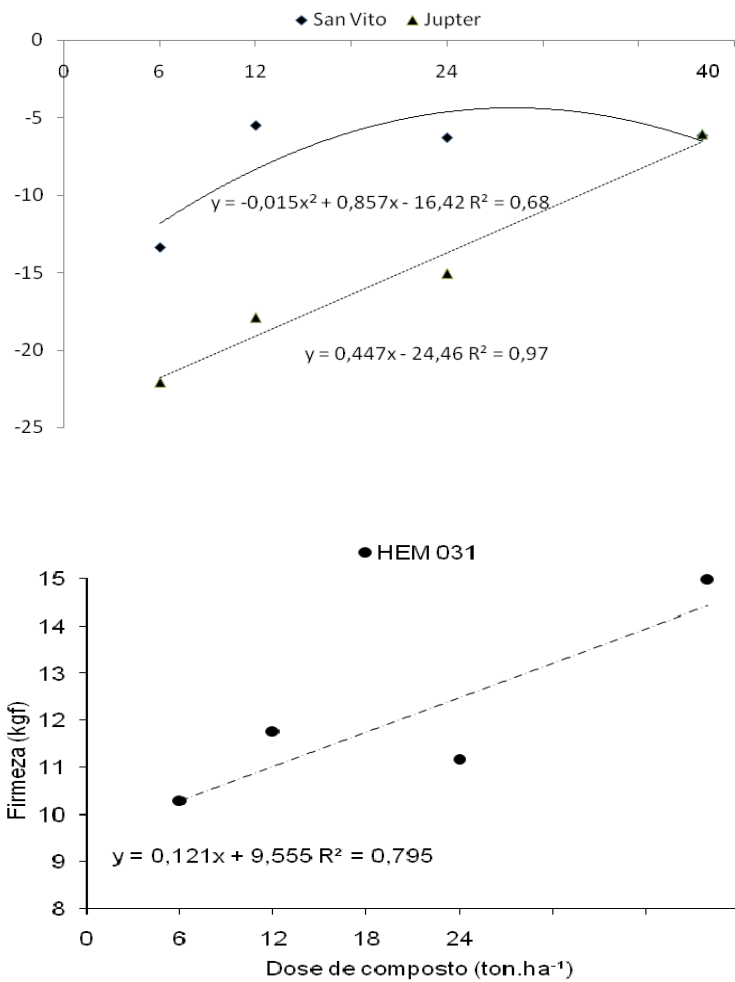


FIGURA 2 Médias de coloração (a*) e firmeza em em híbridos de tomates tipo italiano cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção.

Somente os híbridos San Vito e Jupiter responderam às doses de adubação em relação aos teores de sólidos solúveis, o híbrido San Vito atingiu o teor máximo de 6,94°Brix com uma dose estimada de 27,5 ton.ha⁻¹, enquanto Jupiter teve comportamento linear inversamente proporcional ao aumento da adubação orgânico, com irrelevante redução, do ponto de vista prático, de 0,05°Brix para cada aumento de 10 ton.ha⁻¹ na dose do composto orgânico (Figura 3). Em trabalho de Ferreira et al. (2006) não foram encontradas alterações em valores de sólidos solúveis totais, e acidez com aumento das doses de nitrogênio no cultivo de tomates, porém George et al. (2004), analisando diferentes cultivares de tomates, encontrou valores médios de 5°Brix, o que coincide com os híbridos analisados, com exceção do material San Vito, que apresentou valores sempre acima de 6°Brix.

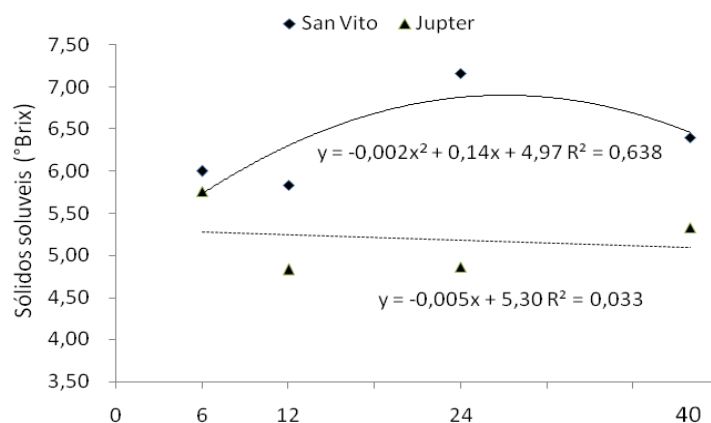


FIGURA 3 Teores de sólidos solúveis em híbridos de tomates tipo italiano cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção.

Em relação ao teor de açúcares totais (Figura 4), frutos de todos os híbridos avaliados sofreram alguma modificação em seus teores com o incremento de doses de composto orgânico no cultivo. Jupiter e San Vito apresentaram comportamento quadrático negativo, com as menores percentagens de açúcares nos frutos, sendo associadas à dose 24 ton.ha⁻¹ de composto orgânico no campo. Giuliana apresentou comportamento linear e um leve aumento nos teores com o incremento das doses. O híbrido experimental HEM 031 apresentou comportamento quadrático, com o valor máximo de açúcares solúveis, sendo associados à dose de 24 ton.ha⁻¹ de composto orgânico, seguido de redução após esse valor.

A vitamina C é hidrossolúvel, encontrada em frutos como o tomate e de extrema importância para o organismo humano, sendo desejáveis teores maiores dessa vitamina em frutos presentes na dieta. Observou-se comportamento linear para esta variável para Jupiter, com diminuição dos teores à medida que foram aumentadas as doses de composto orgânico. Os demais apresentaram comportamento quadrático e ocorreu decréscimo nos teores em Giuliana e HEM031 até a dose de 24 ton.ha⁻¹, com posterior acréscimo. Comportamento também parabólico, porém inverso ocorreu com o híbrido San Vito (Figura 4), diferindo dos demais com maiores teores (63,9 mg.100g⁻¹) observados quando frutos foram cultivados com 24,16 ton.ha⁻¹ de composto orgânico. Sugerem-se diferenças nas constituições genéticas resultantes dos programas de melhoramento para a diferença na resposta de cada híbrido nas variáveis de pós-colheita em relação à doses de adubação orgânica.

Aushita et al. (1997) também relataram diferentes teores de vitamina C em diferentes variedades de tomates, assim como Molyneux et al. (2004) em avaliações com 5 cultivares.

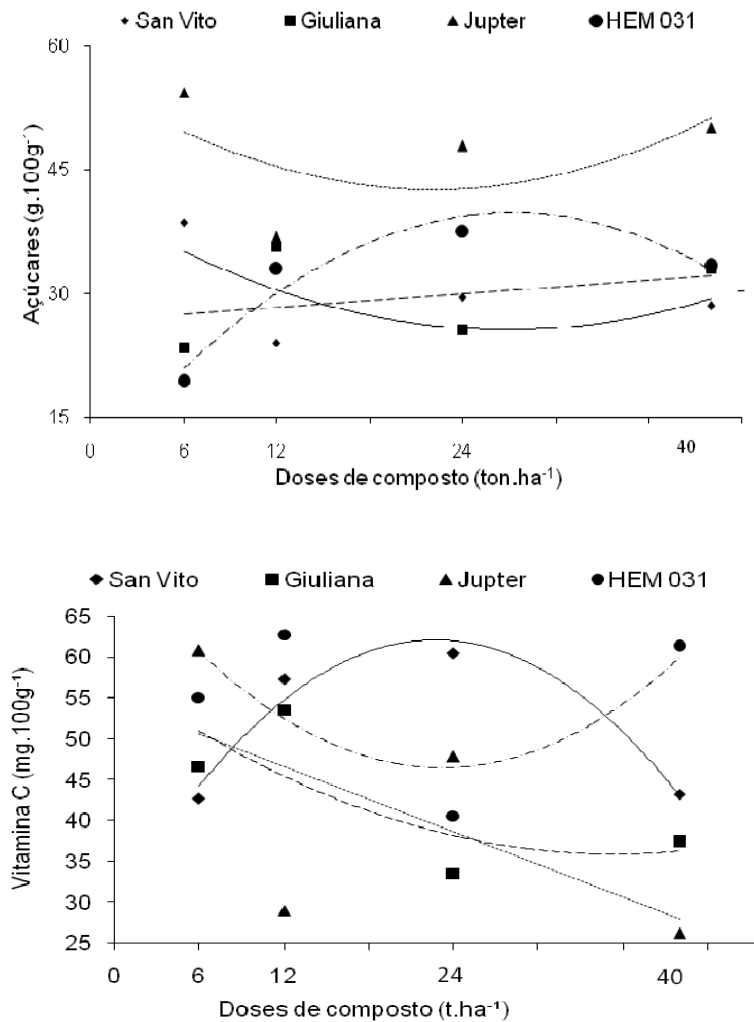


FIGURA 4 Teores de açúcares totais e Vitamina C em híbridos de tomates tipo italiano cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção. Equações de regressão açúcares totais/vitamina C: San Vito: $y=0,022x^2-1,17x+41,25$ $R^2=0,39$ / $y=-0,06x^2+2,9x+28,9$; $R^2=0,95$; Giuliana: $y=0,13x+26,6$ $R^2=0,12$ / $y=0,02x^2+1,24x+57,8$ $R^2=0,56$; Jupiter $y=0,026x^2-1,17+41,25$ $R^2=0,39$ / $y=-0,66x+54,61$ $R^2=0,37$; HEM031 $y=-0,042x^2+2,28x+8,78$ $R^2=0,92$ / $y=0,047x^2-2,22x+72,22$ $R^2=0,43$. Lavras, UFLA, 2009.

A despeito dos padrões estatísticos, será apresentada a seguir uma tabela (Tabela 2) de médias de doses dos híbridos avaliados em sistema orgânico para melhor visualização dos valores obtidos em cada variável estudada.

TABELA 2 Valores médios de coloração (a*), firmeza, sólidos solúveis e açúcares totais em diferentes híbridos de tomate tipo italiano cultivados em sistema orgânico.

<i>Híbridos</i>	<i>a*</i>	<i>Firmeza</i> (<i>kgf</i>)	<i>Sólidos</i> <i>solúveis (°Brix)</i>	<i>Açúcares</i> (<i>g.100g⁻¹</i>)
San Vito	-10,33 a	1,15 a	6,35 a	30,11 bc
Giuliana	-14,05 bc	0,81 b	4,62 c	29,45 c
Jupter	-15,45 c	0,80 b	5,20 bc	40,69 a
HEM031	-11,75 ab	1,23 a	5,45 b	30,81 b

Letras iguais na coluna: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Entre os híbridos, observam-se os maiores valores de a* para San Vito e HEM 031, que diferenciaram-se do material Jupter, no qual foram observados os menores valores, o mesmo ocorrendo em relação às medições de firmeza.

Em relação aos materiais avaliados, observou-se que o híbrido San Vito se destacou com maiores teores médios de sólidos solúveis, diferenciando de Giuliana, no qual foram observados os menores teores nos frutos.

Chitarra & Chitarra (2005) apresentam valores médios de referência para açúcares totais em tomates de 2,5%, estando os valores encontrados neste trabalho para tomates cultivados em sistema orgânico, sempre acima dos citados para os híbridos, com destaque para o material Jupter.

Observa-se alteração em teores de nitrato para a interação entre os híbridos e doses de composto avaliadas (Figura 5). Observou-se um crescimento linear para a cultivar Jupiter, enquanto que para a Giuliana e HEM031 o efeito foi quadrático, o que ocorreu para essas três cultivares em relação aos teores de nitrato até a dose de 40 ton.ha⁻¹ de composto orgânico. Para San Vito, o efeito foi cúbico com um crescimento progressivo aproximadamente até a dose de 30 ton.ha. Porém, os valores encontrados estão bem abaixo (máximos de 7,5 mg.kg⁻¹) dos limites estabelecidos pela União Européia (de 2500 a 4500 mg.kg⁻¹, de acordo com épocas de cultivo) uma vez que, no Brasil, não há legislação específica para os teores de nitratos em tomates. A Organização Mundial de saúde (OMS) indica como limites máximos de ingestão diária 3,65 mg de NO₃⁻ e 0,133 mg NO₂⁻ por kg de massa corpórea, diferente da recomendação da FAO, que estabelece máximos de 5mg de nitrato por kg de massa corpórea.

O teor de nitrato e nitritos devem ser constantemente monitorados, pois acumulam-se naturalmente em hortaliças, podendo apresentar toxicidade à saúde humana, pela ocorrência da metahemoglobinemia e N-nitrosaminas, formas que podem resultar em efeitos carcinogênicos, teratogênicos e mutagênicos. Ferreira et al. (2006), utilizando diferentes doses de nitrogênio em adubação orgânica, também não verificaram alteração nos teores de nitrato na matéria seca com aumento das doses.

Ressalta-se ainda que, independente do sistema de cultivo, se há um aporte de adubação maior que o necessário, como pode-se observar na maior dose aqui estudada, haverá problemas com aumento nos teores de nitrato, que se acumula nos frutos do tomateiro.

