



**SUZANA CHITARRA LEME**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PIMENTÕES  
PRODUZIDOS EM SISTEMA ORGÂNICO**

**LAVRAS - MG**

**2012**

**SUZANA CHITARRA LEME**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PIMENTÕES PRODUZIDOS EM  
SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Coorientadora

Dra. Neide Botrel Gonçalves

**LAVRAS - MG**

**2012**

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

Chitarra Leme, Suzana.

Qualidade pós-colheita de pimentões produzidos em sistema orgânico / Suzana Chitarra Leme. – Lavras : UFLA, 2012.

116 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. *Capsicum annuum* L. 2. Refrigeração. 3. Composto orgânico.  
4. Sistema de cultivo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.805643

**SUZANA CHITARRA LEME**

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PIMENTÕES PRODUZIDOS EM  
SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2012.

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro	UFLA
Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho	UFT
Dra. Ivana Aparecida da Silveira	UNILAVRAS
Dra. Neide Botrel Gonçalves	EMBRAPA/CNPH

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas  
Orientador

**LAVRAS – MG**

**2012**

A Deus, por me iluminar e guiar meus passos.

Ao meu pai Sebastião (*in memoriam*).

A minha querida mãe Cleusa.

Aos meus irmãos Gustavo e Ulisses.

Ao meu sobrinho Yuri.

Ao meu namorado e companheiro Efraim.

**DEDICO.**

Ao saudoso Prof. Adimilson Bosco Chitarra

## **OFEREÇO**

### **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que me deu a vida, força e sabedoria nas horas difíceis e felicidades em muitos outros momentos.

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

À FAPEMIG pelo suporte financeiro através da bolsa de estudos e a CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro de projetos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas pela valiosa orientação e conhecimentos transmitidos, pela presteza e confiança. Muito obrigada!!!

Ao Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra (*in memoriam*), pelos ensinamentos, amizade, carinho, apoio incondicional e pelo amor a pós-colheita.

À Dra. Neide Botrel pela amizade, incentivo, sugestões, atenção e valiosa coorientação.

Ao meu pai, exemplo de homem deixado em vida. Grandes lembranças, eterna saudades.

A minha mãe, melhor amiga e companheira. Obrigada pela força, pelo amor incondicional e dedicação exclusiva. Você é meu tudo.

Ao meu namorado e companheiro Efraim, pela presença constante, e incentivo em minhas escolhas; caminhando comigo lado a lado e de mãos dadas, tornando os meus dias mais coloridos. Você é essencial!!!

As minhas amigas Marisa, Sheila e Rita, pela sincera amizade. Eternamente presentes em meu coração.

Aos amigos Patrícia, Chico, Elisa e Luisa por tornarem minha segunda família. Vocês são muito especiais.

À Helô e Andreia, pelo companheirismo e pela valiosa ajuda na execução deste trabalho.

A todos os colegas do laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças e de Pós-Graduação pelo convívio enriquecedor durante o estágio, mestrado e doutorado.

À Tina, Flávia, Cleusa, Cidinha, Eliane e Sr. Miguel, pelo convívio, pela colaboração nas análises e atenção dispensada.

À secretária de Pós-Graduação (DCA) Lucilene, pela eficiência e competência.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA/UFLA) pela experiência profissional e ensinamentos transmitidos.

Aos pesquisadores e funcionários da Embrapa Hortaliças pelo caloroso acolhimento e prazerosos momentos.

Enfim, a todos que de certa forma contribuíram para a conclusão deste trabalho e cujos nomes não foram mencionados.

OS DESAFIOS PODEM SER DEGRAUS OU OBSTÁCULOS... É SÓ UMA  
QUESTÃO DE COMO OS ENFRENTAMOS PELA DEDICAÇÃO,  
ESFORÇO E AINDA PELA CAPACIDADE DE TORNAR OS SONHOS  
REALIDADE.

## RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de pimentões cultivados em sistema orgânico com doses crescentes de composto e comparar a manutenção pós-colheita de pimentão variedade Maximus por 18 dias em ambiente refrigerado, cultivados em sistema orgânico e convencional. Realizou-se análises de coloração, firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, avaliação microbiológica, vitamina C, compostos fenólicos, atividade antioxidante e perfil volátil. Não foram observadas a presença de *salmonella* e a contagem de coliformes termotolerantes, apresentaram-se abaixo do limite máximo permitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). As variedades estudadas apresentaram diferentes comportamentos, em relação às características pós-colheita avaliadas quando submetidas a doses crescentes de composto orgânico. As variáveis cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ) e sólidos solúveis foram influenciadas somente pelas variedades, atividade antioxidante total foi influenciada pelos fatores estudados separadamente e interação entre variedades e doses de composto orgânico foi observada para as variáveis pH, firmeza, acidez titulável, vitamina C e compostos fenólicos totais. Tico destacou-se das demais por apresentar frutos mais claros e mais verdes, pouca variação da firmeza, diminuição da acidez titulável com o aumento das doses de composto orgânico e maior atividade antioxidante. As variedades de pimentões apresentaram variações nos teores de vitamina C e os fenólicos totais diminuíram com o aumento das doses de composto orgânico. A maior atividade antioxidante foi determinada pela dose 29 ton ha<sup>-1</sup>. O sistema de cultivo orgânico promoveu melhor manutenção da qualidade pós-colheita por apresentar frutos mais verdes, mais firmes, maior pH, menor teor de sólidos solúveis, maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante total ao longo do armazenamento refrigerado. O sistema de cultivo não determinou diferenças relevantes quanto à vitamina C e ambos os sistemas apresentaram elevado teor desse constituinte. O armazenamento refrigerado dos pimentões foi marcado pela redução da atividade antioxidante total e pela oscilação dos teores de compostos fenólicos totais. Identificou-se 39 compostos voláteis nas 6 variedades com diferentes doses de composto orgânico. O composto heterocíclico 2-isobutil-3-metoxipirazina apresentou em todas as variedades e nas doses de composto orgânico. Na Análise de Componentes Principais (PCA), o perfil volátil de pimentões é influenciado pelas variedades estudadas e pelas doses crescentes de composto orgânico.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L. Conservação. Refrigeração. Composto orgânico.

## GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the postharvest quality of green peppers grown in an organic system with increasing doses of compost and to compare the green pepper post-harvest maintenance, variety Maximus, for 18 days under refrigeration grown in organic and conventional systems. Were carried out analyzes of color, firmness, pH, titratable acidity, soluble solids, microbiological, vitamin C, phenolic compounds, antioxidant activity and volatile profile. Were not observe the presence of salmonella in peppers, independent of the dose of organic compound in which they were cultivated and the counting of fecal coliform were below the maximum allowed by the National Sanitary Surveillance Agency (ANVISA). The varieties showed different behaviors in relation to post-harvest characteristics evaluated when subjected to increasing doses of organic composts. The color variables ( $L^*$ ,  $a^*$ ) and soluble solids were only influenced by varieties, total antioxidant activity was influenced by the factors studied separately and interaction between varieties and doses of organic compost. Tico stood out from other fruits because they have lighter and greener, little variation of firmness and acidity decreased with increasing doses of organic composts and antioxidant activity. The varieties of green peppers showed variations in vitamin C and phenolic compounds decreased with increasing doses of organic compost. The highest antioxidant activity was determined by dose 29 ton ha<sup>-1</sup>. The organic cropping system provided better maintenance of postharvest quality presenting fruits greener, firmer, lower pH, higher soluble solids content, higher levels of total phenolics compounds and higher antioxidant activity during storage. The tillage system did not determine significant differences regarding vitamin C and both systems showed a high level of constituent. The cold storage of green peppers was marked by a reduction in total antioxidant activity and the oscillation of the phenolic compounds levels. Were identified 39 volatile compounds in the 6 varieties with different doses of the organic compost. The heterocyclic compound 2-isobutyl-3-metoxipirazina presented in all varieties and doses of the organic compost. In the Principal Component analysis (PCA), the volatile profile of the green peppers was influenced by the studied varieties and the increasing doses of organic compost.

Keywords: *Capsicum annuum* L. Conservation. Refrigeration. Organic compound.

## **LISTA DE FIGURAS**

### **CAPÍTULO 1**

Figura 1 Selo SisOrg para produtos orgânicos no Brasil..... 28

### **CAPÍTULO 4**

Figura 1 Estrutura química do 2-isobutil-3-metoxipirazina..... 110

## LISTA DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 2

- Gráfico 1 Valores de Acidez Titulável (AT) em variedades de pimentão cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção ..... 53
- Gráfico 2 Valores de firmeza em variedades de pimentão cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção .... 54
- Gráfico 3 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da atividade antioxidante total em doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção ..... 59

### CAPÍTULO 3

- Gráfico 1 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da variável  $L^*$  de pimentões armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias..... 73
- Gráfico 2 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de compostos fenólicos de pimentões armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias..... 80
- Gráfico 3 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da atividade antioxidante total de pimentões armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias..... 82

## CAPÍTULO 4

Gráfico 1 *Biplot* PC1 x PC2 dos *loadings* e *scores* para as 6 variedades de pimentão com diferentes doses de adubação ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) relação às diferentes porcentagens de área dos compostos voláteis identificados. T (Tico), A (Ambato), I(I-16), Mx (Maximus), R (Rubia) e M (Margarita); a (dose  $6 \text{ ton ha}^{-1}$ ), b (dose  $12 \text{ ton ha}^{-1}$ ), C (dose  $24 \text{ ton ha}^{-1}$ ) e d ( dose  $40 \text{ ton ha}^{-1}$ )..... 111

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- Tabela 1 Valores de coliformes termotolerantes (45°C) e *salmonellas* encontrados em análises microbiológicas para as variedades de pimentão Tico e Maximus submetidos a doses crescentes de adubo orgânico ..... 49
- Tabela 2 Valores médios das coordenadas L\*, a\* e sólidos solúveis (°Brix) em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico ..... 50
- Tabela 3 Valores médios de pH nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico ..... 51
- Tabela 4 Valores médios de Vitamina C (mg 100 g<sup>-1</sup>) nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico ..... 55
- Tabela 5 Valores médios de compostos fenólicos totais (mg EAG. 100g<sup>-1</sup>) nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico ..... 56
- Tabela 6 Valores médios da atividade antioxidante (g DPPH. g fruto<sup>-1</sup>) em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico ..... 58

### CAPÍTULO 3

- Tabela 1 Valores médios de firmeza (kgf) em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados (10°C±1°C e 90%UR) por 18 dias ..... 75

Tabela 2	Valores médios de pH em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90%UR) por 18 dias .....	76
Tabela 3	Valores médios de Vitamina C ( $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ ) em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90%UR) por 18 dias.....	78

#### **CAPÍTULO 4**

Tabela 1	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Tico, submetidos a doses crescentes de composto orgânico .....	95
Tabela 2	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Ambato, submetidos a doses crescentes de composto orgânico .....	97
Tabela 3	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade I-16 submetidos a doses crescentes de composto orgânico .....	99
Tabela 4	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Maximus submetidos a doses crescentes de composto orgânico .....	101
Tabela 5	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Rubia submetidos a doses crescentes de composto orgânico.....	103
Tabela 6	Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Margarita submetidos a doses crescentes de composto orgânico .....	105
Tabela 7	Constituintes voláteis das 6 variedades de pimentões .....	107

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>Introdução geral</b> .....	16
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
<b>2.1</b>	<b>A cultura do pimentão e aspectos nutricionais</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>Qualidade e fatores pré-colheita</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Atividade antioxidante e compostos fenólicos</b> .....	24
<b>2.4</b>	<b>Compostos voláteis</b> .....	25
<b>2.5</b>	<b>Qualidade de produtos orgânicos</b> .....	26
<b>2.6</b>	<b>Alterações pós-colheita do pimentão</b> .....	31
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>Qualidade de pimentões submetidos a doses de composto orgânico</b> .....	39
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	41
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	43
<b>2.1</b>	<b>Análises</b> .....	44
<b>2.2</b>	<b>Estatística</b> .....	47
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	48
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>Manutenção da qualidade de pimentões orgânicos e convencionais ao longo do armazenamento refrigerado</b> .....	65
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	67
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	69
<b>2.1</b>	<b>Análises</b> .....	70
<b>2.2</b>	<b>Estatística</b> .....	72
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	73
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	83
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	84
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>Perfil volátil de pimentões submetidos a doses de composto orgânico</b> .....	87
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	89
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	91
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	94
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	113
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	114

## CAPÍTULO 1 Introdução geral

### 1 INTRODUÇÃO

Os hábitos de consumo de alimentos têm se modificado acentuadamente nos últimos anos. Com o surgimento das grandes cadeias de supermercados, o aperfeiçoamento dos meios de comunicação, a valorização dos conceitos de qualidade de alimentos, o aumento da conscientização das pessoas no sentido de evitar desperdícios, o consumidor tornou-se mais exigente e privilegia cada vez mais os produtos de boa qualidade.