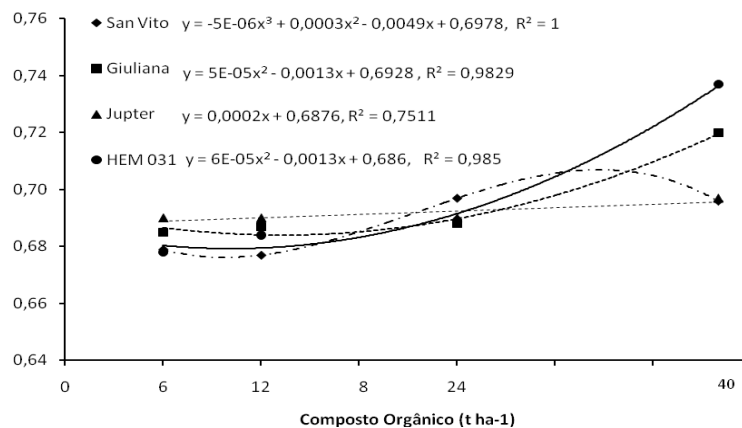


FIGURA 5 Teores de nitrato (mg.100g^{-1} de matéria seca) em híbridos de tomates tipo italiano cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção.

Observou-se comportamento quadrático para teores de licopeno em todos os híbridos, entretanto os comportamentos diferiram-se bastante entre os materiais (Figura 6). Em Jupter e HEM031, observa-se tendência de queda até a aplicação da dose de $24,6 \text{ ton.ha}^{-1}$ com posterior aumento nos teores, ocorrendo efeito inverso no híbrido Giuliana. Com o incremento da adubação no campo, observa-se diminuição dos teores de licopeno nos frutos San Vito. Teores de licopeno ($0,1\text{mg.100ml}^{-1}$) para o material Giuliana na dose de 6 ton.ha^{-1} coincidem com os encontrados por Yahia et al. (2007), porém para as demais doses e materiais, os valores estão acima dos encontrados por estes autores, independente do comportamento encontrado na regressão, sugerindo-se diferenças genótípicas e fenotípicas para os frutos avaliados. Os teores máximos de licopeno foram obtidos nas cultivares San Vito e Giuliana com $19,8$ e $37,5 \text{ ton.ha}^{-1}$ de composto orgânico, respectivamente.

Teores de β caroteno observados foram sempre maiores para todas as variáveis estudadas daqueles encontrados pelos mesmos autores citados anteriormente (Figura 6). Os híbridos San Vito e Giuliana mostraram teores crescentes de β caroteno até as doses de 25,3 e 25,8 ton.ha⁻¹, respectivamente, estimadas pela equação de regressão, seguindo um modelo quadrático.

O híbrido Jupiter apresenta um padrão linear crescente, de acordo com o aumento das doses de composto. HEM031 não apresentou evolução nos teores de β caroteno até aplicações de 17 ton.ha⁻¹, de composto orgânico em seu cultivo

San Vito e Giuliana comportaram-se de forma semelhante com aplicações crescentes de doses de composto orgânico, porém Giuliana com teores sempre superiores e próximos aos observados para o híbrido experimental. Teores desse carotenóide permaneceram praticamente constantes para o híbrido Jupiter em frutos cultivados com as diferentes doses de composto orgânico.

Rodriguez-Amaya (2000) observa que o conteúdo de carotenóides pode ser afetado por fatores como cultivar (sugerindo-se aqui uma justificativa para comportamentos tão diferentes entre os materiais), porção do fruto analisado, distribuição irregular da substância na amostra, clima, geografia e manuseio. Castro et al. (2004) relatam efeitos como luminosidade na produção de metabólitos secundários, pois reações fotossintéticas dependem do suprimento do esqueleto de carbono que é realizado pela fotossíntese e por compostos energéticos (ATP, NADPH e Acetil-CoA) que regulam essas reações.

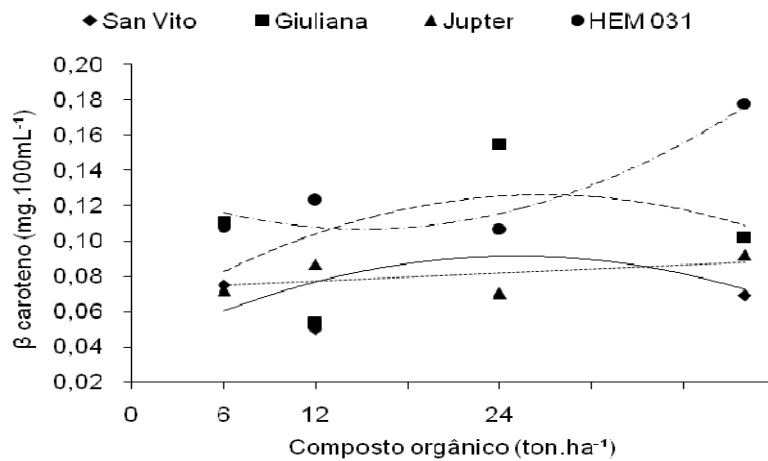
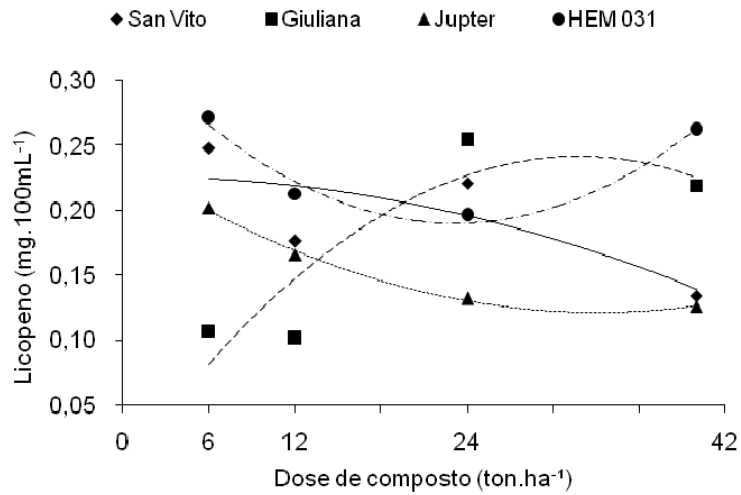


FIGURA 6 Teores de licopeno e β caroteno em híbridos de tomates tipo italiano cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção. Equações de regressão licopeno/ β caroteno: San Vito: $y=0,0003x^2-0,0119x+0,33$ $R^2=0,96$ / $y=-0,0085x^2+0,0043x+0,037$ $R^2=0,29$; Giuliana: $y=0,0002x^2+0,015x-0,0016$ $R^2=0,80$ / $y=0,0010x^2+0,005x+0,05$ $R^2=0,17$; Jupter $y=0,0001x^2-0,0071x+0,24$ $R^2=0,99$ / $y=0,0004x+0,072$ $R^2=0,27$; HEM031 $y=0,0003-0,012x+0,33$ $R^2=0,96$ / $y=0,0001x^2-0,0034x+0,13$ $R^2=0,86$.

A despeito do que é indicado pela estatística e objetivando-se uma apresentação mais clara dos resultados obtidos, será apresentada a seguir uma tabela (Tabela 3) de médias de doses dos híbridos avaliados em sistema orgânico para melhor visualização dos valores obtidos em cada variável estudada.

TABELA 3 Valores médios de vitamina C, nitrato, licopeno e β caroteno em diferentes híbridos de tomate tipo italiano cultivados em sistema orgânico.

<i>Híbridos</i>	<i>Vitamina C</i> (g.100g ⁻¹)	<i>Nitrato</i> (g.100g ⁻¹ MS)	<i>Licopeno</i> (g.100g ⁻¹)	<i>β caroteno</i> (mg.100g ⁻¹)
San Vito	-10,33 a	1,15 a	6,35 a	30,11 bc
Giuliana	-14,05 bc	0,81 b	4,62 c	29,45 c
Jupter	-15,45 c	0,80 b	5,20 bc	40,69 a
HEM031	-11,75 ab	1,23 a	5,45 b	30,81 b

Letras iguais na coluna: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para teores de Vitamina C e nitrato, San Vito e o híbrido experimental HEM 031 se destacaram dos demais, apresentando maiores valores significativamente. Maiores teores de licopeno foram observados para o material San Vito e de β caroteno para Jupter, mostrando que fatores genéticos podem influenciar, pois híbridos diferentes resultam em teores estatisticamente diferentes de uma mesma variável estudada.

6 CONCLUSÕES

Os híbridos apresentaram diferentes comportamentos em relação a características pós-colheita avaliadas quando submetidos a doses crescentes de composto orgânico.

Não foram observadas contaminações por coliformes e *salmonellas* nos frutos dos híbridos do tomateiro estudados, independente da dose de composto orgânico em que foram cultivados.

Em frutos do híbrido San Vito, foram observados maiores teores de nitrato, Vitamina C, licopeno, valor a^* de coloração, firmeza e sólidos solúveis e maiores teores de açúcares e β caroteno foram observados em Jupiter.

Para β caroteno e valores a^* de coloração, o híbrido Jupiter apresenta padrão linear crescente, de acordo com o aumento das doses de composto, o mesmo ocorrendo com HEM031 para firmeza e para San Vito nos teores de açúcares, o inverso foi observado para Jupiter em sólidos solúveis totais.

O híbrido San Vito apresentou teores máximos de sólidos solúveis totais, Vitamina C, a^* e licopeno para aplicações de 27,5, 24,16, 28,56 e 18,83 ton.ha⁻¹ de composto orgânico, o mesmo foi observado com 37,5 e 25 ton.ha⁻¹ para Giuliana em licopeno e β caroteno, respectivamente e para HEM031 com 17 ton.ha⁻¹ em teores de β caroteno.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC n.º. 12**, de 2 de janeiro de 2001. Estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://egis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=144&=PRINT_VERSION>. Acesso em: 6 maio 2009.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate**: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: UFLA, 2004. 740p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17.ed. Washington, DC, 2002. 1275p.

AUSHITA, A.A.; HEBISHI, E.A.; DAOOD, H.G.; BIACS, P.A. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. **Food Chemistry**, London, v.60, n.2, p.207-212, Apr. 1997.

BOURN, D.; PRESCOTT, J.A. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, London, v.42, n.1, p.1-34, Jan. 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 64**, de 18 de dezembro de 2008. Aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19345>>. Acesso em: 10 mar. 2009.

CARVALHO, J.I.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n.58, p.6-14, jun. 2007. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/mat_capa.pdf>. Acesso em: 15 maio 2009.

CASTRO, H.G.; FERREIRA, F.A.; SILVA, D.J.H.; MOSQUIM, P.R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais**: metabolismo secundário. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 113p.

CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHARADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. **Communication Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.6, n.1, p.71-80, 1975.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2005. 783p.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v.28, n.3, p.350-356, Mar. 1956.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.2, p.141-145, abr./jun. 2006.

GEORGE, B.; KAUR, C.; KHURDUJA, D.S.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersicon esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, London, v.84, n.1, p.45-51, Jan. 2004.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS METHOD. **Microorganisms in foods**. 2.ed. Toronto: University of Toronto, 1982. 436p.

MELO, A.A.M.; VILAS-BOAS, E.V.B.; JUSTO, C.F. Uso de aditivos para conservação pós-colheita de banana maçã minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.228-236, jan./fev. 2009.

MOLYNEUX, S.L.; LISTER, C.E.; SAVAGE, G.P. An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v.55, n.7, p.537-545, July 2004.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.1, p.25-31, jan. 2008.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; CALBO, A.G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.4, p.656-660, July/Aug. 1998.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, Tokyo, v.39, n.10, p.925-928, 1992.

NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B.; SARGENT, S.A. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, n.1, p.17-28, Jan. 1995.

RODRIGUES-AMAYA, D.B. Some considerations in generating carotenoids data for food composition tables. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.13, n.4, p.641-647, Aug. 2000.

SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.249-254, Nov. 1999.

TERADA, M.; WATANABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, London, v.4, p.604-608, 1979.

WARNER, J.; ZHANG, T.Q.; HAOX, X. Effects of nitrogen fertilization on fruit yield and quality of processing tomatoes. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, v.84, p.865-871, 2004.

YAHIA, E.M.; SOTO-ZAMORA, G.; BRECHT, G.K.; GARDEA, A. Postharvest hot air treatment effects on the antioxidant system in stored mature-green tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, n.2, p.107-115, May 2007.

CAPÍTULO 3

QUALIDADE DE TOMATES CULTIVADOS EM SISTEMA ORGÂNICO E ARMAZENADOS EM TEMPERATURA AMBIENTE E REFRIGERADA

1 RESUMO

Avaliou-se a manutenção da qualidade de frutos do tomate híbrido San Vito produzido em sistema orgânico, na Embrapa Hortaliças, com uma adubação de 24 t ha⁻¹ de composto orgânico. Após a colheita, os frutos foram encaminhados para o Laboratório de pós-colheita da mesma instituição, sanificados e submetidos a análises após 0, 5, 10, 15 e 20 dias de armazenamento em temperatura ambiente (24°C±2°C e 32%±2 de UR) e refrigerada (12°C±1°C e 73%±1 de UR). As características avaliadas foram perda de massa, coloração, firmeza, pH, acidez, sólidos solúveis totais, vitamina C, licopeno e β caroteno. Firmeza, L*, pH e Vitamina C foram influenciadas somente pelo tempo de armazenamento e a interação entre tempo e temperatura de armazenamento influenciou perda de massa, relação (a*/b*)², acidez, sólidos solúveis totais, licopeno e β caroteno. Observou-se aumento de valores L*, pH e Vitamina C mais pronunciado do 5° aos 10° dia de armazenamento e diminuição da firmeza durante todos os tempos estudados. Relação (a*/b*)² aumentou durante todo o tempo, porém sem diferenças significativas entre as temperaturas de armazenamento. A partir do 5° dia, frutos armazenados em temperatura ambiente perderam mais massa, assim como foram observados maiores teores de acidez aos 0 e 10 dias, sólidos solúveis aos 10 e 20 dias, licopeno após o 5° dia e β caroteno aos 15 dias em relação aqueles armazenados em ambiente refrigerado.

2 ABSTRACT

The quality of tomato fruits, cultivar San Vito, were evaluated at Embrapa Vegetables. The tomatoes were grown in organic crop system with 24 t ha⁻¹ of organic compost. After harvest, fruits were transported to the postharvest laboratory, sanitized and submitted for analysis after 0, 5, 10, 15 and 20 days of storage at room temperature (24 ° C ± 2 ° C and 32% ± 2 of RH) and cool (12 ° C ± 1 ° C and 73% ± 1 of RH). The characteristics evaluated were weight loss, color, firmness, pH, acidity, total soluble solids, vitamin C, lycopene and β carotene. Firmness, L *, pH and Vitamin C were influenced only by the storage time and interaction between time and temperature of storage influenced weight loss, ratio (a * / b *) ², acidity, total soluble solids, lycopene and β carotene. There was a more pronounced increase in L * values, pH, Vitamin C in 5 to 10 days of storage and decrease in firmness during all times studied. Ratio (a * / b *) ² increased in the period, but averages doesn't differ for the temperature of storage.

From the 5th day, fruits stored at room temperature lost more weight, as were higher levels of acidity at 0 and 10 days, soluble solids at 10 and 20 days, lycopene after 5 days and β carotene for 15 days compared to those stored in refrigerated environment.

3 INTRODUÇÃO

Produzir alimentos em sistema orgânico envolve conceitos e princípios como manutenção da matéria orgânica no processo produtivo, manejo do solo com compostagem, esforços para cumprir a legislação ambiental, produção e consumo responsáveis, inclusão de práticas sustentáveis durante todo o processo, preservação da diversidade biológica, oferta de produtos saudáveis, reciclagem de resíduos de origem orgânica, uso de boas práticas de manuseio e de processamento com o propósito de manter a integridade do produto em todas as etapas de produção, entre outros. Assim, a produção orgânica surge como uma alternativa ao quadro de contaminação química dos alimentos. Consumidores frequentemente citam a preocupação com a saúde como a principal motivação para consumir alimentos orgânicos (Borguini & Torres 2006).

O tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) é uma cultura tida como trabalhosa para a produção orgânica e a composição dos frutos varia muito nas referências de acordo com a cultivar e as condições de cultivo. Em geral, os frutos apresentam alta umidade, os açúcares constituem cerca de 65% dos sólidos solúveis totais e são ricos em Vitamina C e licopeno. George et al. (2004) relataram a relação entre o consumo de produtos do tomate e a diminuição do risco de alguns tipos de câncer. Esse dado de grande valor se associa, para justificar esse trabalho, ao mercado potencial para os produtos orgânicos, uma vez que existe resistência de uma parcela da população em adquirir produtos cujo cultivo envolva o emprego de substanciais quantidades de adubos sintéticos e pesticidas (Penteado, 2000). Comparando o teor de licopeno em produtos de tomates orgânicos e convencionais, Ishida & Chapman (2004) comprovaram que produtos orgânicos possuíam os maiores teores, assim como

Caris-Veyrat et al. (2004) mostraram maiores teores de vitamina C nos frutos sob sistema orgânico de produção.

As condições de armazenamento variam largamente de produto para produto e correspondem às condições nas quais esses produtos podem ser mantidos pelo maior espaço de tempo possível, sem a perda de seus atributos de qualidade. O período depende, sobretudo, da atividade respiratória do produto, suscetibilidade à perda de umidade e resistência aos microrganismos causadores de doenças (Chitarra & Chitarra, 2005).

Javanmardi & Kubota (2006) relatam que a temperatura possui grande efeito no desenvolvimento do fruto, como na formação de licopeno, que depende da temperatura e ocorre entre 12 e 32°C. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), a refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas e a qualidade comestível em muitos produtos perecíveis aumenta após a colheita e depois cai rapidamente, se não for utilizado o processo de armazenamento a frio.

Neste trabalho avaliou-se a manutenção da qualidade de tomates cultivados organicamente, armazenados por 20 dias em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Híbridos San Vito de tomate da Embrapa Hortaliças foram cultivados em campo experimental da mesma empresa, recebendo 24 toneladas por hectare de composto orgânico que fornecem, 63,2; 10,2; 14,9; 16,6; 17,5 e 6,91 g.kg⁻¹ de cálcio, magnésio, nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre e ainda 240, 295, 28.032, 700 e 59,8 mg.kg⁻¹ dos micronutrientes cobre, zinco, ferro, manganês e boro, respectivamente. O composto orgânico utilizado foi produzido na Embrapa Hortaliças e era constituído de capim brachiaria roçado, capim napier, cama de matriz de aviário e termofosfato. Camadas com os ingredientes formaram as medas que, em seguida, foram umedecidas até 60-80%; reviramentos foram realizados a cada 10 dias e a temperatura foi mantida em torno de 60°C. Ao final de aproximadamente 90 dias, com temperatura de aproximadamente 30°C, o composto estava pronto para ser utilizado na cultura.

Os frutos do tomateiro foram colhidos em julho de 2008 e, em seguida, encaminhados para o laboratório de pós-colheita da Embrapa Hortaliças, em Brasília-DF, lavados, sanificados com hipoclorito de sódio a 100 ppm e selecionados visando à isenção de defeitos. Cinco frutos em estágio pintado de maturação foram acondicionados em bandejas de poliestireno 18 x 12,5 x 4 cm envoltas manualmente com filme de policloreto de vinila (PVC) de 10 micrômetros de espessura e armazenados por 20 dias em temperatura ambiente (24°C±2°C e 32%±2 de UR) e refrigerada (12°C±1°C e 73%±1 de UR), sendo cada bandeja considerada uma repetição, com três repetições por tratamento. Aos 0, 5, 10, 15 e 20 dias de armazenamento, foram realizadas as análises seguintes:

Para avaliar a perda de massa, bandejas destinadas somente para avaliação dessa variável foram pesadas nos 5 tempos de armazenamento e após cada pesagem, sendo o valor era subtraído do peso inicial e multiplicado por

100, determinando-se a perda de massa em porcentagem. Para obtenção dos valores referentes à coloração foi utilizado colorímetro Minolta modelo CR-200b onde foram observados valores de a^* e b^* que representam a cromaticidade entre as cores verde e vermelha e amarelo e azul, respectivamente, sendo realizadas quatro leituras em cada fruto de cada bandeja, totalizando 20 leituras por repetição; os valores a^* e b^* foram utilizados para encontrar a relação de valores $(a^*/b^*)^2$ que sugere a concentração de licopeno em frutos do tomateiro.

A firmeza foi determinada nos frutos, após retirada de finas camadas da epiderme, com uso de penetrômetro, com sonda de 3mm de diâmetro. As medições (em kgf) foram realizadas em quatro pontos de cada fruto de cada bandeja, perfazendo 20 leituras por repetição. As medidas de pH foram realizadas por potenciometria, utilizando pHmetro associado ao titulador automático e a determinação da acidez baseou-se em metodologia da AOAC (2002), procedendo a titulação com NaOH até o pH de 8,2, quando todo o ácido cítrico foi neutralizado.

A determinação de sólidos solúveis baseou-se em metodologia da AOAC (2002). Os frutos foram homogeneizados por 2 minutos, e os sólidos solúveis medidos em refratômetro de mesa e expressos em graus Brix, após o mesmo ser calibrado com água destilada.

Teores de Vitamina C foram determinados por metodologia descrita por Terada et al. (1979), modificada por Nunes et al. (1995) e Moretti et al. (1998). Na determinação de teores de licopeno e β -caroteno foi utilizado espectrofotômetro, segundo metodologia de Nagata & Yamashita, (1992).

As médias obtidas que não se ajustaram à curva normal ou não apresentavam homocedasticidade foram submetidas ao teste Lellifors de normalidade e Cochran de homogeneidade pelo programa ASSISTAT[®] e, posteriormente, foi realizada análise de variância com uso do teste F a 5% e teste

de médias com base na DMS (Tukey a 5%) no programa SISVAR. Quando necessário, médias foram transformadas, utilizando-se raiz quadrada de $x+0,5$, utilizados em dados de contagem que seguem distribuição de Poisson e possuem valores baixos, próximos de zero.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valores de coloração L^* , firmeza, pH e teores de Vitamina C dos frutos foram influenciados somente pelo tempo de armazenamento, e valores de perda de massa, relação $(a^*/b)^{*2}$, acidez, sólidos solúveis totais, licopeno e β caroteno foram influenciados pela interação entre tempo e temperatura de armazenamento.

Após o 5º dia de armazenamento, observou-se perda de massa estatisticamente maior para frutos mantidos em temperatura ambiente, que atingiram 11,89% no fim do armazenamento, 9,21% a mais do que àqueles armazenados em câmara fria (Figura 1). Para ambas as temperaturas, frutos armazenados por 20 dias perderam mais massa em relação aos mantidos por menores intervalos de tempo. Perda de massa em frutos armazenados ocorrem em decorrência da água eliminada por transpiração, causada pela diferença de pressão de vapor entre o fruto e o ar no ambiente, assim como os processos metabólicos da respiração (Souza et al., 2000). O uso de filme de PVC contribui para a diminuição do déficit de pressão de vapor d'água entre os frutos e a atmosfera no interior da embalagem, podendo ocorrer diminuição nos valores de perda de massa (Melo et al., 2009).

Em ambiente refrigerado, a temperatura mais baixa reduz o metabolismo do fruto e, conseqüentemente, ocorre menor perda de massa (Jeronimo & Kanesiro, 2000). Chiumarelli & Ferreira (2006), em estudos com armazenamento de tomates “Débora” a 12,5°C, encontraram perdas de massa de 0,79% no terceiro dia, 2,23% no nono dia e 3,41% aos 15 dias de armazenamento, valores que se aproximam dos encontrados em tomates San Vito armazenados sob a mesma temperatura, no presente trabalho. Porém, Andreuccetti et al. (2007), ao trabalharem com tomates Andréa a 12,5°C, observaram perda de massa de 0,5% aos 8 dias e 1% aos 16 dias, valores

inferiores aos citados anteriormente, para frutos mantidos em ambiente refrigerado.

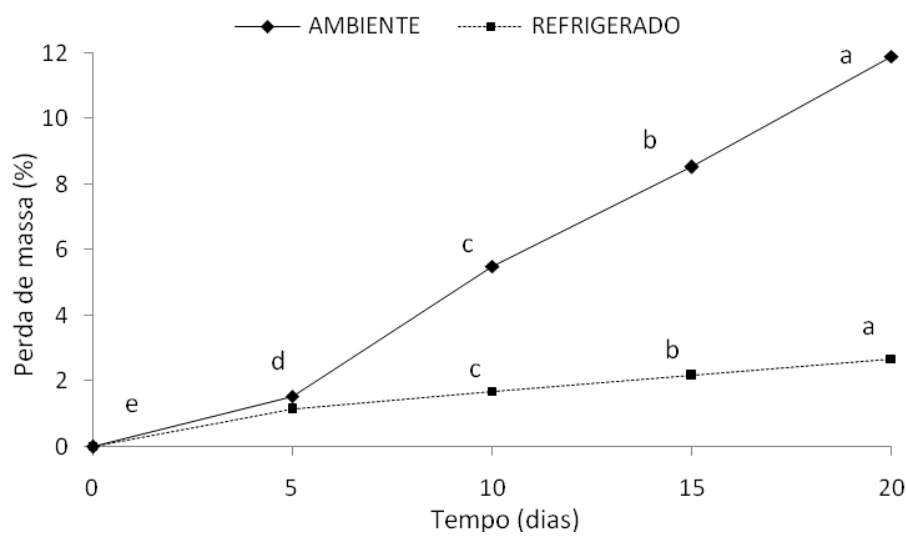


FIGURA 1 Médias de perda de massa, em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p<0,05$).

Valores L^* de coloração representam a luminosidade, que vai do preto (0) ao branco (100), e, neste trabalho, não foram influenciados pela temperatura de armazenamento. Obsevou-se aumento mais pronunciado nos valores do quinto ao décimo dia de arazenamento (Figura 2), indicando clareamento dos frutos nesse período, com aumento no brilho da parede externa, e a média permaneceu praticamente constante nos demais períodos estudados. Aos 10 e 20 dias foram observados maiores valores L^* nos frutos, e as médias não diferiram entre si, nesses dois tempos estudados.

Durante todo o tempo de armazenamento, observou-se aumento nos valores da relação $(a^*/b^*)^2$ em frutos armazenados em temperatura ambiente e refrigerada, com aumento mais pronunciado entre o quinto e o décimo dias de armazenamento, com maiores médias no último tempo de armazenamento, independente da temperatura em que os frutos foram mantidos (Figura 2). Tal aumento sugere a síntese de licopeno e frutos mais vermelhos, baseado nos estudos de Molyneux et al. (2004), que apontam que essa relação de valores é o indicador mais real da concentração de licopeno em frutos do tomateiro. Valores obtidos no presente trabalho se assemelham aos constatados por Carvalho et al. (2005), de aproximadamente $1,17 \pm 0,3$, que classificaram esses frutos pela estimativa indireta do teor de licopeno, como frutos com parede externa vermelha clara.