As frutas e hortaliças, além de matérias-primas importantes na alimentação do brasileiro, estão também associadas à indústria. Parte, porém, da colheita, quando não é perdida por falta de armazenamento, manuseio e suscetibilidade ao ataque de microrganismos, chegam ao consumidor em condições inferiores de comercialização ou com vida útil comprometida.

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é cultivado em diferentes regiões do mundo, tendo grande importância econômica tanto no Brasil como no exterior, porém a produção do pimentão muitas vezes baseia-se no uso excessivo de insumos externos, o que torna recomendável a adoção de práticas culturais alternativas e direcionadas à conservação do solo e aproveitamento dos recursos naturais localmente disponíveis.

A legislação brasileira hoje define como sistema orgânico de produção, de acordo com o texto da Lei nº 10.831 de 23/12/03, todo aquele sistema em que técnicas específicas, mediante a otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis a respeito da integridade das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade e empregando, sempre que possível, métodos contrários ao uso de materiais sintéticos (BRASIL, 2003).

Outro sinal da importância desses alimentos no Brasil é a iniciativa do governo federal de regulamentá-los. A partir de janeiro de 2011, os produtos orgânicos devem ser certificados por uma empresa ou entidade credenciada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A agricultura orgânica está se tornando uma das maiores tendências mundiais no mercado de alimentos, baseando-se em princípios ecológicos de preservação da vida e da natureza, adotando práticas de rotação de cultura, adubos verdes, reciclagem de resíduos orgânicos, manejo e controle biológico, surgindo assim como uma alternativa na produção de pimentão que, requer, em sistemas convencionais de cultivo, maiores aportes de uso de defensivos agrícolas prejudiciais à saúde do consumidor.

Diante disso, os objetivos deste trabalho foram: avaliar a qualidade pós-colheita de pimentões cultivados em sistema orgânico com doses crescentes de composto orgânico e comparar a manutenção da qualidade pós-colheita de pimentão cultivar Maximus, armazenados por 18 dias em ambiente refrigerado cultivados em sistema orgânico e convencional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A cultura do pimentão e aspectos nutricionais

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum* (CASALI; STRINGHETA, 1984), é tipicamente de origem americana e ocorre em formas silvestres desde o Sul dos Estados Unidos da América até o Norte do Chile (FILGUEIRA, 2000).

Segundo Filgueira (2003) já era cultivado e consumido pelos indígenas séculos antes da colonização espanhola. Foi introduzido na Espanha em 1493, de onde sua cultura expandiu-se ao longo do século XVI para outras nações da Europa, Ásia e África, tornando-se um alimento apreciadíssimo. Há registros de que as primeiras cultivares que chegaram ao Brasil é do grupo “Cascadura”. Introduzido inicialmente nos municípios de Mogi das Cruzes e Suzano no Estado de São Paulo, esse grupo produz o tipo de fruto preferido pela maioria dos consumidores, com formato aproximadamente cônico, ligeiramente alongado e coloração verde-escura (REIFSCHNEIDER, 2000).

Derivado de pimentas, com frutos graúdos e sem ardume, o pimentão é uma cultura anual e os frutos possuem formas diversas (CAMARGO, 1992).

Classificado como fruto tipo baga, com um pericarpo um tanto carnoso, constitui a parte utilizável e o epicarpo de cor verde-escura torna-se colorido quando amadurece. É sempre oco, com sementes brancas, achatadas, reniformes, de 3 a 5 mm de comprimento, ligadas a um cordão existente no interior do fruto, (CAMARGO, 1992; FILGUEIRA, 2003).

Representa uma das dez hortaliças mais importantes do mercado brasileiro, seus frutos consumidos verdes ou maduros, no entanto, o consumo de frutos verdes é bem mais expressivo. É uma cultura de retorno rápido, por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores (FILGUEIRA, 2003).

O cultivo do pimentão é difundido em todo o país, sendo que as maiores áreas de plantios e comercialização se localizam na região Sudeste.

No Brasil, em 2000, a área cultivada com pimentões atingiu 13,1 mil hectares. A produtividade média brasileira, no período de 1996 a 2000, aumentou em 300%, passando de 10,4 para 32,6 toneladas por hectare (BLAT-MARCHIZELI et al., 2003).

Pimentões comercializados com coloração verde e vermelha são os mais aceitos, embora aqueles de cor laranja, amarelo e até o lilás, mais exóticos, têm alcançado bons preços, mais pela excentricidade. A pigmentação influencia no sabor e aroma, sendo que os frutos vermelhos são mais saborosos, porque apresentam 50% a mais de substância picante, a capsaicina (FONSECA, 1986).

O pimentão apresenta elevado valor comercial e está entre as hortaliças mais consumidas, pois são utilizados na fabricação de corantes naturais, condimentos, temperos, conservas e molhos (CASALI; STRINGHETA, 1984) e, também, em preparações culinárias, aprimorando o sabor, aroma e coloração dos pratos. Sua importância nutritiva para o consumo *in natura* deve-se, em grande parte, ao alto teor de vitamina C, chegando a 1,5g/100g de massa seca, além de 10% de proteínas. Contém, ainda, em sua composição, vitaminas A, B1 e B2 e minerais como o Ca, Fe e P, além de possuir baixa caloria (FILGUEIRA, 2003).

## **2.2 Qualidade e fatores pré-colheita**

O termo qualidade é um conceito abrangente e subjetivo, podendo assumir diversificadas definições. Qualidade é um conjunto de características peculiares de cada produto, apresentando grande variedade de conceitos, podendo ser relacionada a fatores subjetivos e objetivos. Entre os fatores subjetivos são considerados os aspectos econômicos, culturais, éticos, religiosos,

psicológicos e fatores objetivos incluem características sensoriais, nutricionais, segurança no uso do alimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Um alimento de qualidade é aquele que, de maneira consistente, atende às necessidades do consumidor em termos de conveniência, de propriedades funcionais, nutritivas e de higiene; e que respeita a legislação pertinente e informa o consumidor quanto aos cuidados e modos de preservação, de preparo e ingestão. A qualidade de um produto apresenta duas características. A primeira refere-se aos parâmetros e exigências de qualidades intrínsecas aos produtos, que se não atendidas podem de alguma forma prejudicar o consumidor. Os parâmetros intrínsecos de qualidade, na maioria das vezes, encontram-se sob regulamentações oficiais normatizadas. Outra característica do produto refere-se à importância dos padrões de qualidade de apresentação, para a decisão de compra do produto (LIMA FILHO et al., 2003).

Referindo-se a qualidade ótima dos vegetais, pode-se dizer que esta é atingida num determinado grau de amadurecimento ou desenvolvimento, em que a combinação de atributos físicos e componentes químicos apresenta o máximo de aceitação pelo consumidor. As características de qualidade de produtos hortícolas podem ser expressas pela integridade, frescor, “*flavor*” e textura, características combinadas com outras propriedades físicas, químicas ou estéticas, visando relacionar a composição química com os atributos sensoriais e nutricionais (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Esses atributos devem satisfazer à exigência do consumidor, onde a coordenada e harmônica reunião desses atributos caracteriza a qualidade dos alimentos. O comprometimento, de qualquer um desses atributos, afeta diretamente a qualidade e, conseqüentemente, o valor comercial do alimento (VILAS BOAS, 2006).

### **Pré-colheita e aparência**

A aparência de vegetais e frutas frescas é um critério primário para decisões de compra. A aparência do produto engloba cor, forma, tamanho e ausência de defeitos. As cores que observamos se desenvolvem de acordo com a presença de pigmentos nos produtos, os quais podem ser separados em quatro classes primárias: clorofilas, carotenoides, flavonoides e betalainas. Existem outros pigmentos de menor importância (KAYS, 1999).

Enquanto a cor é usada como um critério primário para julgar a qualidade geral do produto, cor e qualidade não fazem necessariamente uma correlação próxima (KAYS, 1999). A cor de muitos produtos muda marcadamente durante o desenvolvimento e um número de fatores pré-colheita pode afetar o desenvolvimento da cor. Assim, entender os fatores que podem moldar a cor é essencial. A pré-colheita também engloba a observância de fatores biológicos que podem causar defeitos, como as patologias, os insetos e animais, afetando grandemente a qualidade do produto.

Desbalanço nutricional de macro e micronutrientes e toxidez resultam sempre em alterações indesejáveis na aparência. Em geral essas alterações ocorrem em cor, forma e tamanho do produto. Deficiência de nitrogênio, por exemplo, pode causar grandes alterações de cor em folhosas, assim como grande quantidade de nitrogênio pode resultar em pouca coloração em pêssegos (DAANE et al., 1995). Deficiência de potássio foi relatada como causadora de descoloração em peras (REEVES; CUUMINGS, 1970).

Fatores ambientais como o clima, a temperatura e o vento são relatados como influenciadores da qualidade. Injúrias por *chilling* também podem ocorrer antes da colheita. Efeitos diretos de alta temperatura incluem inibição da síntese de pigmentos (VOGELE, 1937) e degradação térmica de pigmentos, gerando vários danos por escaldadura. Além disso, altas temperaturas podem inibir amadurecimento ou causar amadurecimento pré-maturo (HILL, 1995). Danos

por vento podem desfolhar as plantas, causando alteração na qualidade do fruto, pois resulta em frutos menores (ECKSTEIN; ROBINSON; FRASER, 1996) ou de pouca coloração (OGATA; TAKATSUJI; MURAMATSU, 1995).

Estresse hídrico é um problema mundial na agricultura e pode ter impacto significativo na aparência do produto. Além, da diminuição da produtividade, estresse hídrico durante o desenvolvimento de frutos pode causar tamanho reduzido nos mesmos. Um efeito secundário é que o produto fica mais susceptível a injúrias térmicas.