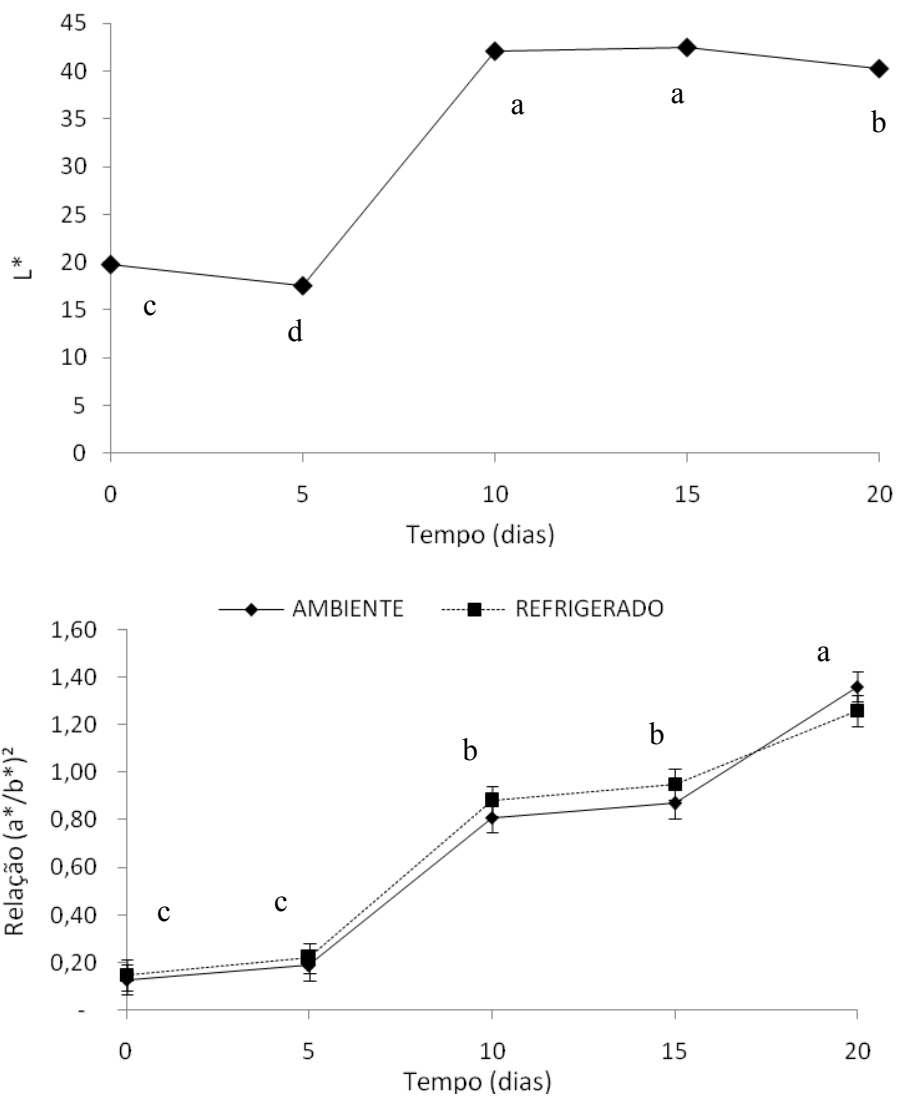


FIGURA 2 Médias de coloração (L^* e relação $(a^*/b^*)^2$) em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^\circ\text{C}\pm 1^\circ\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p < 0,05$).

O amaciamento dos frutos foi registrado durante todo o armazenamento e não foi influenciado pela temperatura em que os frutos foram mantidos, com diminuição mais acentuada do quinto ao décimo dias. Aos 15 e 20 dias, médias de firmeza não diferiram entre si, porém foram estatisticamente menos que as demais (Figura 3). A nutrição da cultura exerce grande influência na qualidade de frutas e hortaliças. Nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio foram relatados como causadores de efeitos pronunciados na textura (aumento de firmeza) de frutos (Sams, 1999). O cálcio tem sido um dos minerais mais estudados e associados à textura dos vegetais. Ele atua como cátion ligante entre resíduos de ácido galacturônico, formando pectato de cálcio, que torna mais rígida a estrutura da pectina na lamela média entre paredes celulares adjacentes, conferindo textura mais firme ao tecido (Melo et al., 2009).

Usualmente, ocorre modificação no grau de contato entre as células decorrente da degradação e solubilização das pectinas e modificações na estrutura das paredes celulares, decorrentes da ação de diversas enzimas. Assim, com a evolução da maturação, há decomposição de macromoléculas como protopectinas, celulose, hemicelulose e amido, amaciando as paredes celulares pela força coesiva que as mantêm unidas (Chitarra & Chitarra, 2005).

Nos frutos em geral, a textura é ditada pela maciez ou pela firmeza da polpa. Na sua maioria, a perda progressiva de firmeza ou seu amaciamento ocorre como consequência do amadurecimento normal, um processo complexo que envolve diferentes mecanismos, tais como perda do turgor celular, redução do tamanho e distribuição dos polímeros das paredes celulares, ação de enzimas hidrolíticas e outros mecanismos não enzimáticos (Chitarra & Chitarra, 2005).

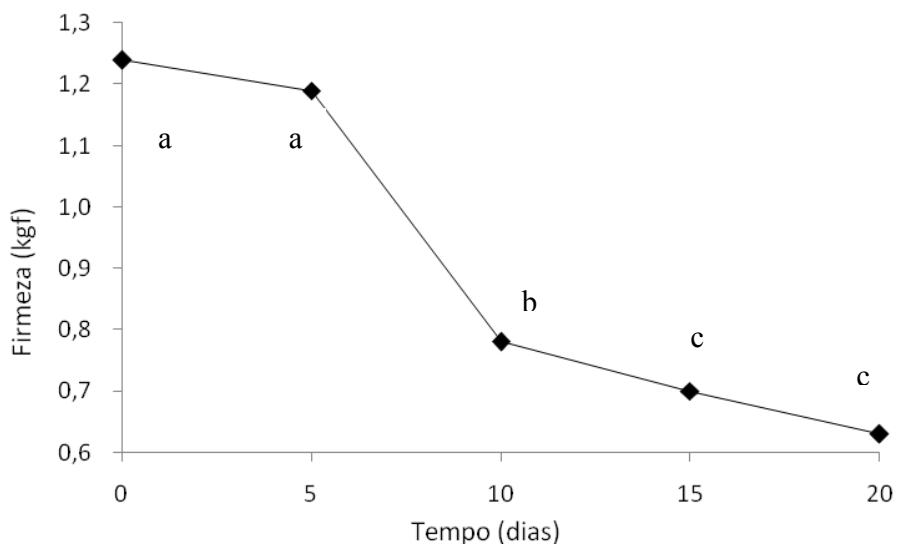


FIGURA 3 Valores de firmeza em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados por 20 dias. Letras iguais na linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p < 0,05$).

Médias de pH variaram estatisticamente somente entre os períodos de armazenamento, com aumento até o décimo dia, com posterior decréscimo dos valores, atingindo o pico de 4,7, média que se diferiu estatisticamente somente do primeiro tempo, no qual foi observado valor de 4,1 (Figura 4). Observou-se menor valor de pH no primeiro tempo estudado, em comparação com os demais.

Frutos mantidos em temperatura ambiente e em câmara fria comportaram-se diferentemente nos cinco primeiros dias de armazenamento, em relação ao teor acidez total titulável, com tendência de aumento para aqueles mantidos em temperatura refrigerada e diminuição nos teores de frutos mantidos em temperatura ambiente e após esse período teores permaneceram praticamente constantes (Figura 4). Aos 0 e 10 dias de armazenamento, observou-se diferença

entre teores de acidez para frutos mantidos em diferentes temperaturas, com teores estatisticamente maiores para frutos armazenados a 24°C.

Maior acidez indica maiores teores de ácidos orgânicos dissolvidos nos vacúolos (Chitarra & Chitarra, 2005). Uenojo & Pastore (2007) relatam que os ácidos orgânicos presentes durante o processo de amadurecimento determinam o sabor do fruto e afetam diretamente a qualidade do produto.

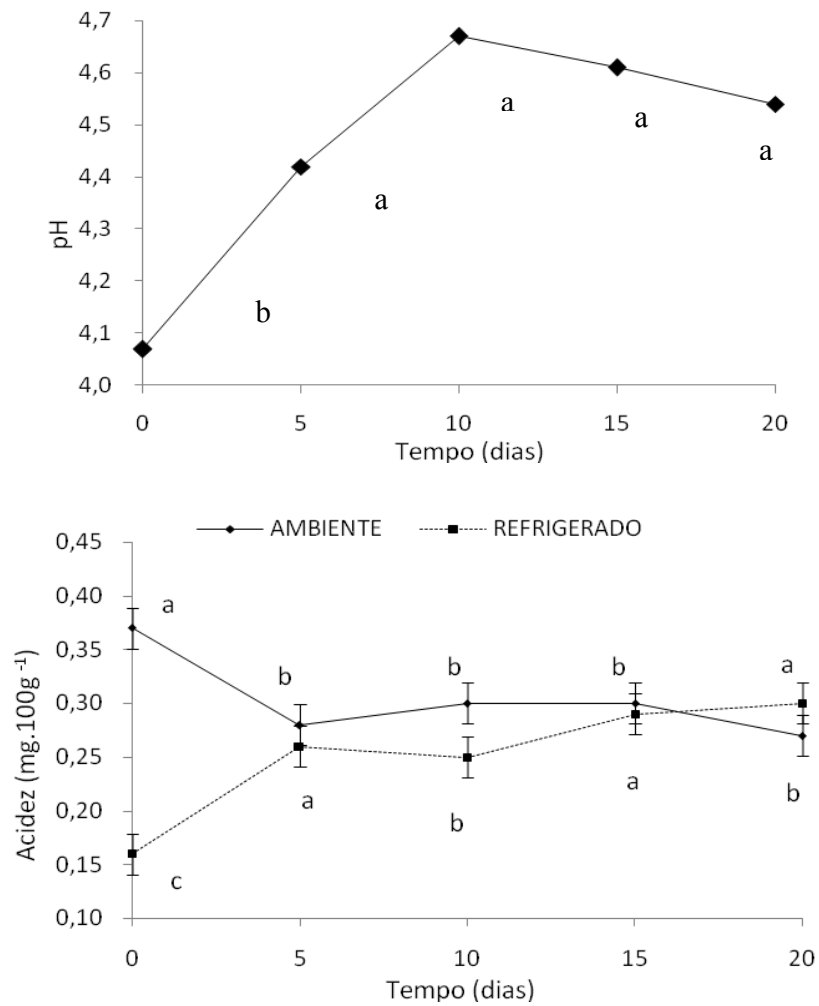


FIGURA 4 Médias de pH e acidez em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p < 0,05$).

Aos 5, 10 e 20 dias de armazenamento, frutos mantidos em diferentes ambientes de armazenamento diferenciaram-se estatisticamente em relação aos teores de sólidos solúveis totais, com frutos armazenados em temperatura ambiente com menores teores somente aos 5 dias (figura 5). Aos 0 e 15 dias, não foram observadas diferenças significativas para teores de sólidos solúveis nos frutos.

Nutrientes minerais fornecidos na adubação podem influenciar níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas em razão da influência que exercem sobre processos bioquímicos ou fisiológicos, como a translocação de fotoassimilados (Ferreira et al., 2006). O composto utilizado é fonte de diferentes minerais, podendo os mesmos interferirem nos teores de sólidos solúveis, como o potássio, que tem sido associado a aumentos nos teores (Brito et al., 2005), pois este nutriente atua como ativador enzimático, participando da síntese de carboidratos, transportando fotoassimilados da fonte para o dreno e participa de processos de regulação estomática.

Observa-se aumento de sólidos solúveis até o décimo dia de armazenamento seguido de queda, independente da temperatura de armazenamento dos frutos, sugerindo, de acordo com Vilas Boas et al. (1999), síntese inicial de açúcares devido, possivelmente à hidrólise de resíduos de amido, com posterior consumo como substrato oxidativo no processo respiratório.

Valencia et al. (2003), ao estudarem armazenamento de tomates, encontraram teores médios de 4° Brix, dados semelhantes aos do presente trabalho, e comentam que quanto maiores os valores de °Brix, maior o rendimento do fruto.

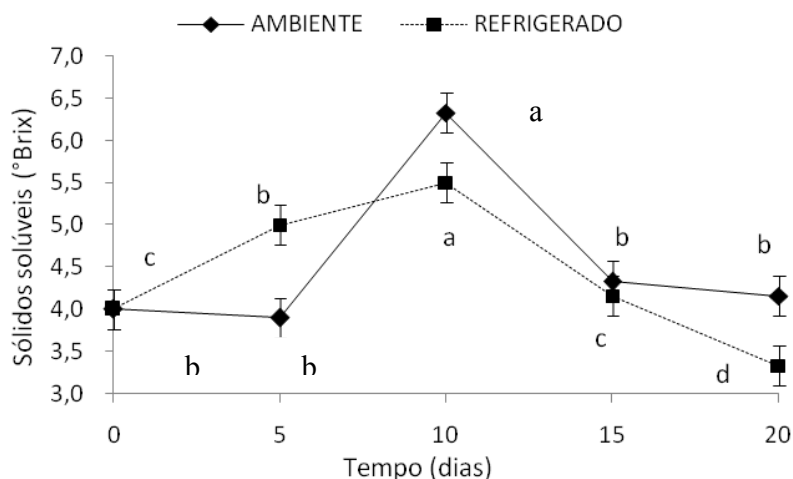


FIGURA 5 Médias de sólidos solúveis totais em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p<0,05$).