A seleção de cultivares é de importância primária para atingir a aparência desejada do produto. A cultivar varia em forma, tamanho, cor, e também na habilidade de atingir o fenótipo passando por diferentes condições de produção (KAYS, 1999).

#### **Pré-colheita e textura**

Textura é geralmente definida como a impressão ao morder e compreende as propriedades que podem ser avaliadas no toque. Componentes bioquímicos como o teor de lipídeos, e composição da parede celular, forma e tamanho das partículas, fatores mecânicos, entre outros, contribuem para a textura do alimento. Pode ser determinada subjetiva (avaliação humana) e objetivamente (instrumentos quantitativos) (SAMS, 1999).

#### **Pré-colheita e *flavor***

*Flavor* é a combinação de gostos (salgado, doce, azedo e amargo), sabor e aroma (MEILGARD; CIVILLE; CARR, 1991). De acordo com Mattheis e Fellman (1999) os fatores de produção afetam grandemente o *flavor* da cultura. Por exemplo, aplicação de água por 4 dias anteriores à colheita resultam a menores concentrações de sólidos solúveis, aumento no volume do fruto e maior suculência, comparado com tratamento quando a última irrigação foi 8 dias

anteriormente à colheita. Esse exemplo ilustra as relações entre teor de açúcar e análises sensoriais de preferência e *flavor*.

O aroma característico do pimentão está relacionado a compostos aromáticos, os quais estão atribuídos aos compostos orgânicos voláteis.

Os compostos orgânicos voláteis são sintetizados a partir de vários precursores incluindo aminoácidos, lipídios e carotenoides, porém enquanto algumas das vias de síntese são conhecidas, para a maioria dos compostos voláteis há carência de embasamentos científicos (TIEMAN et al., 2006). Alguns estudos sugerem que diferentes padrões de pigmentação em tomate, levam a diferentes grupos de compostos voláteis influenciando diretamente as propriedades aromáticas e o sabor dos frutos (LEWINSOHN et al., 2005).

#### **Pré-colheita e Vitamina C**

A vitamina C é um nutriente de destaque em razão de sua grande importância na nutrição humana. A vitamina é representada por 2 componentes que possuem atividade biológica: o ácido ascórbico (AA), principal componente e o ácido dehidroascórbico (DHA). Após oxidar-se, o AA transforma-se em DHA, que também é ativo. O DHA pode também ser reduzido a AA, atuando 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 um dos mais importantes nutrientes nestes alimentos (MATSUURA, 2001).

Como fatores pré-colheita influenciando esses teores podemos citar as condições climáticas. Lee e Kader (2000) relatam que apesar da luz não ser essencial na síntese de ácido ascórbico (AA) em plantas, a intensidade de luz durante o crescimento tem influência definida no AA formados. O AA é sintetizado por açúcares que resultam da fotossíntese em plantas.

Práticas culturais, como o uso de fertilizantes nitrogenados em altas doses, diminuem a concentração de vitamina C em muitas frutas e vegetais, podendo haver algum efeito de diluição no crescimento. Fertilizantes nitrogenados são usados para aumentar a superfície foliar, mas também reduzem intensidade de luz e acumulação de AA em determinadas partes. Desde que o uso de fertilizantes nitrogenados aumenta concentrações de  $\text{NO}_3$  e simultaneamente diminui AA, sua aplicação deve resultar em um efeito negativo na qualidade de alimentos (MOZAFAR, 1993).

Quando se pensa em colheita, injúrias mecânicas como abrasões na superfície, cortes e ferimentos resultam em aceleração da perda do teor de Vitamina C, e, em geral frutos recentemente colhidos (frescos) possuem maior teor de Vitamina C que aqueles armazenados (LEE; KADER, 2000).

De acordo com Reifschneider (2000), os frutos dos pimentões possuem elevados teores de vitamina C, em torno de  $130\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ .

### **2.3 Atividade antioxidante e compostos fenólicos**

O termo radical livre é usado para designar qualquer molécula orgânica e inorgânica com existência independente, contendo um ou mais elétrons não pareados, nos orbitais externos. Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente reativas, capazes de reagir com qualquer composto situado próximo a 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.

O termo antioxidante possui ampla definição. No entanto, de maneira geral, antioxidante pode ser definido como uma família heterogênea de moléculas naturais que, presente em baixas concentrações, comparativamente às

biomoléculas que supostamente protegeriam, podem prevenir ou reduzir a extensão do dano oxidativo (OLIVEIRA et al., 2009). Antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células.

O consumo de frutas e hortaliças tem aumentado, principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e efeitos terapêuticos. Compostos antioxidantes estão presentes, naturalmente em frutas e hortaliças, sendo que algumas apresentam altas concentrações de determinados grupos (DUARTE ALMEIDA et al., 2006).

Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar os radicais livres (DECKER, 1997). Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o “*stress*” oxidativo (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

#### **2.4 Compostos voláteis**

O aroma de frutas e hortaliças é determinado pela combinação de compostos voláteis. Embora diferentes frutas e hortaliças compartilhem muitos aromas característicos, cada um possui um aroma distinto que está em função das proporções de voláteis de impacto e a presença ou ausência desses componentes. O aroma característico do pimentão está relacionado a compostos orgânicos voláteis, podendo pertencer a diferentes classes químicas, como ésteres, éteres, alcoóis, cetonas, lactonas, ácidos, aldeídos e hidrocarbonetos

(RUI-AUMATELL et al., 2004; THOMAZINI; FRANCO, 2000), desempenhando papel vital durante o ciclo de vida da planta por promoverem a interação desta com o meio em que vive. São produzidos pelas plantas por diversas razões, fazendo parte do seu sistema imunológico e determinando o aroma característico de cada vegetal (SIMÕES et al., 2003).

## **2.5 Qualidade de produtos orgânicos**

Produtos orgânicos são tidos como aqueles em que há produção de acordo com normas estabelecidas por lei, as quais vetam o uso de agroquímicos, e que, são certificados por uma agência credenciada, para que possam ser comercializados.

A legislação vigente sobre agricultura orgânica no Brasil é a Lei nº 10.831 de 23/12/03, regulamentada pelo Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003, 2007). Essa 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 adoção de medidas sanitárias e fitossanitárias que não comprometam a qualidade orgânica dos produtos. O decreto nº 6.323 dispõe sobre as relações de trabalho, produção, comercialização, informação de qualidade, insumos e sobre o sistema brasileiro de avaliação e da fiscalização (BRASIL, 2007).

Em relação à certificação, a partir de janeiro de 2011 entrou em vigor o conjunto de leis, decretos e instruções normativas, onde os alimentos somente podem ser comercializados como orgânicos se constar no rótulo o selo federal de conformidade orgânica (Figura 1) do MAPA (SILVA, 2011). A legislação

estabelece três instrumentos para garantir a qualidade dos alimentos orgânicos (BRASIL, 2011):

### **Certificação por auditoria – Organismo de Avaliação da Conformidade**

Nesse mecanismo as certificadoras públicas ou privadas credenciadas pelo MAPA utilizam os procedimentos e critérios reconhecidos internacionalmente para organismos de avaliação da conformidade, acrescidos dos requisitos técnicos estabelecidos pela legislação brasileira para a agricultura orgânica. A certificação por auditoria exige que a avaliação da conformidade seja feita por uma certificadora independente, sem vínculo direto com quem produz ou com quem compra. A certificadora credenciada pelo MAPA, ao aprovar a certificação de um produtor, fica responsável por incluí-lo no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos e a autorizá-lo a utilizar o selo do SisOrg.

### **Sistemas participativos de garantia**

Os Sistemas Participativos de Garantia – SPG caracterizam-se pela responsabilidade coletiva de seus membros, que podem ser produtores, consumidores e técnicos. Os métodos de geração de credibilidade são adequados a diferentes realidades sociais, culturais, políticas, territoriais, institucionais, organizacionais e econômicas. O SPG deve possuir um Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade – OPAC, legalmente constituído e credenciado pelo MAPA, cuja responsabilidade é avaliar a conformidade orgânica dos produtos, incluir os produtores orgânicos no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos e autorizá-los a utilizar o selo do SisOrg’.

### **Organização de Controle Social**

Por reconhecer a importância da relação de confiança estabelecida entre produtores e consumidores, em toda a história do movimento orgânico, a legislação brasileira abriu uma exceção na obrigatoriedade de certificação dos produtos orgânicos que são vendidos diretamente aos consumidores, em feiras e pequenos mercados locais, por exemplo. Para isso, os produtores têm que fazer parte de uma Organização de Controle Social – OCS cadastrada em órgãos fiscalizadores, dentre os quais o MAPA, que pode ser um grupo de agricultores familiares, associação, cooperativa ou consórcio, com ou sem personalidade jurídica. A OCS tem o papel de orientar os associados sobre a qualidade dos produtos orgânicos e, para que tenha credibilidade e seja reconhecida pela sociedade precisa estabelecer uma relação de organização, comprometimento e confiança entre os participantes.



Figura 1 Selo SisOrg para produtos orgânicos no Brasil

De acordo com a Lei nº 10.831 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária, todo aquele que se adotam técnicas específicas, mediante otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo à sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, à minimização de 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).

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 e microrganismos (COUTO et al., 2008).

O composto orgânico é o produto final da decomposição aeróbica 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. A adubação orgânica possui natureza orgânica, sendo obtidos de matérias-primas de origem animal ou vegetal provenientes do meio rural, de áreas urbanas ou de agroindústrias.

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, devido à escassez de dados científicos que assegurem tais vantagens em relação ao convencional (PASCHOAL, 1994).

O aumento no consumo de produtos orgânicos pode não estar diretamente relacionado apenas ao valor nutricional dos mesmos, mas com a qualidade, método de produção, sustentabilidade agrícola e até por motivos de

abranjer 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; ALCÂNTARA, 2003).

Estudos que compararam alimentos produzidos por meio dos sistemas orgânicos e convencionais foram avaliados por Bourn e 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 são 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.

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

Segundo Bourn e Prescott (2002), a ampla gama de fatores que pode afetar a composição dos alimentos (genéticos, práticas agrônômicas, 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, devido ao crescente interesse pelo tema e ao aumento da produção e do consumo de alimentos orgânicos, maior número de pesquisas deve ser implementado nesse sentido.

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.

## **2.6 Alterações pós-colheita do pimentão**

O amadurecimento corresponde, basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e textura que tornam o fruto aceitável para o consumo. Algumas dessas mudanças podem ser detectadas por análise ou observação das transformações físicas visíveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Segundo Will et al. (1998), o amadurecimento corresponde à fase final da maturação e envolve diversos processos fisiológicos e bioquímicos que resultam em modificações da estrutura e composição química de frutos. Destacam-se a degradação e síntese de pigmentos, conversão do amido em açúcares, redução da firmeza, degradação de pectinas e alteração na atividade enzimática.

Segundo Carmo (2004) durante o amadurecimento, a composição e propriedades texturais dos frutos sofrem alterações com o processo de senescência. Esses fatores fazem parte da qualidade de frutas e hortaliças e, portanto, da seleção. Assim, faz-se necessário o correto conhecimento dos mesmos, para que, por meio de testes físicos e químicos, as tecnologias de conservação, após a colheita, possam ser adequadamente aplicadas.

Em muitos casos, a taxa de deterioração da qualidade nutricional está relacionada com a modificação do sabor, perda de firmeza e mudanças na textura e na aparência (KADER, 2002).

À medida que o fruto amadurece e vai havendo degradação da clorofila, oxidação de substratos, hidrólise do amido e o rompimento de membranas, o

fruto será conduzido à senescência e à morte dos tecidos, (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Sigrist (1983), as principais causas das perdas pós-colheita para o grupo das hortaliças de frutos imaturos (pepino, abobrinha, berinjela, quiabo, vagem e pimentão) são: superamadurecimento na colheita; perda de água (murchamento); esfoliações e outros danos mecânicos; distúrbio fisiológico pelo frio e deterioração microbiana.

Os processos que conduzem à perda de qualidade estão relacionados com a temperatura e umidade relativa do ambiente. A temperatura determina a quantidade de vapor de água requerida para saturar a atmosfera e afeta tanto a transpiração do produto armazenado como a reação fisiológica predominante e o crescimento dos organismos microbianos (MEDINA, 1984).

A perda de água de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente, pelas alterações na textura. Porcentagens de perda de água podem ser toleradas, mas aquelas responsáveis pelo murchamento ou enrugamento devem ser evitadas. O murchamento pode ser retardado, ao reduzir-se a taxa de transpiração, o que pode ser feito por aumento da umidade relativa do ar, redução do movimento do ar, utilização de embalagens protetoras, como os filmes plásticos e diminuição da temperatura (BARROS; GOES; MINAMI, 1994).

De suma importância é a temperatura em que cada produto é armazenado, pois, muitas reações bioquímicas são dependentes da temperatura (LANA; TIJSKENS; KOOTEN, 2006).

Altas temperaturas são limitantes na qualidade das frutas, pois, afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais. Portanto, quanto mais rapidamente o produto for acondicionado em sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a sua vida útil. Para isso, o ideal é que se mantenha

o produto em temperaturas adequadas, logo após a sua preparação e durante a cadeia de comercialização até o seu consumo (LIMA, 2000).

O armazenamento a frio retarda os processos fisiológicos como a respiração e a produção de calor vital, que levam à senescência das frutas. A redução da intensidade respiratória reduz as perdas de aroma, sabor, cor, textura e outros atributos de qualidade do produto armazenado (FILGUEIRAS; CHITARRA; CHITARRA, 1996).

A refrigeração é a prática mais importante para retardar o processo de deterioração, por meio de sua ação sobre os processos metabólicos vinculados à degradação enzimática e processos oxidativos em geral (ZOFFOLI et al., 1998).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15th ed. Washington, 1990. 2 v.

BARROS, J. C. S. M.; GOES, A.; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Agricola**, Campinas, v. 51, p. 363-368, 1994.

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

BRASIL. **Decreto n. 6323** de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei n° 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 5 set. 2011.

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. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19345>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

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://www.extranet.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 5 set. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Legislação Brasileira**. 2011. Disponível em: <<http://www.prefiraorganicos.com.br>>. Acesso em: 21 jan. 2011.

CARMO, S. A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo 'Zarco HS'**. 2004. 127 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

CASALI, V. W. D; STRINGHETA, P. C. Melhoria do pimentão e pimenta para fins industriais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, p. 23-25, 1984.

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

COUTO, J. R. et al. **Instruções práticas para a produção de compostos orgânicos em pequenas propriedades**. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2008. 8 p. (Comunicado Técnico, 53).

DAANE, K. M. et al. Nitrogen fertilization affects nectarine susceptibility of disease and insects. **California Agriculture**, Berkeley, v. 49, n. 4, p. 13-17, 1995.

DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, New York, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.

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

DUARTE ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando o sistema  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico e método de seuqestro de radical DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, abr./jun. 2006.

ECKSTEIN, K.; ROBINSON, J. C.; FRASER, C. Physiological responses o banana in the tropics. V. Influence of leaf tearing on assimilation potential and yield. **Journal of Horticultural Science**, Asford, v. 71, n. 2, p. 503-514, 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 402 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333 p.

FILGUEIRAS, H. A. C.; CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Armazenamento de ameixas sob refrigeração e atmosfera modificada - 2: colapso interno (internal breakdown) e textura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 129-135, 1996.

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533 p.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: \_\_\_\_\_. **Postharvest technology os horticultural crops**. 3rd ed. Oakland: University of California, 2002. 535 p. (Publication, 3311).

KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 233-247, 1999.

LANA, M. M.; TIJSKENS, L. M. M.; KOOTEN, O. et al. Effects of storage temperature and stage of ripening on RGB colour aspects of fresh-cut tomato pericarp using video image analysis. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 77, p. 871-879, 2006.

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

LEWINSOHN, E. et al. Not just colors carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 16, p. 407- 415, 2005.

LIMA FILHO, D. O. et al. **Comportamento do consumidor de produtos alimentícios**. Campo Grande: UFMS, 2003.

LIMA, L. C. O. Processamento mínimo de Kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Palestras...** Viçosa, MG: UFV, 2000.

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.

MATTHEIS, J. P.; FELLMAN, J. K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 227-232, 1999.

MEDINA, P. V. L. Manejo pós-colheita de pimentões e pimentas. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 72-76, 1984.

MEIGLARD, M.; CIVILLE, C. V.; CARR, T. **Sensoty evaluation techniques**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 1991.

MOZAFAR, A. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 16, p. 2479-2506, 1993.

OGATA, T.; TAKATSUJI, T.; MURAMATSU, N. Damage caused by briny wind and measures of control in citrus. **Fruit Tree Research Station**, Nagasaki, v. 28, p. 51-59, Mar. 1995.

OLIVEIRA, A. C. et al. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 689-702, maio/jun. 2009.

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

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

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

REEVES, J.; CUMMINGS, G. The influence of dome nutritional and management factors upon certain physical attributes of peach quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 95, p. 338-341, 1970.

RENS, 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.

RUI-AUMATELL, M. et al. Characterization of volatile compounds of fruit and nectars by HS/SPME and GC/MS. **Food Chemistry**, London, v. 87, n. 4, p. 627-637, Oct. 2004.

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

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SIGRIST, J. M. M. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CEREDA, M. P.; SANCHES, L. **Manual de armazenamento e embalagens-produtos agropecuários**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1983. p. 1-12.

SILVA, J. S. **Orgânicos**: agora é federal. Disponível em: <<http://www.gazetaonline.globo.br>>. Acesso em: 21 jan. 2011.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 404-495.

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.

TIEMAN, D. M. et al. Identification of loci affecting flavor volatile emissions in tomato fruits. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 57, p. 887-896, 2006.

THOMAZINI, F.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 52-59, jan./jun. 2000.

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2006. 68 p.

VOGELE, A. C. Effect of environmental factors upon the color of tomato and the watermelon. **Plant Physiology**, Rockville, v. 12, p. 929-955, 1937.

ZOFFOLI, J. P. et al. Atmosfera modificada en frutos de duraznos “Elegant Lady” y “O’ Henry”. **Frutícola**, Santiago, v.18, n. 2, p. 59-65, 1998.

## CAPÍTULO 2

### Qualidade de pimentões submetidos a doses de composto orgânico

#### RESUMO

Pimentões (Tico, I-16, Ambato, Maximus, Rúbia e Margarita) foram cultivados em sistema orgânico de produção com quatro doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>), no campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF e colhidos na segunda quinzena de outubro de 2009. O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade pós-colheita dos frutos. O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6x4 (6 variedades e 4 doses de composto orgânico), com três repetições. Foram realizadas análises de coloração, firmeza, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, avaliação microbiológica, vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante total. Os resultados foram submetidos às análises estatísticas utilizando-se o *software* R, em que se realizou os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificar a normalidade e homogeneidade entre os tratamentos. Quando significativa, a comparação de médias foi realizada por meio do teste de Skott-Knott a 5 % de probabilidade. Não foram observadas a presença de *salmonella* e a contagem de coliformes termotolerantes apresentaram-se abaixo do limite máximo permitido pela ANVISA. As variedades estudadas apresentaram diferentes comportamentos em relação a características pós-colheita avaliadas quando submetidas a doses crescentes de composto orgânico. As variáveis cor (L\*, a\*) e sólidos solúveis foram influenciadas somente pelas variedades, a atividade antioxidante total foi influenciada pelos fatores estudados separadamente e a interação entre variedades e as doses de composto orgânico foram observadas para as variáveis pH, firmeza, acidez titulável, vitamina C e compostos fenólicos totais. Tico destacou-se das demais por apresentar frutos mais claros e mais verdes, pouca variação da firmeza e diminuição da acidez titulável com o aumento das doses de composto orgânico e maior atividade antioxidante. As variedades de pimentões apresentaram variações nos teores de vitamina C e os fenólicos totais diminuíram com o aumento das doses de composto orgânico. A maior atividade antioxidante foi determinada pela dose 29 ton ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L. Sistema orgânico de produção. Pós-colheita.

## ABSTRACT

Peppers (Tico, I-16, Ambato, Maximus, Rubia and Margarita) were cultivated in a organic system with four doses of organic compost (6, 12, 24 and 40 ton ha<sup>-1</sup>) in the experimental field of Embrapa Vegetables -DF and harvested in October 2009. This study aimed to evaluate the quality of post-harvest fruit. The study was conducted in a completely randomized design (CRD) in a factorial 6x4 (6 varieties and four doses of organic compost) with three replications. Were analyzed, color, firmness, pH, titratable acidity, soluble solids, microbiological, vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity. The results were subjected to statistical analysis using the R software, which conducted using the Shapiro-Wilk test and Bartlett, to ensure normality and homogeneity between treatments. When significant, the comparison of means was performed using the Skott-Knott test at 5% probability. We not observe the presence of salmonella in peppers, independent of the dose of organic compound in which they were cultivated and the counting of fecal coliform were below the maximum allowed by ANVISA. The varieties showed different behaviors in relation to post-harvest characteristics evaluated when subjected to increasing doses of organic composto. The color variables (L\*, a\*) and soluble solids were only influenced by varieties, total antioxidant activity was influenced by the factors studied separately and interaction between varieties and doses of organic compost. Tico stood out from other fruits because they have lighter and greener, little variation of firmness and acidity decreased with increasing doses of organic compounds and antioxidant activity. The varieties of green peppers showed variations in vitamin C and phenolic compounds decreased with increasing doses of organic compost. The highest antioxidant activity was determined by dose 29 ton ha<sup>-1</sup>.

Keywords: *Capsicum annuum* L. Organic production system. Post-harvest.

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família Solanaceae e ao gênero *Capsicum*, é tipicamente de origem americana, ocorrendo formas silvestres desde o Sul dos Estados Unidos da América até o Norte do Chile. É uma cultura de retorno rápido, por isso é largamente explorada por pequenos e médios horticultores. Está entre as hortaliças mais consumidas no Brasil (FILGUEIRA, 2003). Isso mostra a busca da população, de um modo geral, por alimentos que contribuem para obtenção de uma saúde adequada, tendo em vista as propriedades benéficas que frutas e hortaliças possuem. Esses alimentos contêm diferentes fitoquímicos, muitos dos quais possuem propriedades antioxidantes (LIMA; MELO; LIMA, 2002; SIQUEIRA; OETTERER; REGINATO-D'ARCE, 1997). Pimentões do gênero *Capsicum*, são fontes de antioxidantes naturais como os compostos fenólicos e vitamina C (REIFSCHNEIDER, 2000).