Teores de Vitamina C nos frutos cultivados em sistema orgânico foram influenciados somente pelo tempo de armazenamento. Observou-se queda nos teores até o quinto dia, com posterior aumento até o final do período estudado. Maiores teores foram observados aos 15 dias e a menor média aos 5 dias, diferindo-se estatisticamente das demais (Figura 6).

Segundo Lee & Kader (2000), fertilizantes nitrogenados tendem a reduzir teores de vitamina C em algumas frutas e hortaliças, sendo que a temperatura após a colheita é o fator mais importante na manutenção dessa vitamina, visto que as perdas de vitamina C aumentam em função do aumento da temperatura, bem como do período de armazenamento.

Com o armazenamento, perdas substanciais de nutrientes podem ocorrer, especialmente na Vitamina C (Chitarra & Chitarra, 2005). Frutos armazenados a

aproximadamente 20°C perdem água com mais facilidade, influenciando na concentração dos teores de frutos mantidos em temperatura ambiente.

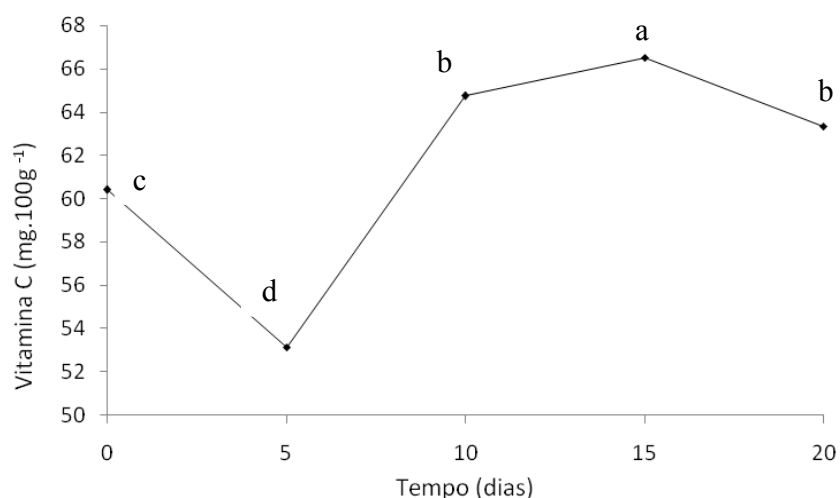


FIGURA 5 Teores de Vitamina C em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados por 20 dias. Letras iguais na linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey; DMS ($p<0,05$).

A partir do segundo tempo de armazenamento estudado, teores de licopeno de frutos armazenados em temperatura ambiente foram estatisticamente maiores que os advindos de ambiente refrigerado, o inverso ocorrendo no primeiro tempo. Até o décimo dia, frutos armazenados em temperatura ambiente sofreram grande aumento dos teores, o inverso foi observado para ambiente refrigerado até o quinto dia (Figura 6).

No quinto dia de armazenamento em câmara fria, observaram-se os menores teores de licopeno em comparação aos demais tempos estudados. Para frutos mantidos em temperatura ambiente, os menores teores foram observados

no primeiro tempo após a colheita e aos 10 e 15 dias, teores médios foram estatisticamente maiores em relação aos demais dias avaliados (Figura 6).

Javanmardi e Kubota. (2006) relatam a grande influência da temperatura no desenvolvimento do licopeno, cuja formação pode ocorrer entre 12 e 32°C. Além do fator nutricional, a concentração de licopeno está relacionada com uma melhor percepção visual dos produtos, existindo maior demanda para frutos com maiores teores desse pigmento (Carvalho et al., 2005).

O aumento dos níveis de licopeno em tomates é normal durante o amadurecimento do fruto, como pode-se observar durante o armazenamento. De acordo com Vilas Boas et al. (1999), a síntese de licopeno se dá mais intensamente quando os frutos passam a adquirir coloração avermelhada. Os dados sugerem, portanto, coloração avermelhada uniforme dos frutos aduros, independente do sistema de cultivo e temperatura de armazenamento.

Javanmardi & Kubota (2006) não encontraram diferenças significativas em teores de licopeno em tomates armazenados por 14 dias a 12°C e comentam que as taxas de processos de amadurecimento que se associam ao aumento do teor do licopeno são mais leves em ambiente refrigerado. Rodriguez-Amaya (2000) relata que o teor de carotenóides pode ser afetado por fatores como a cultivar, porção da planta e do fruto analisado, distribuição irregular da substância na amostra, estágio de maturação, clima e geografia, manuseio na colheita e pós-coheita, processamento e armazenamento.

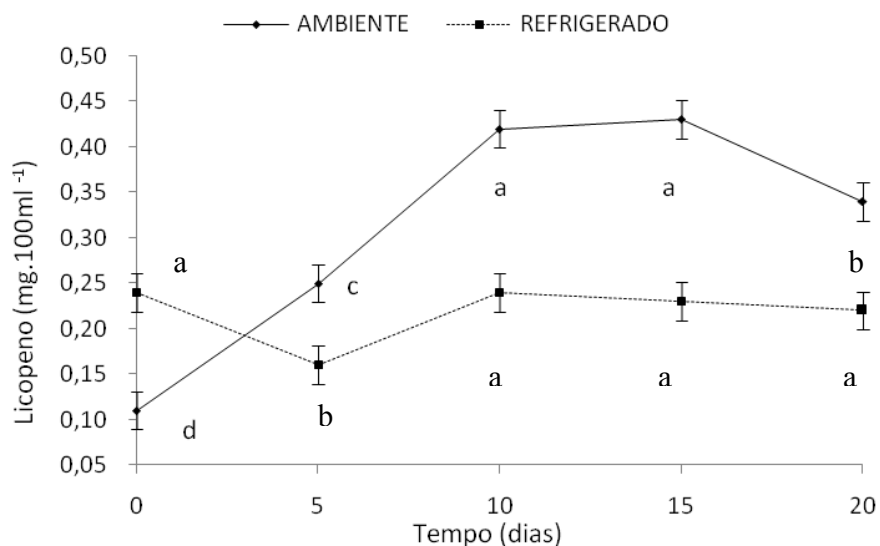


FIGURA 6 Teores de licopeno em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey; DMS ($p<0,05$).

Apenas no 15^o dia de armazenamento, teores de β caroteno se diferenciaram em relação ao ambiente em que os frutos foram armazenados, com teores máximos de $0,24 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, valor que se diferiu também estatisticamente dos demais tempos da mesma temperatura de armazenamento (Figura 7). A despeito da temperatura em que foram armazenados, observa-se aumento nos teores de β caroteno durante os 20 dias, o mesmo sendo observado em teores de licopeno, porém com aumento mais suave em frutos mantidos em câmara fria. Para frutos mantidos em temperatura ambiente, os maiores teores foram observados aos 15 dias, o mesmo sendo observado aos 10 e 20 dias para frutos mantidos em ambiente refrigerado.

Este carotenóide é o mais importante precursor da Vitamina A e tem papel antioxidante, com tendência a aumentar durante o amadurecimento do fruto, sendo um pigmento laranja termolábil, sensível à luz e ao oxigênio, e que está associado à proteção contra doenças cardíacas e câncer (Carvalho et al., 2006). Teores de β -caroteno encontrados no presente trabalho foram sempre inferiores aos observados por Yahia et al. (2007), em tomates tratados com ar quente. Não obstante, os teores de licopeno e β caroteno encontrados no presente trabalho foram condizentes aos relatados por Vilas Boas et al. (1999) para tomates do grupo multilocular heterozigotos no loco alcobaça.

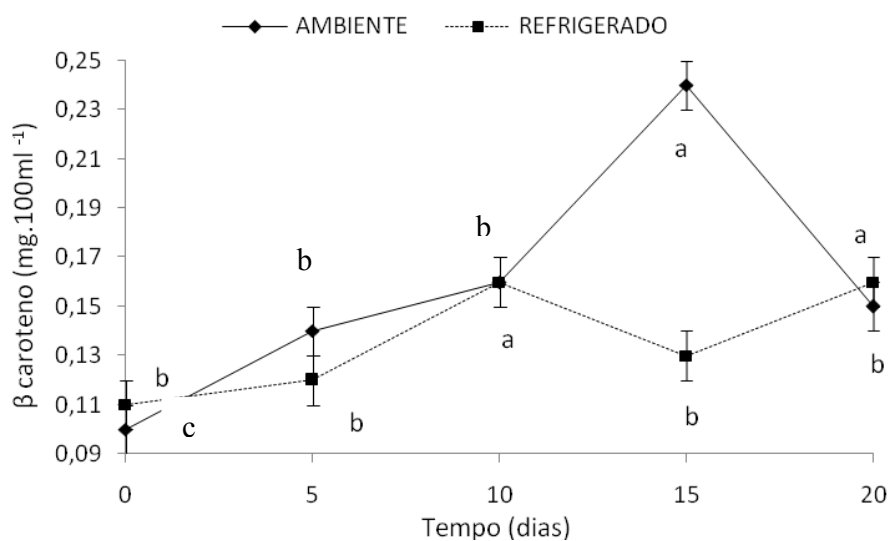


FIGURA 7 Teores de β caroteno em tomates San Vito cultivados em sistema orgânico e armazenados em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ e $32\%\pm 2$ de UR) e refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR). Letras iguais na mesma linha: médias não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS ($p<0,05$).

6 CONCLUSÕES

Médias de perda de massa, relação $(a^*/b^*)^2$, acidez, sólidos solúveis totais, licopeno e β caroteno foram influenciadas pela interação entre tempo e temperatura de armazenamento. L^* , firmeza, pH e Vitamina C se diferenciaram somente com o tempo de armazenamento.

Durante todo o período, houve perda de massa para ambas as temperaturas de armazenamento, porém, após o quinto dia, frutos mantidos em temperatura ambiente se destacaram com maiores valores, atingindo médias 4,5 vezes maiores no último tempo.

Valores de coloração aumentaram durante armazenamento, indicando síntese de pigmentos, concordando com aumento de teores de licopeno e β caroteno, independente da temperatura de armazenamento. Durante todo o tempo estudado, houve diminuição na firmeza dos frutos.

Maiores teores de sólidos solúveis totais foram observados aos 10 dias, assim como teores de pH. Foram observados maiores teores de acidez em frutos armazenados em temperatura ambiente aos 0 e 10 dias, assim como maiores teores de licopeno após o quinto dia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREUCETTI, C.; FERREIRA, M.D.; MORETTI, C.L.; HONÓRIO, S.L. Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.25, n.1, p.122-126, jan./mar. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17.ed. Washington, DC, 2002. 1275p.

BORGUINI, R.G.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.64-75, ago. 2006.

BRITO, M.E.B.; MELO, A.S. de; LUSTOSA, J.P.O.; ROCHA, M.B.; VIEGAS, P.R.A.; HOLANDA, F.S.R. Rendimento e qualidade da fruta do maracujazeiro amarelo adubado com potássio, esterco de frango e de ovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.2, p.260-263, abr. 2005.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M.J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J.C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees: consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.21, p.6503-6509, Oct. 2004.

CARVALHO, P.G.B.; MACHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.4, p.397-404, out./dez. 2006.

CARVALHO, W.; FONSECA, M.E.N.; SILVA, H.R.; BOITEUX, L.S.; GIORDANO, L.B. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.3, p.819-825, jun. 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHIUMARELLI, M.; FERREIRA, M.D. Qualidade pós-colheita de tomates Débora com utilização de diferentes coberturas comestíveis e temperaturas de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.3, p.381-385, jul./set. 2006.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.24, n.2, p.141-145, abr./jun. 2006.

GEORGE, B.; KAUARA, C.; KHURDIYA, D.S.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. **Food Chemistry**, London, v.84, n.1, p.45-51, Jan. 2004.

ISHIDA, B.K.; CHAPMAN, M.H. A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.26, p.8017-8020, Dec. 2004.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.41, n.2, p.151-155, Aug. 2006.

JERONIMO, R.F.; KANESIRO, M.A.B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.2, p.237-243, abr. 2000.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing Vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, n.3, p.207-220, Nov. 2000.

MELO, A.A.M.; VILAS-BOAS, E.V.B.; JUSTO, C.F. Uso de aditivos para conservação pós-colheita de banana maçã minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.1, p.228-236, jan./fev. 2009.

MOLYNEUX, S.L.; LISTER, C.E.; SAVAGE, G.P. Na investigatios of the antioxidant preperities and colour of glassgouse grown tomatoes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v.55, n.7, p.537-545, July 2004.

MORETTI, C.L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J.; CALBO, A.G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.4, p.656-660, Aug. 1998.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, Tokyo, v.39, n.10, p.925-928, 1992.

NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B.; SARGENT, S.A. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, n.2, p.17-28, June 1995.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**. Campinas: Grafimagem, 2000. 113p.

RODRIGUES-AMAYA, D.B. Some considerations in generating carotenoids data for food composition tables. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.13, n.6, p.641-647, Dec. 2000.

SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.249-254, Nov. 1999.

SOUZA, R.F. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; COSTA, J.T.A.; ALVES, R.E.; OLIVEIRA, A.C. de. Armazenamento de ciriguela (*Spondia purpurea* L.) sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.3, p.334-338, jun. 2000.

TERADA, M.; WATANABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, London, v.4, p.604-608, 1979.

UENOJO, M.; PASTORE, G.M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.388-394, mar./abr. 2007.

VALENCIA, J.; BIECHE, B.; BRANTHOME, X. Effect of fertilizers on fruit quality of processing tomatoes. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.613, p.89-93, Sept. 2003.

VILAS-BOAS, E.V.B.; CHITARRA, A.B.; MALUF, W.R.; CHITARRA, M.I.F. Influência do alelo alcobaça em heterozigose sobre a vida-de-prateleira e qualidade pós-colheita de tomates. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.650-657, jul./set. 1999.

YAHIA, E.M.; SOTO-ZAMORA, G.; BRECHT, J.K.; GARDEA, A. Postharvest hot air treatment effects on the antioxidant system in stored mature-green tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, n.2, p.107-115, May 2007.

CAPÍTULO 4

MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DE TOMATES ORGÂNICOS E CONVENCIONAIS SUBMETIDOS A DOIS AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivo de avaliar a manutenção da qualidade de frutos de tomate tipo italiano produzido em sistema orgânico e convencional de produção nas condições edafoclimáticas do Distrito Federal. Os frutos foram embalados e mantidos em temperatura ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $\text{UR}=32\%\pm 2$) e em câmara fria ($12^{\circ}\text{C}\pm$ e $\text{UR}=73\%\pm 1$) por 20 dias de armazenamento no Laboratório de Pós-colheita da Embrapa Hortaliças. Foram realizadas análises de coloração, firmeza, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C, licopeno, β caroteno, fenólicos totais e atividade antioxidante total. Teores de licopeno, β caroteno, vitamina C, acidez, fenólicos e atividade antioxidante foram influenciados pelo sistema de produção, tempo e temperatura de armazenamento. Frutos produzidos em sistema orgânico apresentaram maiores teores de Vitamina C durante todo o armazenamento, assim como maiores teores de sólidos solúveis aos 0, 10 e 20 dias e atividade antioxidante aos 0, 5 e 10 dias, independente do ambiente em que foram mantidos. Frutos produzidos em sistema convencional apresentaram maiores teores de acidez aos 5 e 15 dias de armazenamento ambiente e refrigerado. Aos 10, 15 e 20 dias, não foi observado diferença em teores de licopeno nos tratamentos avaliados.

2 ABSTRACT

This work aim to determinate the quality of Italian tomato fruits produced in organic and conventional systems, they were produced under conditions of Distrito Federal, Brazil, packed and kept at room temperature ($24^{\circ}\text{C} \pm 2.0$ and $\text{RH} = 32\% \pm 2$) and cold ($12 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and $\text{RH} = 73\% \pm 1$) for 20 days of storage in the postharvest laboratory of Embrapa Vegetables. Color, firmness, titratable acidity, total soluble solids, vitamin C, lycopene, β carotene, total phenolic and total antioxidant activity were evaluated. Levels of lycopene, β carotene, vitamin C, acidity, phenolics and antioxidant activity were influenced by the crop system, time and temperature of storage. Fruits produced in the organic crop showed higher levels of Vitamin C throughout the storage as well as higher levels of soluble solids at 0, 10 and 20 days and antioxidant activity at 0, 5 and 10 days, regardless of the temperature. Fruits arise of conventional crop had higher levels of acidity at 5 and 15 days of room and cool storage. At 10, 15 and 20 days, there was no differences in levels of lycopene in the treatments evaluated.

3 INTRODUÇÃO

Mais recentemente, a demanda por tomates foi reforçada pela busca de alimentos mais saudáveis, favorecendo também o crescimento da venda do produto fresco (Carvalho & Pagliuca, 2007). Segundo Bourn & Prescott (2002), consumidores citam a preocupação com a saúde como a principal motivação para consumir alimentos orgânicos, e a ausência de agrotóxicos é apontada como o principal atributo desses alimentos.

O tomate é um alimento funcional em razão dos altos teores de vitaminas, além de ser rico em licopeno. O tomate “tipo italiano” (saladete) apresenta baixa caloria, é rico em vitaminas A e C, sódio, potássio, fósforo e ferro. Segundo Monteiro et al. (2008) o licopeno por ser um potente sequestrador do oxigênio singlet (forma reativa de oxigênio, o pior radical livre causador de câncer), indica ter propriedades antioxidantes e anticancerígenas, comparativamente mais potente que a maior parte dos outros carotenóides plasmáticos.

A refrigeração é o método mais econômico para o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças frescas e a qualidade comestível em muitos produtos perecíveis aumenta após a colheita e depois cai rapidamente, se não for utilizado o processo de armazenamento a frio (Chitarra & Chitarra 2005).

Toor et al. (2006) verificaram a influência de diferentes tipos de fertilizantes sobre os principais componentes antioxidantes de tomates e concluíram que as fontes de adubos podem ter um expressivo efeito sobre a concentração desses compostos, assim como diferenças foram encontradas como resultado de diferentes formas de cultivo (orgânico e convencional) em teores de licopeno (Ishida & Chapman, 2004), nitrato (Trindade et al., 2007), carotenóides e vitamina C (Caris-Veyrat et al., 2004), fenólicos totais (Borguini e Torres, 2006), e não foram encontradas na aparência em trabalho de Ormond

et al. (2002).

Visando suprir carência de informações comparativas em diferentes condições e tratamentos, neste trabalho, objetivou-se avaliar a manutenção da qualidade de tomates San Vito tipo italiano cultivados em sistema convencional e orgânico e submetidos a duas temperaturas de armazenamento por 20 dias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Híbridos San Vito de tomate tipo Italiano foram cultivados em sistema orgânico (24 ton.ha⁻¹ de composto orgânico) e convencional (adubação aproximada aos teores dos nutrientes fornecidos pelo composto) de produção sob as mesmas condições climáticas, colhidos em estágio “pintado” de maturação, simultaneamente em julho de 2008 e encaminhados para o laboratório de pós-colheita da Embrapa Hortaliças, onde o calor de campo foi retirado. Os frutos foram selecionados quanto a uniformidade e ausência de defeitos para, em seguida, serem lavados e sanitizados com 100 ppm de hipoclorito e sódio. Para o armazenamento, utilizaram-se bandejas de poliestireno (18x12,5x4cm) envoltas manualmente com filme de policloreto de vinila (PVC) de 10 micrômetros de espessura que, em seguida, foram armazenadas por 0 a 20 dias em temperatura ambiente (24°C±2 e UR=32%±2) e em câmara fria (12°C±1 e UR=73%±1). Os frutos foram avaliados em intervalos de 5 dias até o final do período de armazenamento. Foram retiradas as bandejas de cada tratamento até o 20º dia para que fossem realizadas as seguintes análises físicas, físico-químicas e químicas:

Para perda de massa, bandejas destinadas somente para avaliação dessa variável foram pesadas nos 5 tempos de armazenamento, e após cada pesagem, o valor foi subtraído do peso inicial e multiplicado por 100, determinando-se a perda de massa em porcentagem.

Para obtenção dos valores referentes à coloração foi utilizado colorímetro Minolta modelo CR-200b onde foram observados valores de L* e a* que representam a cromaticidade entre as cores preto e branco e verde e vermelha, respectivamente, sendo realizadas quatro leituras em cada fruto de cada bandeja, totalizando 20 leituras por repetição.

As medidas de pH foram realizadas por potenciometria, utilizando

pHmetro associado ao titulador automático e a determinação da acidez baseou-se em metodologia da AOAC (2002) procedendo a titulação com NaOH até o pH de 8,2, quando todo o ácido cítrico foi neutralizado.

A determinação de sólidos solúveis baseou-se em metodologia da AOAC (2002). Os frutos foram homogeneizados por 2 minutos, e os sólidos solúveis medidos em refratômetro de mesa e expressos em graus Brix, após o mesmo ser calibrado com água destilada.

Teores de Vitamina C foram determinados por metodologia descrita por Terada et al. (1979), modificada por Nunes et al. (1995) e Moretti et al. (1998). A determinação de teores de licopeno e β -caroteno foi realizada espectrofotometricamente, segundo metodologia de Nagata & Yamashita, (1992).

Para doseamento dos compostos fenólicos totais, foram realizadas três extrações sucessivas com metanol 80% e na determinação foi utilizado o método de Folin-Denis, conforme recomendação da AOAC (1990) e os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido tânico.

A determinação da atividade antioxidante total foi realizada pelo método do sequestro do radical DPPH (Rufino et al., 2007) e expressa em $\text{g fruto} \cdot \text{g DPPH}^{-1}$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com 20 tratamentos ($2 \times 5 \times 2$) em 2 sistemas de produção (orgânico e convencional), 5 tempos (0, 5, 10, 15 e 20 dias) e duas temperaturas de armazenamento (ambiente e refrigerada), com uma bandeja com 5 frutos por repetição, com 3 repetições por tratamento. Os dados obtidos foram transformados para as unidades internacionais e submetidos a diferentes testes de normalidade pelo programa ASSISTAT® e, posteriormente, analisados estatisticamente pelo programa SISVAR, sendo que as variáveis que não estavam dentro da curva normal foram transformadas, obtendo-se as médias e a DMS de cada variável pelo teste de

Tukey a 5% de probabilidade, levando-se em conta o sistema de produção, tempos de armazenamento, temperatura de armazenamento e as interações entre os fatores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, para valores de coloração L^* e a^* , interação significativa entre tempo e temperatura de armazenamento e também entre tempo e sistema de cultivo dos frutos, assim como para sólidos solúveis totais para a última. Para as demais variáveis, a interação tripla entre tempo de armazenamento, temperatura de armazenamento e sistema de cultivo resultou em médias significativas.

O valor L^* , que representa a coloração que vai do preto ao vermelho, e indica luminosidade da parede dos frutos, foi superior em tomates produzidos organicamente em comparação àqueles produzidos convencionalmente, fato que se manteve até o 15º dia de armazenamento, sendo que frutos sob refrigeração apresentaram maior valor L^* , em comparação a frutos mantidos à temperatura ambiente, dos 10 aos 20 dias de armazenamento (Figura 1). Considerando-se a tendência de queda do valor L^* decorrente da senescência dos frutos, a partir do 10º dia de armazenamento, sugere-se o efeito da refrigeração na diminuição da intensidade da queda.

As modificações na coloração dos frutos com a maturação ocorrem, tanto em razão dos processos degradativos, como dos processos sintéticos. Elas correspondem a um dos principais critérios de julgamento para a identificação do amadurecimento de frutas e algumas hortaliças (Chitarra e Chitarra, 2005).

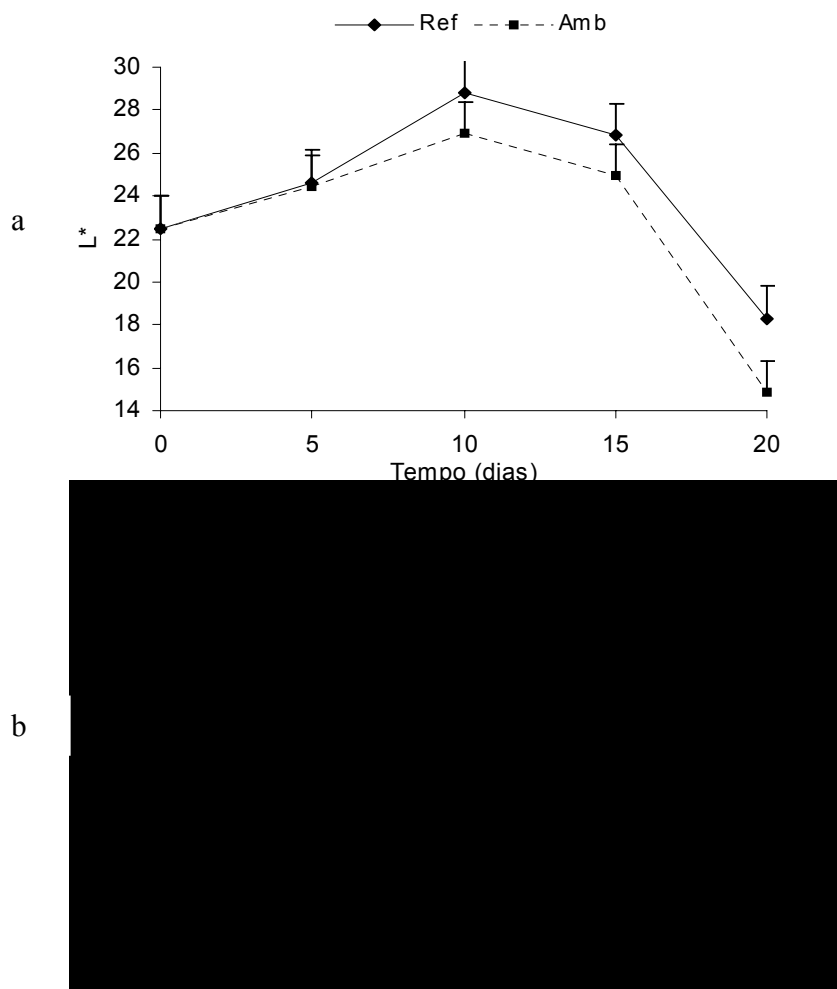


FIGURA 1 Médias de coloração (L^*) em frutos de tomateiro “San Vito” protegidos com filme de PVC e armazenados em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $\text{UR}=32\%\pm 2$ de UR) (a) e também cultivados em sistema orgânico e convencional (b). Teste de Tukey e DMS ($p<0,05$).

O valor a^* de frutos recém-colhidos não diferiu em função do sistema de produção. A partir do 10º dia de armazenamento, tomates orgânicos apresentaram valor a^* inferior, em comparação aos tomates produzidos no sistema convencional (Figura 2), indicando frutos menos vermelhos e menor taxa de amadurecimento e, conseqüentemente, maior vida útil. O efeito da refrigeração na contenção da elevação do valor a^* foi visível apenas no 5º e 10º dias de armazenamento (Figura 3), indicando possivelmente síntese mais evidente de licopeno nos frutos não refrigerados nos tempos citados. Porém, Molyneux et al. (2004) não encontraram relação significativa entre valores de coloração a^* e teores de licopeno em frutos do tomateiro.

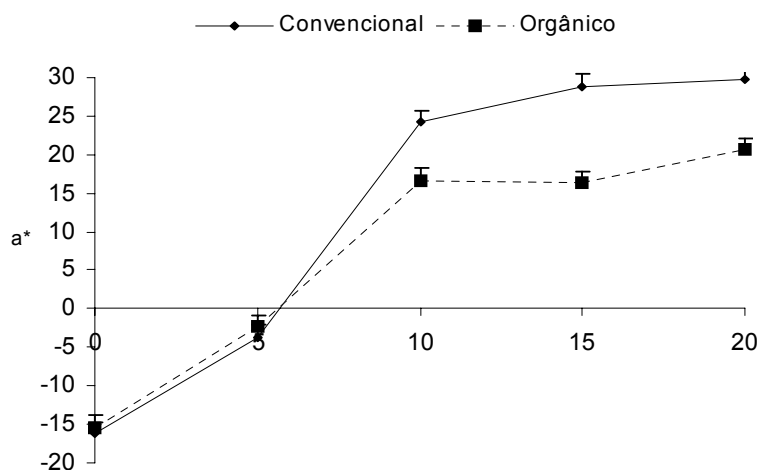


FIGURA 2 Médias de coloração (a^*) em frutos de tomateiro “San Vito” cultivados em sistema orgânico e convencional. Teste de Tukey e DMS ($p < 0,05$).

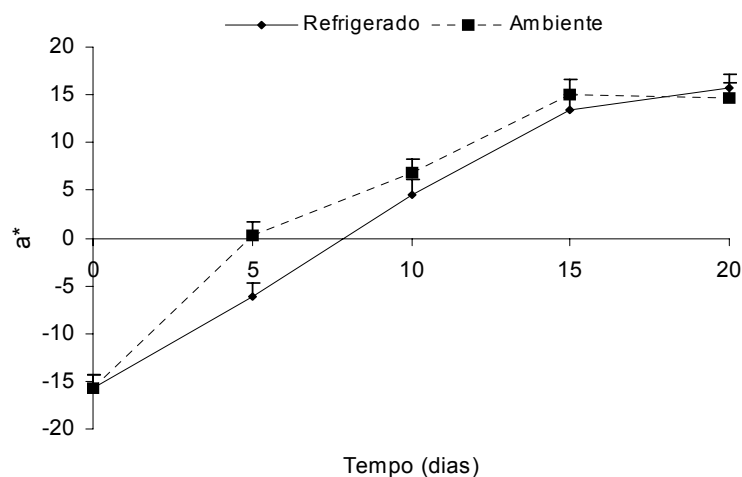


FIGURA 3: Médias de coloração (a^*) em frutos de tomateiro “San Vito” protegidos com filme de PVC e armazenados em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $\text{UR}=32\%\pm 2$ de UR). Teste de Tukey e DMS ($p<0,05$).

Tomates orgânicos recém-colhidos apresentaram maior acidez titulável que os cultivados convencionalmente. Entretanto, ao 5 e 15 dias de armazenamento ambiente e refrigerado, observou-se maior acidez nos frutos cultivados convencionalmente, nenhuma diferença sendo notada aos 10 e 20 dias de armazenamento. (Figura 4). Uenojo & Pastore (2007) relatam que os ácidos orgânicos presentes durante o processo de amadurecimento determinam o sabor do fruto e afetam diretamente a qualidade do produto. Observa-se também comportamento semelhante em teores de acidez durante o tempo avaliado em que frutos advindos do mesmo sistema de cultivo, independente da temperatura em que foram armazenados.

Os teores de sólidos solúveis foram superiores nos frutos produzidos em sistema orgânico aos 0, 10 e 20 dias (Figura 4). Teores de sólidos solúveis totais

não foram afetados pela temperatura de armazenamento, assim como em trabalho de Javanmardi & Kubota (2006). Os teores de sólidos solúveis observados, para tomates cultivados em sistema orgânico e convencional foram, em média, superiores aos relatados por Monteiro et al. (2008), em tomate “tipo italiano” (4° Brix).

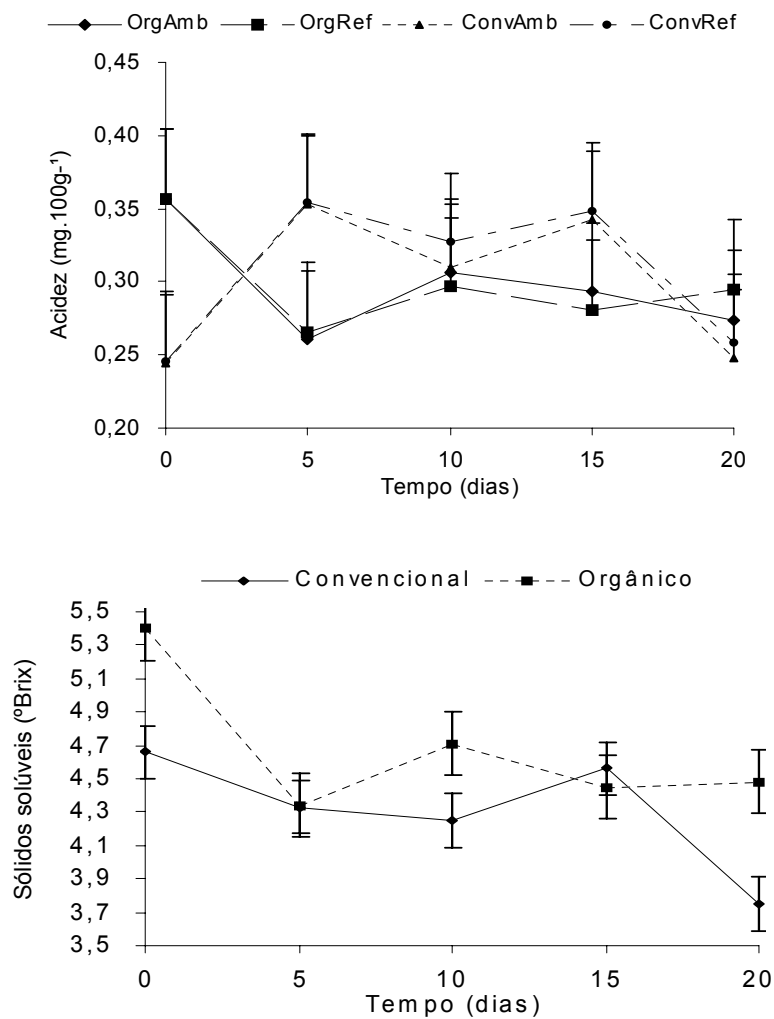


FIGURA 4 Teores de acidez titulável e sólidos solúveis totais em frutos de tomateiro “San Vito” protegidos com filme de PVC , advindos de sistema de cultivo orgânico e convencional e acidez em frutos e armazenados em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $UR=32\%\pm 2$ de UR). Teste de Tukey e DMS ($p<0,05$).

A despeito da temperatura e tempo de armazenamento, frutos produzidos em sistema orgânico apresentaram, sistematicamente, maiores teores de vitamina C, em comparação aos frutos produzidos convencionalmente (Figura 5). Salienta-se que aos 10 dias de armazenamento tomates orgânicos apresentaram teores de vitamina C 107% maiores dos que os produzidos no sistema convencional. A temperatura de armazenamento não influenciou os níveis de vitamina C dos tomates ao longo do tempo, à exceção da diferença observada aos 15 dias, quando tomates orgânicos armazenados à temperatura ambiente apresentaram os maiores teores dessa vitamina em comparação aos orgânicos armazenados em refrigeração. Caris-Veyrat et al. (2004) também observaram maiores teores dessa vitamina em tomates cultivados em sistema orgânico em armazenamento, independentemente da temperatura utilizada.

Aumento nos teores de Vitamina C, durante o armazenamento, ocorrem em razão do ácido ascórbico ser submetido a reações de oxi-redução no período de amadurecimento do tomate. Os produtos da oxidação consistem de radicais livres do ácido, os quais podem ser revertidos novamente em ácido ascórbico, indicando assim a possibilidade de aumento desse composto, durante o amadurecimento (Yahia et al., 2007). Os mesmos autores também observaram aumento dessa vitamina em frutos armazenados a 20 e 12,5°C. Neste trabalho, constatou-se tal evento, para tomates armazenados nos dois ambientes estudados.

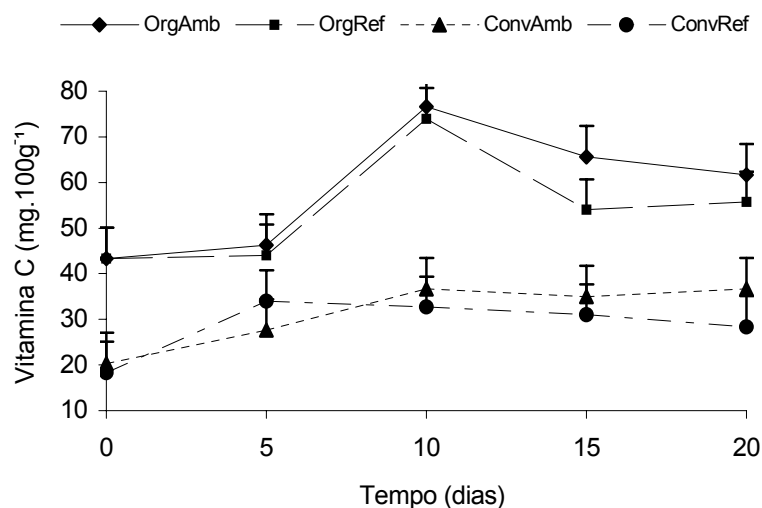


FIGURA 5 Teores de vitamina C em frutos de tomateiro “San Vito” em dois sistemas de cultivo e armazenados em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 73% de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e UR=32% ± 2 de UR). Teste de Tukey e DMS ($p < 0,05$).

Tomates orgânicos recém-colhidos apresentaram menores teores de licopeno em comparação aos convencionais. Dos 5 aos 20 dias de armazenamento, a despeito do sistema de produção e temperatura, nenhuma diferença foi notada entre os frutos, em relação aos teores de licopeno, exceto a diferença notada aos cinco dias de armazenamento refrigerado, quando tomates orgânicos apresentaram menores teores de licopeno que tomates convencionais (Figura 6). O aumento nos níveis de licopeno em tomate é normal durante o amadurecimento do fruto, como o observado durante o armazenamento. De acordo com Vilas Boas et al. (1999), a síntese de licopeno se dá mais intensamente quando os frutos passam a adquirir a coloração avermelhada. Os dados sugerem, portanto, coloração avermelhada uniforme dos frutos maduros, independentemente do sistema de cultivo e temperatura de armazenamento.

Javanmardi & Kubota (2006) encontraram médias finais de licopeno para frutos mantidos em temperatura ambiente no armazenamento de 0,426 e 0,414 mg.100mL⁻¹ para convencionais e orgânicos, respectivamente. Ligeiro aumento de teores de licopeno em frutos de tomate também foi encontrado por Yahia et al. (2007) e Choi & Huber (2008), após 18 e 20 dias de armazenamento e temperatura ambiente e em frutos controle – sem nenhum tratamento diferencial pós-colheita, aumento que também pode ser constatado no presente trabalho para tomates mantidos nas duas temperaturas e cultivados em sistema orgânico.

O teor de β caroteno não diferiu entre tomates produzidos orgânicos e convencionais recém-colhidos. A similaridade estatística permaneceu durante o armazenamento dos frutos, à temperatura ambiente, com exceção do último tempo avaliado. Entretanto, tomates orgânicos apresentaram maiores teores de β caroteno quando comparados com convencionais, aos 10 e 15 dias de armazenamento refrigerado (Figura 6). O ambiente refrigerado determinou maiores teores de β caroteno em tomates orgânicos, a partir do 10º dia de armazenamento e em tomates convencionais, apenas no 20º dia de armazenamento. Entretanto, tomates convencionais armazenados à temperatura ambiente apresentaram maiores níveis de β caroteno, aos 5 dias de armazenamento (Figura 6). Os teores de β caroteno tendem a aumentar, embora de forma menos intensa que o licopeno, paralelamente à degradação da clorofila, durante o amadurecimento de tomates (Vilas Boas et al., 1999).