A vitamina C (ácido ascórbico) é, geralmente, consumida em grandes doses pelos seres humanos, sendo adicionada a muitos produtos alimentares para inibir a formação de metabólitos nitrosos carcinogênicos e evitar o escurecimento dos tecidos vegetais (SHAMI; MOREIRA, 2004). Os compostos fenólicos são os mais ativos antioxidantes e estão presentes em frutas e hortaliças. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar os radicais livres (DECKER, 1997). Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o estresse oxidativo (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000).

A produção do pimentão muitas vezes baseia-se no uso excessivo de insumos externos, o que torna recomendável a adoção de práticas culturais alternativas e direcionadas à conservação do solo e aproveitamento dos recursos naturais localmente disponíveis. Segundo Bourn e 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.

A agricultura orgânica está se tornando uma das maiores tendências mundiais no mercado de alimentos, baseando-se em princípios ecológicos de preservação da vida e da natureza, adotando práticas de rotação de cultura, adubos verdes, reciclagem de resíduos orgânicos, manejo e controle biológico, surgindo assim como uma alternativa na produção de pimentão que, requer, em sistemas convencionais de cultivo, maiores aportes de uso de defensivos agrícolas prejudiciais à saúde do consumidor (COUTO et al., 2008).

Dessa forma é necessária a indicação de variedades que melhor se adaptam ao sistema orgânico. Nesse trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade pós-colheita de 6 diferentes variedades de pimentões, submetidos a doses crescentes de composto orgânico em sistema orgânico de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Cultivaram-se pimentões (Tico e I-16 - Embrapa Hortaliças, Ambato, Maximus, Rúbia e Margarita – Híbridos comerciais) na área de pesquisa e produção orgânica (APPO) da Embrapa Hortaliças – DF, segundo as normas técnicas da Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, com quatro doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>) que fornecem para a cultura 100, 200, 400 e 800 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrogênio e que contém ainda 63,2; 10,2; 14,9; 16,6; 17,5 e 6,91 g. kg<sup>-1</sup> de cálcio, magnésio, nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre e também 240, 295, 280, 32, 700 e 59,8 mg.kg<sup>-1</sup> dos micronutrientes cobre, zinco, ferro, manganês e boro, respectivamente. O composto orgânico utilizado foi produzido na Embrapa Hortaliças, sendo incorporados resíduos de adubos verdes: sorgo, milho, girassol, nabo forrageiro, aveia preta 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 de aproximadamente 60°C. Ao final de aproximadamente 90 dias, com temperatura de aproximadamente 30°C, o composto estava pronto para ser utilizado na cultura (BRASIL, 2008).

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação verde, fisiologicamente desenvolvidos, na segunda quinzena de outubro de 2009 e encaminhados para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões.

Após a seleção, os frutos foram lavados com água corrente, a fim de retirar os resíduos provenientes do campo e, posteriormente, sanificados em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg.L<sup>-1</sup>, por 10 minutos. Em seguida, os frutos foram colocados sobre a bancada com papel filtro para a drenagem do excesso da solução sanificante.

O experimento de laboratório foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6x4 (6 cultivares e 4 doses de composto orgânico – 6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>), com três repetições, sendo a parcela experimental montada com 3 frutos por tratamento, com três repetições cada. Após avaliar a firmeza e coloração, os frutos foram cortados, descartando-se o conteúdo locular e reservando-se o pericarpo para as análises.

## **2.1 Análises**

### **Microbiológicas**

Foram realizadas em laboratório terceirizado pelo Sabinbiotec (Segurança Alimentar e Ambiental). Seguindo a Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003, anexo 1 (BRASIL, 2003). Legislação consultada: Resolução – RDC nº 12, do MS/ANVISA, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

### **Coloração**

Pelo método CIELab, com utilização do colorímetro Minolta modelo CR-200b onde foram observados valores de L\*, que representa o quão mais clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca) e valores de a\* que podem assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho.

### **Firmeza**

A medição foi realizada com o uso de penetrômetro com sonda de 8mm de diâmetro, obtendo-se valores em kgf.

### **pH e Acidez Titulável (AT)**

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (2002). A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

### **Sólidos Solúveis**

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 °Brix, após o mesmo ser calibrado com água destilada.

### **Vitamina C**

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado, e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100g<sup>-1</sup> de polpa.

### **Compostos Fenólicos**

Para a obtenção dos extratos do pimentão foram utilizados 5 g das amostras, que foram homogeneizadas com 20mL de metanol 80% sendo o homogenato deixado em agitação por 60 minutos à temperatura ambiente e centrifugado (15000 rpm) por 15 minutos a 4°C. O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 40mL de metanol 80% ao resíduo e centrifugado (15.000

rpm) durante 15 minutos. Os sobrenadantes foram transferidos para um balão volumétrico de 50 mL e completado o volume com metanol 80%.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Waterhouse (2002) empregando o reagente de Folin-Ciocalteu. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100g da amostra (mg EAG. 100g<sup>-1</sup>).

#### **Atividade antioxidante total**

Para a obtenção do extrato para quantificação da atividade antioxidante total, realizou-se o mesmo procedimento para obtenção do extrato dos compostos fenólicos.

A metodologia foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60µM) segundo Rufino et al. (2007). Para a determinação da atividade antioxidante, foi utilizada uma alíquota de 0,1 mL do extrato obtido, que foi transferido para um tubo de ensaio, em ambiente escuro, e adicionado 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM) e homogeneizado em agitador de tubos. As leituras (515 nm) foram monitoradas a cada minuto, onde foi observada a redução da absorbância até sua estabilização. Após a leitura, substituiu-se o valor correspondente à metade da absorbância inicial do controle pelo y da equação da curva do DPPH, encontrando o consumo em µM DPPH e, em seguida, foi transformada para g DPPH.

#### **Equivalência de controle e DPPH:**

$y = ax - b$ , onde:

y = (Absorbância inicial do controle – absorbância inicial da amostra)

x = resultado em µM DPPH

Obs.: convertido para g DPPH, através da transformação:

g DPPH = (µM DPPH / 1.000.000) \* 394,3 (peso molecular do DPPH).

Os resultados foram expressos em g do fruto.g DPPH<sup>-1</sup>.

## 2.2 Estatística

Todas as análises foram realizadas no *software* R Development Core Team (2009), em que se realizou os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificar normalidade e homogeneidade entre os tratamentos. Por se tratar de um experimento em esquema fatorial, os efeitos simples (cultivares e doses), somente foram analisados separadamente quando o efeito de interação foi não significativo. A análise de variância foi realizada por meio do teste F (5%), para verificar a diferença entre as variedades e doses de composto orgânico. Quando significativo, a comparação de médias para esses tratamentos foi realizada por meio do teste de médias Scott-Knott com nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, não foi constatada a presença de *Salmonella* em nenhuma das amostras analisadas e a contagem de coliformes termotolerantes manteve-se abaixo do limite máximo permitido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001), (Tabela 1). A resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece para hortaliças, ausência de *Salmonella* SP. e máximo de  $10^2$  para coliformes termotolerantes (45°C) em cada grama da hortaliça *in natura*, inteira, selecionada ou não. Independente da variedade e das doses de composto utilizado os valores para os coliformes termotolerantes foram iguais (BRASIL, 2001).

Segundo Franco e Landgraf (2005) *salmonella* sp. está comumente envolvida em surtos alimentares, devido ao fato de que o mesmo, presente em pequenas quantidades, pode causar intoxicação alimentar, causando enterite (inflamação da mucosa intestinal), causando sintomas como: vômito, náuseas e diarreia, colocando em risco à saúde do consumidor

Coliformes termotolerantes, ou coliformes a 45°C, fermentam a lactose produzindo gás, quando incubados a temperatura de 44,5°C. Incluem pelo menos três gêneros, *Escherechia*, *Enterobacter* e *Klebsiella* que indicam contaminação de origem fecal (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 1997).

A contaminação microbiológica de produtos provenientes do cultivo orgânico devido à utilização, principalmente de esterco animal mal curtido, é uma preocupação constante, principalmente para hortaliças consumidas *in natura*.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que fertilizantes orgânicos, oriundos de resíduos orgânicos adequadamente manipulados, não apresentam risco à segurança alimentar quando utilizados no cultivo de pimentão.

Tabela 1 Valores de coliformes termotolerantes (45°C) e *salmonellas* encontrados em análises microbiológicas para as variedades de pimentão Tico e Maximus submetidos a doses crescentes de adubo orgânico

VS– Dose composto(ton ha <sup>-1</sup> )	Coliformes 45°C NMP/g	<i>Salmonellas</i>
Tico 6	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Tico 12	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Tico 24	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Tico 40	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Maximus 6	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Maximus 12	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Maximus 24	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente
Maximus 40	< 1,0 x 10 <sup>1</sup>	Ausente

A variável L\*, que indica o quão clara ou escura se encontra a amostra com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca), a variável a\* que pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho e o teor de sólidos solúveis foram influenciados somente pelas variedades, não havendo influência das doses de composto orgânico utilizadas. Nas variáveis L\* e sólidos solúveis, Tico destacou-se, apresentando, em média, pimentões mais claros e menor teor de sólidos solúveis (Tabela 2). Para variável a\*, pode-se observar que as variedades Tico, Ambato e Margarita apresentaram coloração mais verde em relação às cultivares I-16, Maximus e Rubia (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios das coordenadas L\*, a\* e sólidos solúveis (°Brix) em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico

Variedade	L*	a*	Sólidos Solúveis (°Brix)
Tico	45,50 a	-15,53 b	3,43 b
Ambato	36,52 b	-15,92 b	3,64 a
I-16	35,97 b	-13,47 a	3,70 a
Maximus	34,58 b	-13,87 a	3,77 a
Rubia	34,15 b	-13,37 a	3,76 a
Margarita	37,15 b	-14,99 b	3,64 a

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

A coloração é tida como o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor, podendo variar entre cultivares. 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 identificação do amadurecimento de frutas e algumas hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Pigmentos vegetais, com destaque para as clorofilas, carotenoides e antocianinas, desempenham papel fundamental na coloração dos vegetais. Genericamente, os frutos, quando imaturos, apresentam coloração esverdeada que vai cedendo lugar a outras cores (amarelo, vermelho, azul, violeta) com o amadurecimento (VILAS BOAS, 2006).

As variedades de pimentões podem apresentar diferentes teores de sólidos solúveis e a mesma variedade pode apresentar variações em condições climáticas diferentes. Este trabalho foi desenvolvido em região de cerrado, podendo diferir se cultivada em outras regiões brasileiras. O teor de sólidos solúveis é utilizado como uma forma indireta do teor de açúcares. A sua medição não representa o teor exato dos açúcares, no entanto, os açúcares

constituem cerca de 80% a 90% dos sólidos solúveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Houve interação significativa entre variedades e doses de composto orgânico para o pH. As variedades estudadas apresentaram diferenças significativas entre si nas doses 12, 24 e 40 (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios de pH nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico

Variedade	Dose composto orgânico (ton ha <sup>-1</sup> )			
	6	12	24	40
Tico	6,33 a	5,68 b	6,23 b	6,75 a
Ambato	6,36 a	5,85 b	6,34 b	6,17 a
I-16	6,13 a	6,29 a	6,20 b	5,28 b
Maximus	6,29 a	6,39 a	6,50 b	6,54 a
Rubia	5,93 a	6,00 a	6,94 a	6,45 a
Margarita	6,65 a	5,22 c	6,44 b	6,17 a

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

Na dose 12, as variedades I-16, Maximus e Rubia, apresentaram média de pH estatisticamente iguais e superiores às demais. O pH de pimentões das variedades Tico e Ambato foi superior apenas ao pH observado em pimentões Margarita, sendo esta a que apresentou menor pH.