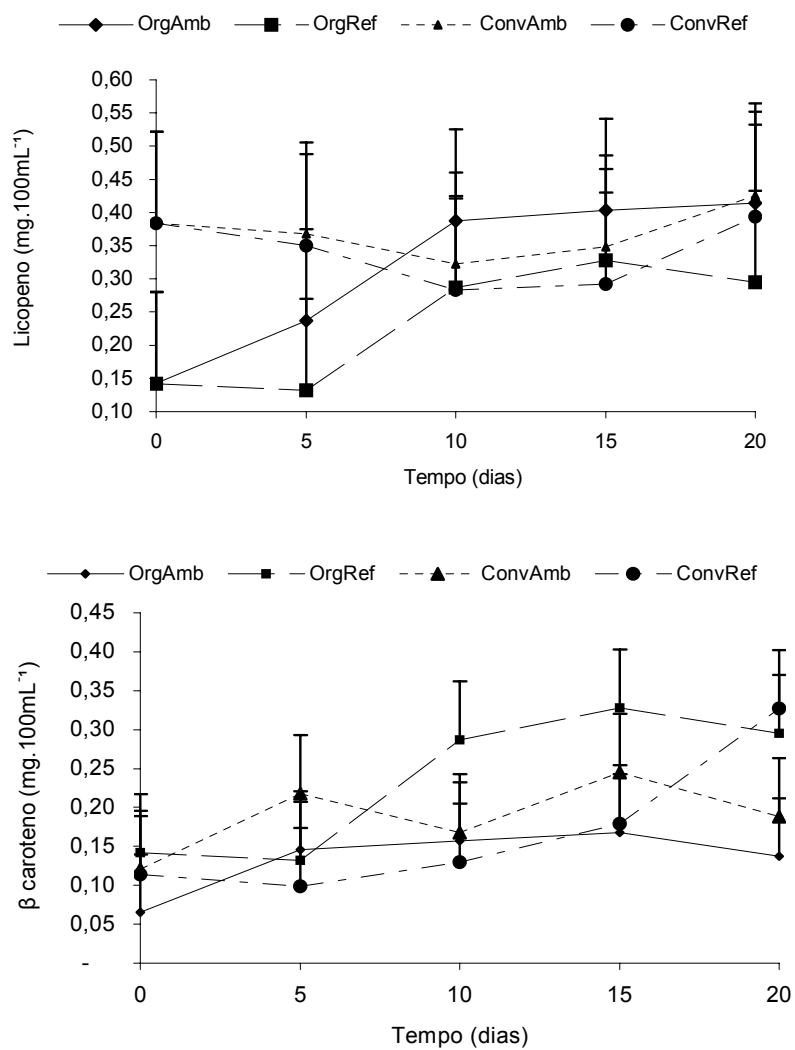


FIGURA 6 Teores de licopeno e β caroteno em frutos de tomateiro “San Vito” em dois sistemas de cultivo e armazenados por 20 dias em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $\text{UR}=32\%\pm 2$ de UR). Teste DE Tukey e DMS ($p<0,05$).

Dentre os fitoquímicos presentes em frutos, os compostos fenólicos merecem destaque, em razão da sua atividade antioxidante. A capacidade de inativação dos radicais livres pelos compostos fenólicos vem sendo atribuída à presença de grupamentos hidroxilas (OH⁻) que possuem capacidade de se ligar a radicais livres presentes no organismo, impedindo sua ação, a qual pode causar danos e/ou oxidação de componentes de células (Severo et al., 2009).

O teor de fenólicos em tomates orgânicos, recém-colhidos, foi superior ao de tomates convencionais (Figura 7), dados condizentes com os de Toor et al. (2006), que afirmam que a concentração fenólica de tomates pode aumentar em função da utilização de adubos orgânicos. Ao longo do armazenamento refrigerado, tomates orgânicos prevaleceram sobre os convencionais, quanto aos fenólicos, à exceção do 15º dia, quando nenhuma diferença foi verificada. Durante o armazenamento ambiente, diferenças estatísticas não foram notadas entre tomates orgânicos e convencionais, exceto a maior concentração de fenólicos em tomates orgânicos, aos 5 dias de armazenamento (Figura 7).

A temperatura de armazenamento não influenciou, consistentemente, os níveis de fenólicos durante o armazenamento de tomates orgânicos e convencionais (Figura 7).

Tomates produzidos em sistema orgânico apresentaram maior atividade antioxidante, em comparação com convencionais, diferença mantida até o décimo dia de armazenamento, a despeito da temperatura. Aos 20 dias de armazenamento, mais uma vez, os tomates orgânicos se sobressaíram aos convencionais, armazenados à temperatura ambiente (Figura 7).

A temperatura não interferiu na atividade antioxidante dos frutos, exceção feita aos tomates orgânicos, aos 5 dias e convencionais, aos 20 dias, quando aqueles submetidos à refrigeração apresentaram maiores atividades (Figura 7). Alterações na atividade antioxidante em tomates em diferentes temperaturas de armazenamento podem estar associadas ao processo de

amadurecimento e ao metabolismo de compostos fenólicos (Javanmardi & Kubota, 2006).

Toor et al. (2006) afirmam que fontes diferentes de adubação podem ter expressivo efeito sobre concentração de atividade antioxidante e adubos orgânicos podem aumentar níveis de fenólicos totais e ácido ascórbico, confirmando diferenças aqui relatadas nesses teores de acordo com o sistema de cultivo, que recebem diferentes fontes de adubação.

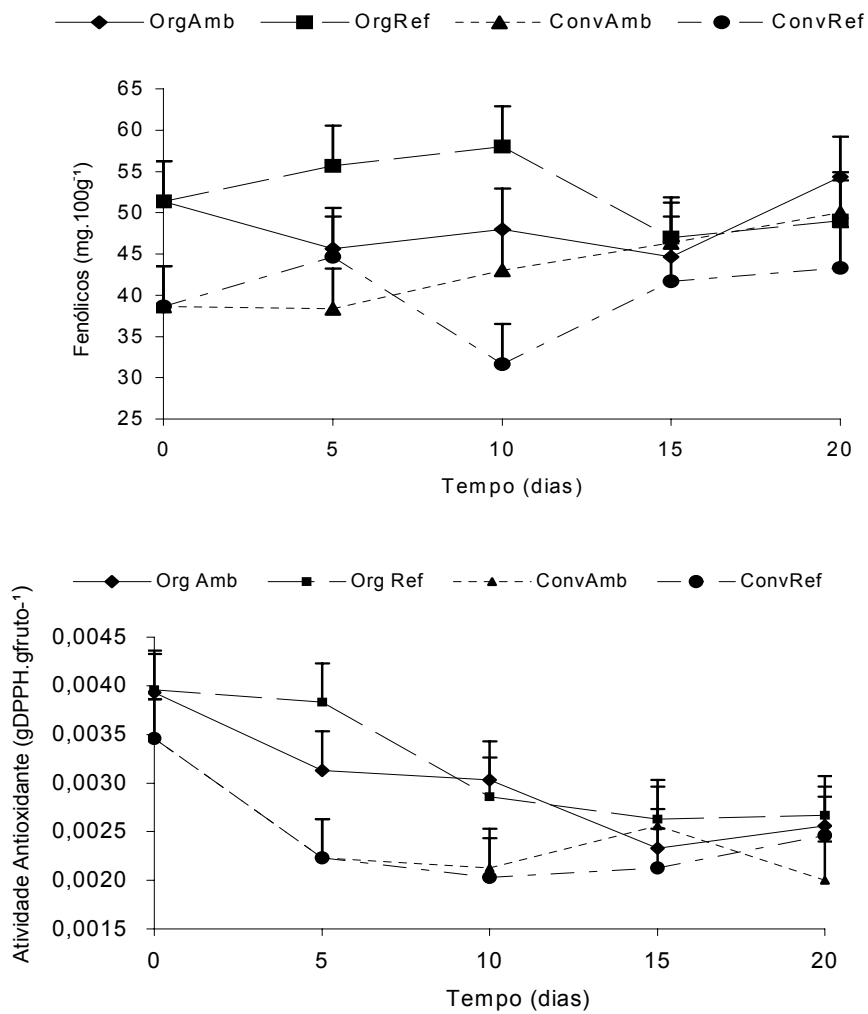


FIGURA 7 Teores de fenólicos totais e atividade antioxidante em frutos de tomateiro “San Vito” em dois sistemas de cultivo e armazenados por 20 dias em temperatura refrigerada ($12^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $73\%\pm 1$ de UR) e ambiente ($24^{\circ}\text{C}\pm 2$ e $\text{UR}=32\%\pm 2$ de UR). Teste de Tukey e DMS ($p<0,05$).

6 CONCLUSÕES

Frutos cultivados em sistema orgânico se destacaram com menores teores de acidez, aos 5 e 15 dias, nas duas temperaturas estudadas.

Teores de sólidos solúveis totais foram superiores para frutos produzidos em sistema orgânico aos 0, 10 e 20 dias e não foram afetados pela temperatura de armazenamento.

Em frutos produzidos em sistema orgânico, observaram-se maiores teores de vitamina C, independente da temperatura de armazenamento por 20 dias, e aos 10 dias teores foram 107% superiores.

A partir dos 10 dias de armazenamento, frutos dos dois sistemas de cultivo não diferenciaram entre si em relação aos seus teores de licopeno, independentemente da temperatura em que estavam armazenados.

Para 10 e 15 dias de armazenamento, frutos cultivados em sistema orgânico e mantidos em ambiente refrigerado continham maiores teores de β caroteno.

Aos 0, 5 e 10 dias, observou-se maior atividade antioxidante em frutos produzidos em sistema orgânico, independente da temperatura em que foram armazenados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16.ed. Washington, DC, 1990. 1094p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17.ed. Washington, DC, 2002. 1175p.

BORGUINI, R.G.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v.13, n.2, p.64-75, abr. 2006.

BOURN, D.; PRESCOTT, J.A. Comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.42, n.1, p.1-34, Feb. 2002.

CARIS-VEYRAT, C.; AMIOT, M.J.; TYSSANDIER, V.; GRASSELLY, D.; BURET, M.; MIKOLJOZAK, M.; GUILLAND, J.C.C.; BOUTELOUP-DEMANGE, C.; BOREL, P. Influence of organic versus conventional agricultural practice on the antioxidant microconstituent content of tomatoes and derived purees: consequences on antioxidant plasma status in humans. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.21, p.6503-6509, Oct. 2004.

CARVALHO, J.I.; PAGLIUCA, L.G. Tomate: um mercado que não para de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba, n.58, p.6-14, jun. 2007. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/hfbrasil/edicoes/58/mat_capa.pdf>. Acesso em: 15 maio 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2005. 783p.

CHOI, S.T.; HUBER, D.J. Influence of aqueous 1-MCP concentration, immersion duration and solution longevity on the postharvest ripening of breaker-turning tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.49, n.1, p.147-154, July 2008.

ISHIDA, B.K.; CHAPMAN, M.H. A comparison of carotenoid content and total antioxidant activity in catsup from several commercial sources in the United States. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v.52, n.26, p.8017-8020, Dec. 2004.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.41, n.2, p.151-155, Aug. 2006.

MOLYNEUX, S.L.; LISTER, C.E.; SAVAGE, G.P. An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v.55, n.7, p.537-545, July 2004.

MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alimentos e Nutrição**, Campinas, v.19, n.1, p.25-31, fev. 2008.

MORETTI, C.L. **Protocolos de avaliação da qualidade química e física de tomate**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2006. 12p. (Comunicado Técnico, 32).

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish**, Tokyo, v.39, n.10, p.925-928, 1992.

NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B.; SARGENT, S.A. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.6, n.2, p.17-28, June 1995.

ORMOND, J.G.P.; PAULA, S.R.L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L.T.M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.15, p.3-34, mar. 2002.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: EMBRAPA, 2007. 4p. (Comunicado Técnico, 127).

SEVERO, J.; GALARÇA, S.P.; AIRES, R.F.; CANTILLANO, R.F.F.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A. Avaliação e compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.12, n.1, p.65-70, jan. 2009.

TERADA, M.; WATANABE, Y.; KUNITOMA, M.; HAYASHI, E. Differential rapid analysis of ascorbic acid and ascorbic acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. **Annals of Biochemistry**, London, v.4, p.604-608, 1979.

TOOR, R.K.; SAVAG, G.P.; HEEB, A. Influence of different types of fertilizer on the major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v.19, n.1, p.20-27, Jan. 2006.

TRINDADE, C.S.F.; MARTELLO, L.S.; MARCATTI, B.; MORETTI, T.S.; PETRUS, R.R.; ALMEIDA, E.; FERRAZ, J.B.S. Efeito dos sistemas de cultivo orgânico, hidropônico e convencional na qualidade de alface lisa. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.10, n.2, p.111-115, abr. 2007.

UENOJO, M.; PASTORE, G.M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.2, p.388-394, mar./abr. 2007.

VILAS-BOAS, E.V.B.; CHITARRA, A.B.; MALUF, W.R.; CHITARRA, M.I.F. Influência do alelo alcobaça em heterozigose sobre a vida-de-prateleira e qualidade pós-colheita de tomates. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.650-657, jul./set. 1999.

YAHIA, E.M.; SOTO-ZAMORA, G.; BRECHT, G.K.; GARDEA, A. Postharvest hot air treatment effects on the antioxidant system in stored mature-green tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.44, n.2, p.107-115, May 2007.