Na dose 24 ton ha<sup>-1</sup>, a variedade Rubia destacou-se apresentando maior valor de pH que as demais variedades, que não diferiram entre si.

Já na dose 40, a variedade I-16 apresentou menor pH, diferindo das demais que foram consideradas iguais.

Vicentini, Cereda e Câmara (1999) reportaram valor máximo do pH de 6,52 para pimentão no estádio verde, valor este abaixo do máximo encontrado no presente estudo que foi 6,94.

Em relação às variáveis acidez titulável e firmeza, de acordo com os testes estatísticos feitos pela análise de variância, os dados dessas variáveis não se encontram em uma distribuição normal. Sendo assim, foi realizado o Teste de Permutação de Fisher, onde as variáveis apresentaram interação significativa. Como não foi atendida a pressuposição de normalidade não se pôde fazer regressão, mas pôde-se fazer uma análise descritiva.

As variedades Ambato e I-16 não apresentaram alterações na acidez titulável com o incremento da dose de composto orgânico (Gráfico 1). Observou-se aumento da acidez titulável da variedade Maximus após a dose de 24 ton ha<sup>-1</sup>, enquanto na Tico, acidez titulável diminuiu acentuadamente com o aumento da dose de composto, permanecendo constante após a dose de 24ton ha<sup>-1</sup>. Margarita e Rubia comportaram-se semelhantemente, com valores máximos da acidez associados às doses de 12 a 24 ton ha<sup>-1</sup>. Diferindo dos resultados obtidos neste trabalho, Ferreira et al. (2006), não verificaram alterações da acidez titulável em tomates cv. Santa Clara em função do aumento de doses crescentes de nitrogênio e afirmaram que além da nutrição nitrogenada, fatores como genótipo e temperatura podem influenciar os teores de acidez titulável. Os resultados estão de acordo com a tendência de diminuição do pH, que é um índice que indica acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio. A acidez é resultante de ácidos orgânicos existentes no alimento, podendo influenciar o sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade (CECCHI, 2003; OLIVEIRA; FERNANDES, 2011).

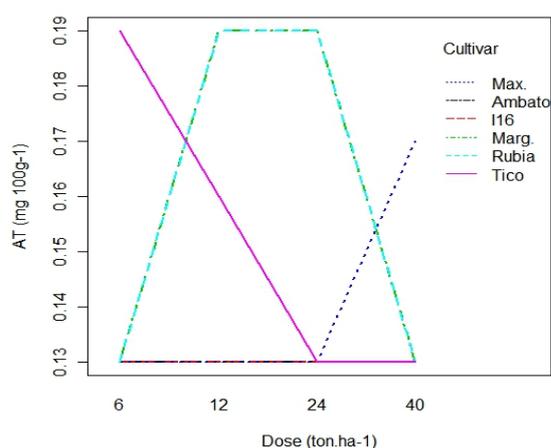


Gráfico 1 Valores de Acidez Titulável (AT) em variedades de pimentão cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção

A variedade Tico apresentou pouca variação da firmeza, permanecendo praticamente constante com o aumento das doses de composto orgânico (Gráfico 2). Rubia e Ambato apresentaram comportamento semelhante, sendo que a firmeza dos pimentões aumentou até aproximadamente a dose de 12 ton ha<sup>-1</sup>, com posterior declínio, ao contrário, as variedades I-16 e Margarita apresentaram queda da firmeza até a dose de 12 ton ha<sup>-1</sup>, seguido por um incremento. A firmeza da variedade Maximus aumentou com o aumento da dose de composto até aproximadamente 24 ton ha<sup>-1</sup>, acompanhado de sutil queda até a dose de 40 ton ha<sup>-1</sup>.

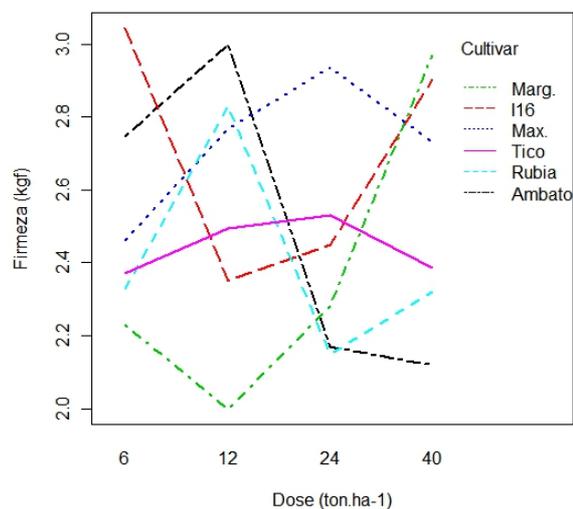


Gráfico 2 Valores de firmeza em variedades de pimentão cultivados com doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção

Sams (1999) relata que a nutrição da cultura exerce grande influência na qualidade do vegetal. Nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, têm sido relatados por terem efeitos pronunciados (diminuição) na textura. Segundo o mesmo autor, a redução da textura pode estar relacionada com o aumento simultâneo do vegetal pela utilização de adubação nitrogenada. O tamanho do vegetal é determinado pelo tamanho e número de células. Geralmente, os frutos maiores apresentam menor firmeza de polpa, porque possuem menor percentual de seu volume ocupado com materiais de parede celular. Assim, o tecido apresenta menor densidade e conseqüentemente menor resistência à penetração do êmbolo do penetrômetro.

Os teores de vitamina C dos pimentões foram afetados significativamente pela interação entre variedades e doses de composto orgânico. As variedades estudadas apresentaram diferenças significativas entre si em todas as doses de composto orgânico observando variação entre os materiais estudados (Tabela 4).

Tabela 4 Valores médios de Vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico

Variedade	Dose composto orgânico (ton $\text{ha}^{-1}$ )			
	6	12	24	40
Tico	57,17 c	72,41 a	68,80 b	64,22 c
Ambato	69,64 b	71,22 a	72,05 b	70,88 b
I-16	67,25 b	62,41 b	60,37 c	75,31 b
Maximus	72,85 b	71,61 a	70,78 b	83,89 a
Rubia	86,53 a	70,33 a	63,01 c	71,20 b
Margarita	71,79 b	76,28 a	76,31 a	73,32 b

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

Na dose 6 ton  $\text{ha}^{-1}$  Rúbia apresentou maior teor de vitamina C, Tico apresentou o menor teor e as demais variedades foram consideradas estatisticamente iguais. Na dose 12 ton  $\text{ha}^{-1}$  apenas I-16 apresentou diferença estatística e com menor teor de vitamina C. Em relação à dose 24 ton  $\text{ha}^{-1}$ , Margarita apresentou maior teor de vitamina C. Na dose 40 ton  $\text{ha}^{-1}$  Maximus apresentou maior teor de vitamina C e Tico o menor teor.

Nassur (2009) em seu trabalho com híbridos de tomate submetidos a doses crescentes de composto orgânico também encontrou grande variação nos teores de vitamina C.

Sugere-se diferenças nas constituições genéticas para diferença nos teores de vitamina C encontrados nas variedades estudadas neste trabalho em relação às doses de adubação orgânica.

Os teores de compostos fenólicos totais nos pimentões foram influenciados pela interação entre variedades e doses de composto orgânico. As variedades estudadas apresentaram diferenças significativas entre si em todas as doses de composto orgânico utilizado (Tabela 5).

Tabela 5 Valores médios de compostos fenólicos totais (mg EAG. 100g<sup>-1</sup>) nas doses crescentes de composto orgânico em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico

Cultivar	Dose composto orgânico ( ton ha <sup>-1</sup> )			
	6	12	24	40
Tico	89,79 b	95,76 b	94,61 b	91,29 b
Ambato	135,79 a	99,60 b	92,87 b	71,03 b
I-16	139,14 a	124,95 a	121,95 a	141,62 a
Maximus	73,04 b	72,47 c	65,23 c	54,14 c
Rubia	124,30 a	90,17 b	90,42 b	72,54 b
Margarita	137,04 a	113,40 a	110,49 a	80,78 b

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância

Na dose 6 ton ha<sup>-1</sup>, as variedades Ambato, I-16, Rubia e Margarita apresentaram teor de fenólicos totais semelhantes e superiores as demais variedades que foram consideradas estatisticamente iguais. Em relação às doses 12 e 24ton h<sup>-1</sup> I-16 e Margarita apresentaram maior teor de fenólicos e Maximus apresentou o menor teor desse antioxidante. I-16 apresentou maior teor de fenólicos totais na maior dose de composto orgânico e, novamente, Maximus o menor teor.

Pode-se observar diminuição do teor de compostos fenólicos totais com o incremento das doses de composto orgânico. Diferindo-se dos resultados encontrados neste trabalho, Torr e Savag (2006) mencionaram que a utilização de adubos orgânicos em doses crescentes aumentou os níveis de fenólicos totais em tomates.

O aumento das doses de nitrogênio no campo promove uma maior disponibilidade de nitrogênio e maior crescimento das plantas. A produção de metabólitos secundários, que estão envolvidos na defesa da planta, pode reduzir e esta diminuição pode ter resultado no decréscimo dos teores de compostos fenólicos (RIIPI et al., 2002). Fato observado neste trabalho.

Não houve interação significativa entre os fatores estudados no que diz respeito à atividade antioxidante. Porém, diferenças foram apresentadas entre variedades e doses de composto orgânico utilizados no cultivo do pimentão.

Tico apresentou maior atividade antioxidante em relação às demais variedades que foram consideradas iguais entre si (Tabela 6).

Tabela 6 Valores médios da atividade antioxidante (g DPPH. g fruto<sup>-1</sup>) em diferentes variedades de pimentão cultivados em sistema orgânico

Cultivares	Atividade Antioxidante (g DPPH. G fruto <sup>-1</sup> )
Tico	0,0041 a
Ambato	0,0019 b
I-16	0,0024 b
Maximus	0,0027 b
Rubia	0,0022 b
Margarita	0,0023 b

Rufino et al. (2010) reportaram que os alimentos que possuem naturalmente, em sua composição, substâncias com caráter antioxidante, têm atraído o interesse da comunidade científica devido aos possíveis efeitos nutricionais e terapêuticos associados ao seu consumo. É sabido que, além dos antioxidantes naturais exercerem papel na defesa endógena de plantas, sua inserção na dieta confere proteção contra diversos eventos patológicos.

A eficácia da ação antioxidante dos componentes bioativos depende de sua estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento. Por sua vez, o teor destes fitoquímicos em vegetais é amplamente influenciado por fatores genéticos, condições ambientais, além do grau de maturação e variedade da planta, entre outros (MADSEN; BERTELSEN, 1995).

Quanto às doses de composto orgânico, pode-se observar um comportamento quadrático, sendo que à medida que a dose de composto aumenta, a atividade antioxidante também aumenta até chegar a um máximo de 0,00336 (g DPPH. g fruto<sup>-1</sup>) aproximadamente (Gráfico 3).

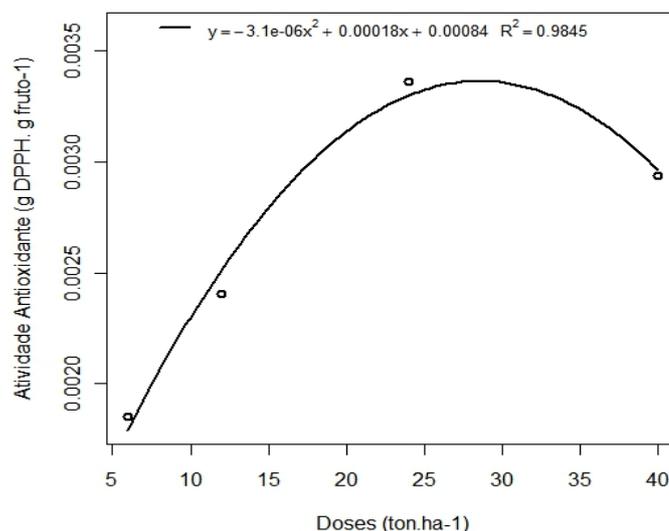


Gráfico 3 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da atividade antioxidante total em doses crescentes de composto em sistema orgânico de produção

Esse aumento da atividade antioxidante pode estar associado à vitamina C, pois ela age como sequestrante de espécies reativas de oxigênio, formadas, em geral, durante o metabolismo normal da célula. O ácido ascórbico doa elétrons a espécies reativas como: hidroxil, peroxil, superóxido, peroxinitrito e oxigênio “*singlet*”, formando compostos menos reativos. Os produtos da oxidação do ácido ascórbico (radical ascorbila e dehidroascórbico) são pouco reativos, quando comparados a outros radicais livres. Esta propriedade torna o ácido ascórbico um eficiente antioxidante capaz de eliminar espécies altamente reativas e formar um radical de reatividade baixa. A maior atividade antioxidante foi determinada pela dose 29ton ha<sup>-1</sup>. O declínio da atividade antioxidante após 29 ton ha<sup>-1</sup> pode estar associado à redução nos teores de

compostos fenólicos totais, uma vez que estes compostos atuam como importantes antioxidantes.

Associado a outros fatores estudados pode-se recomendar uma dose de composto orgânico inferior a quantidade máxima utilizada, o que vai conferir uma economia para o produtor e desperdício de fertilizante na lavoura.

#### 4 CONCLUSÕES

Não foram observadas a presença de *salmonella* nos pimentões estudados, independente da dose de composto orgânico em que foram cultivados e a contagem de coliformes termotolerantes encontraram-se abaixo do limite máximo permitido pela ANVISA.

As variedades estudadas apresentaram diferentes comportamentos em relação às características pós-colheita avaliadas, quando submetidas a doses crescentes de composto orgânico.

As variáveis cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ) e sólidos solúveis foram influenciadas somente pelas variedades, a atividade antioxidante total foi influenciada pelos fatores estudados separadamente e interação entre variedades e doses de composto orgânico e foi observada para as variáveis pH, firmeza, acidez titulável, vitamina C e compostos fenólicos totais.

Tico destacou-se das demais variedades por apresentar frutos mais claros e mais verdes, pouca variação da firmeza e diminuição da acidez titulável com o aumento das doses de composto orgânico e maior atividade antioxidante total.

As variedades de pimentões apresentaram variações nos teores de vitamina C e os fenólicos totais diminuíram com o aumento das doses de composto orgânico.

A maior atividade antioxidante foi determinada pela dose  $29\text{ton ha}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003**. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Disponível em: <<http://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-77-23-2003-08-26-62>>. Acesso em: 23 nov. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_01rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm)>. Acesso em: 15 dez. 2011.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Unicamp, 2003.

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

COUTO, J. R. et al. **Instruções práticas para a produção de compostos orgânicos em pequenas propriedades**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. 8 p. (Comunicado Técnico, 53).

FERREIRA, M. M. M. et al. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 141-145, abr./jun. 2006..

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333 p.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: 1985. v. 1, 533 p.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenóides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.3, p. 447-450, 2002.

MADSEN, H. L.; BERTELSEN, G. Spices as antioxidants. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 6, p. 271-277, 1995.

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

OLIVEIRA, R.; FERNANDES, C. Estudo e determinação do “pH”. Disponível em <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/PH.html>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

RIIPI, M. et al. Seasonal changes in birch leaf chemistry: are there tradeoffs between leaf growth and accumulation of phenolics? **Oecologia**, Berlin, v. 130, p. 380–390, 2002.

RUFINO, M. S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-tradicional fruits from Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 121, n. 4, p. 996-1002, Aug. 2010.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 127).

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

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

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 101 p.

SIQUEIRA, F. M.; OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. B. Nutrientes antioxidantes. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 31, n. 2, p. 192-199, 1997.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprobados**. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TOOR, R. K.; SAVAG, G. P. HEEB Influence of different type of fertilizers of major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Company and Analysis**, San Diego, v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006.

VICENTINI, N. M.; CEREDA, M. P.; CÂMARA, F. L. A. Revestimento de fécula de mandioca, perda de massa e alteração de cor de frutos de pimentão. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 713-716, jul./out. 1999 .

VILAS BOAS, E. V. B. **Qualidade de alimentos vegetais**. Lavras: UFLA, 2006. 68 p.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolic. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley, 2002. p. 11.

## CAPÍTULO 3

### **Manutenção da qualidade de pimentões orgânicos e convencionais ao longo do armazenamento refrigerado**

#### **RESUMO**

No presente trabalho objetivou-se avaliar a manutenção da qualidade de pimentões variedade Maximus produzidos em sistema orgânico e convencional sob as mesmas condições edafoclimáticas no Distrito Federal. Os frutos foram embalados e mantidos em câmara fria ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias. O trabalho foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x7 (orgânico e convencional e 7 tempos de armazenamento: 0, 3, 6, 9, 12,15 e 18) dias, com três repetições. Foram realizadas análises de coloração, firmeza, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante total. Os resultados foram submetidos às análises estatísticas utilizando-se o *software* R, em que se realizou os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificar a normalidade e homogeneidade entre os tratamentos. Quando significativo, a comparação de médias foi realizada por meio do teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. O sistema de cultivo orgânico promoveu melhor manutenção da qualidade pós-colheita por apresentarem frutos mais verdes, mais firmes, maior pH, menor teor de sólidos solúveis, maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante total ao longo do armazenamento ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias. O sistema de cultivo não determinou diferenças relevantes quanto ao teor de vitamina C e ambos os sistemas apresentaram elevado teor desse constituinte. O armazenamento refrigerado dos pimentões foi marcado pela redução da atividade antioxidante total e pela oscilação dos teores de compostos fenólicos totais.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L. Pós-colheita. Sistema de cultivo. Composto orgânico.

## ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the maintenance of the quality of peppers, Maximus variety, produced in organic and conventional systems under the same soil and climatic conditions in the Federal District - Brazil. The fruits were packed and kept in cold ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and 90% RH) for 18 days. The study was conducted in a completely randomized design (CRD) in a factorial  $2 \times 7$  (organic and conventional storage and 7 times: 0, 3, 6, 9, 12, 15 and 18) days, with three replications. Were analyzed, color, firmness, soluble solids, pH, titratable acidity, vitamin C, phenolic compounds and antioxidant activity. The results were subjected to statistical analysis using the R software, which conducted using the Shapiro-Wilk test and Bartlett, to ensure normality and homogeneity between treatments. When significant, the comparison of means was performed using the Skott-Knott test at 5% probability. The organic cropping system provided better maintenance of postharvest quality presentings fruits greener, firmer, lower pH, higher soluble solids content, higher levels of total phenolics compounds and higher antioxidant activity during storage ( $10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  and 90% RH) for 18 days . The tillage system did not determine significant differences regarding vitamin C and both systems showed a high level of constituent. The cold storage of green peppers was marked by a reduction in total antioxidant activity and the oscillation of the phenolic compounds levels.

Keywords: *Capsicum annuum* L. Postharvest. Culture system. Organic compound.

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça rica em vitaminas e seu consumo é feito principalmente na forma *in natura* dos frutos verdes. É uma cultura em expansão nas áreas de produção, cultivada em todo território brasileiro (FILGUEIRA, 2003).

O uso de refrigeração é indispensável no retardamento dos eventos fisiológicos e bioquímicos que levam à senescência dos frutos na pós-colheita. Os efeitos desejáveis da refrigeração são a redução da taxa respiratória, o retardamento da maturação e a diminuição da taxa de incidência de doenças pós-colheita (CORTEZ et al., 2002). No caso do pimentão, o armazenamento em temperaturas abaixo de 10°C causa desordens fisiológicas chamadas de injúrias, caracterizadas por ferimentos na casca e amadurecimento incompleto (CARMO, 2004). Com isso, quando se pretende prolongar a vida útil do pimentão é importante manter a temperatura entre 10 °C a 12 °C.

Segundo Borguini e Torres (2006), orgânico é um termo o qual indica que o alimento é produzido de acordo com normas específicas que vetam a utilização de quaisquer agroquímicos e é certificado por uma agência devidamente reconhecida. Esse tipo de sistema evita ou exclui a utilização de fertilizantes sintéticos e pesticidas.

Associados aos benefícios dos antioxidantes naturais presentes nos vegetais, pesquisas mostram que alimentos orgânicos têm conquistado espaço no mercado consumidor. Alguns autores afirmam que os alimentos orgânicos são superiores nutricionalmente aos convencionais, existindo controvérsias sobre os estudos já realizados. Alguns autores afirmam que o aumento dos nutrientes no cultivo orgânico seria relacionado à utilização de insumos diferenciados, compostos orgânicos, biofertilizantes, húmus de minhoca, dentre outros,

excluindo adubos químicos e agrotóxicos, que são amplamente utilizados na agricultura convencional (PAULETTI; BORTOLINI, 2007).

O consumo de vegetais tem sido aumentado devido ao crescente conhecimento de suas qualidades nutricionais e, por serem fontes de antioxidantes. A utilização desses compostos é um dos mecanismos contra os radicais livres, conspirando para a prevenção das doenças que a eles possam estar associadas, tais como cardiopatias, aterosclerose e processos de carcinogênese (BIANCHI; ANTUNES, 1999). Entre os antioxidantes presentes nos vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos e a vitamina C. As propriedades benéficas desses compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de sequestrar os radicais livres (DECKER, 1997). Os compostos fenólicos, constituintes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas, o que possibilita atuarem como agentes redutores, exercendo proteção ao organismo contra o estresse oxidativo (SCALBERT; WILLIAMSON, 2000). A vitamina C é outro efetivo antioxidante presente em frutas e hortaliças (LEONG; SHUI, 2002), e o pimentão é uma rica fonte dessa vitamina.

Visando suprir a escassez de estudos comparativos em sistemas de produção, objetivou-se neste trabalho avaliar a manutenção da qualidade de pimentões orgânicos e convencionais variedade Maximus ao longo do armazenamento refrigerado por 18 dias.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Pimentões variedade Maximus foram cultivados em sistema orgânico (24 ton ha<sup>-1</sup> de composto orgânico) e convencional (adubação aproximada aos teores dos nutrientes fornecidos pelo composto).

Os frutos foram colhidos simultaneamente no estágio de maturação verde, fisiologicamente desenvolvidos, na primeira quinzena de novembro de 2009 e encaminhados para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões.

Após a seleção, os frutos foram lavados com água corrente, a fim de retirar os resíduos provenientes do campo e, posteriormente, sanificados em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg.L<sup>-1</sup>, por 10 minutos. Em seguida, os frutos foram colocados sobre a bancada com papel filtro para a drenagem do excesso da solução sanificante.

Para o armazenamento, utilizaram-se bandejas de poliestireno (18x12,5x4 cm), contendo 2 frutos por bandeja, envoltas manualmente com filme de policloreto de vinila (PVC) de 10 micrômetros de espessura. Em seguida, foram armazenadas por 18 dias em câmara fria (10°C±1°C e 90%UR). Os frutos foram avaliados em intervalos de 3 dias até o final do período de armazenamento.

Após a medição da textura e coloração, os frutos foram cortados, descartando-se o conteúdo locular e reservando-se o pericarpo para as análises.

## 2.1 Análises

### **Coloração**

Pelo método CIELab, com utilização do colorímetro Minolta modelo CR-200b onde foram observados valores de L\*, que representa quão mais clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca) e valores de a\* que podem assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho.

### **Firmeza**

A medição foi realizada com o uso de penetrômetro com sonda de 8mm de diâmetro, obtendo-se valores em kgf.

### **pH e Acidez Titulável (AT)**

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da *Association of Official Agricultural Chemists* - AOAC (2002). A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

### **Sólidos Solúveis**

A determinação de sólidos solúveis baseou-se em metodologia da *Association of Official Agricultural Chemists* - 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**

O teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método colorimétrico utilizando-se 2,4 dinitrofenil-hidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado, e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por  $100\text{g}^{-1}$  de polpa.

### **Compostos Fenólicos**

Para a obtenção dos extratos do pimentão foram utilizados 5 g das amostras, que foram homogeneizadas com 20mL de metanol 80% sendo o homogenato deixado em agitação por 60 minutos à temperatura ambiente e centrifugado (15000 rpm) por 15 minutos a  $4^{\circ}\text{C}$ . O sobrenadante foi coletado e foram adicionados 40mL de metanol 80% ao resíduo e centrifugado (15.000 rpm) durante 15 minutos. Os sobrenadantes foram transferidos para um balão volumétrico de 50 mL e completado o volume com metanol 80%.

A determinação do teor de fenólicos totais foi feita pelo método proposto por Waterhouse (2002) empregando o reagente de Folin-Ciocalteu. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de ácido gálico por 100g da amostra (mg EAG.  $100\text{g}^{-1}$ ).

### **Atividade antioxidante total**

Para a obtenção do extrato para quantificação da atividade antioxidante total, realizou-se o mesmo procedimento para obtenção do extrato dos compostos fenólicos.

A metodologia foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH  $60\mu\text{M}$ ) segundo Rufino et al. (2007). Para a determinação da atividade antioxidante, foi utilizada uma alíquota de 0,1 mL do extrato obtido, que foi transferido para um tubo de ensaio, em ambiente escuro, e

adicionado 3,9 mL do radical DPPH (0,06 mM) e homogeneizado em agitador de tubos. As leituras (515 nm) foram monitoradas a cada minuto, onde foi observada a redução da absorvância até sua estabilização. Após a leitura, substituiu-se o valor correspondente à metade da absorvância inicial do controle pelo  $y$  da equação da curva do DPPH, encontrando o consumo em  $\mu\text{M}$  DPPH e, em seguida, foi transformada para g DPPH.

**Equivalência de controle e DPPH:**

$y = ax - b$ , onde:

$y$  = (Absorvância inicial do controle – absorvância inicial da amostra)

$x$  = resultado em  $\mu\text{M}$  DPPH

Obs.: convertido para g DPPH, através da transformação:

$\text{g DPPH} = (\mu\text{M DPPH} / 1.000.000) * 394,3$  (peso molecular do DPPH).

Os resultados foram expressos em g do fruto.g DPPH<sup>-1</sup>.

## 2.2 Estatística

Todas as análises foram realizadas no *software* R Development Core Team (2009) em que realizou os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, para verificar normalidade e homogeneidade entre os tratamentos. Por se tratar de um experimento em esquema fatorial, os efeitos simples (sistema de cultivo e tempo de armazenamento), somente foram analisados separadamente quando o efeito de interação foi não significativo. A análise de variância foi realizada por meio do teste F (5%), para verificar a diferença entre as variedades e doses de composto orgânico. Quando significativo, a comparação de médias para esses tratamentos foi realizada por meio do teste de médias Scott-Knott com nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável  $L^*$  foi influenciada somente pelo fator tempo de armazenamento. Observou-se uma tendência de redução do valor  $L^*$  ao longo do armazenamento refrigerado, com uma taxa de variação de -0,231667 para cada dia de armazenamento, o que sugere o escurecimento dos pimentões (Gráfico 1).

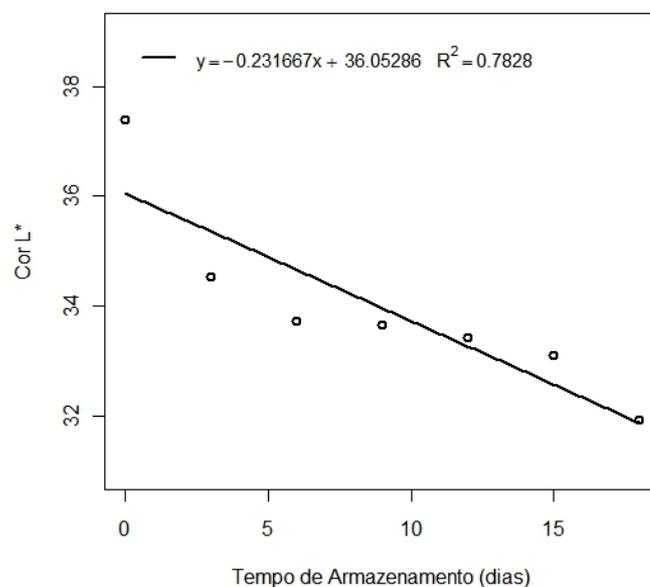


Gráfico 1 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da variável  $L^*$  de pimentões armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias

Esse resultado sinaliza ligeiro escurecimento devido ao armazenamento, provavelmente catalizado pela ação de enzimas oxidativas como as polifenoloxidases e peroxidases que formam pigmentos escuros na superfície do fruto. 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 identificação do amadurecimento de frutas e hortaliças (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A variável  $a^*$  foi influenciada somente pelo sistema de produção com valores médios de -12,97 b e -13,81a, para pimentões do sistema convencional e orgânico, respectivamente. Em média, pimentões cultivados em sistema orgânico apresentaram-se mais verdes em relação aos convencionais. A utilização de adubação orgânica favorece o acúmulo de clorofila e reduz a revelação de outros pigmentos (FERGUSON; BODY, 2002). Anaç, Eriuce e Kiliuç (1994) relatam que a coloração é uma das características que deve ser considerada na determinação da qualidade, podendo ser afetada pela adubação orgânica, positivamente ou negativamente. No presente trabalho, os frutos cultivados no sistema orgânico afetaram positivamente, indicando manutenção da clorofila. A retenção da coloração verde é um dos mais importantes indicadores de qualidade para as hortaliças, como por exemplo, o pimentão verde, por ter grande impacto para o consumidor no momento da compra (ROURA; DAVIDOVICH; DEL VALLE, 2000).

A firmeza dos pimentões foi afetada significativamente pela interação entre os sistemas de produção e tempo de armazenamento.

Pimentões cultivados sob sistema orgânico apresentaram-se mais firmes que aqueles cultivados sob sistema convencional, durante os 12 primeiros dias de armazenamento, sendo que nenhuma diferença foi observada do 15º ao 18º dia de armazenamento, bem como entre pimentões, no início do armazenamento (Tabela 1).

Tabela 1 Valores médios de firmeza (kgf) em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias

Sistemas de cultivo	Dias de armazenamento						
	0	3	6	9	12	15	18
Convencional	3,27 a	3,02 b	2,68 b	2,68 b	2,43 b	3,00 a	2,87 a
Orgânico	3,36 a	3,42 a	3,16 a	3,12 a	3,04 a	3,07 a	3,00 a

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a % 5% de significância

Bourguini e Silva (2005) avaliando tomates recém-colhidos, sob sistema de cultivo orgânico e convencional também não encontraram diferença significativa entre os sistemas. Sams (1999) menciona que utilização de composto orgânico no campo pode indicar maior fornecimento de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio.

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; VILAS BOAS; JUSTO, 2009).

A variável pH foi afetada significativamente pela interação entre os sistemas de produção e tempo de armazenamento. A acidez titulável em pimentões cultivados em sistemas de produção convencional e orgânico e

armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias não foi influenciada pelo sistema de cultivo e tempo de armazenamento, tampouco pela interação entre eles, apresentando valor médio de 0,19. O teor de sólidos solúveis foi influenciado somente pelo sistema de cultivo com médias de 4,42a e 4,08b, para pimentões do sistema convencional e orgânico, respectivamente.

Pimentões cultivados em sistema orgânico apresentaram pH mais elevado que aqueles cultivados em sistema convencional, exceto aos 6 e 9 dias de armazenamento, quando nenhuma diferença foi notada. Apesar do efeito do sistema de cultivo sobre o pH, nenhum efeito foi notado sobre a variável acidez titulável. (Tabela 2).

Tabela 2 Valores médios de pH em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias

Sistemas de cultivo	Dias de armazenamento						
	0	3	6	9	12	15	18
Convencional	5,71b	5,96b	6,3 a	6,33a	6,07b	6,3b	5,9b
Orgânico	6,33a	6,52a	6,35a	6,28a	6,72a	6,76a	6,58 <sup>a</sup>

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a % 5% de significância

O maior pH e menor média de sólidos solúveis verificado nos frutos orgânicos ao longo do armazenamento pressupõe contenção da síntese de ácidos

orgânicos que servem de substratos para o processo respiratório, indicando maior vida útil desses frutos em sistema de cultivo orgânico. O manejo orgânico do solo é feito, dentre diversas outras práticas, por meio de reciclagem da biomassa, que, em última análise, pode promover o aumento no rendimento e na qualidade dos produtos assim cultivados, por disponibilizar melhor os nutrientes no solo os quais poderão ser mais eficientemente absorvidos pelas plantas (SOUZA, 1998).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), à medida que o fruto amadurece, ocorre uma sequência de transformações, tais como elevação da taxa respiratória, síntese de etileno, modificações na pigmentação, modificações na textura, modificações no sabor pela interconversão de açúcares, síntese ou degradação de ácidos orgânicos. Nesse período, normalmente, os ácidos orgânicos são usados como fonte de energia. Assim, normalmente o pH tende a diminuir e os sólidos solúveis aumentar, tendência encontrada nos frutos cultivados em sistema convencional ao longo do armazenamento refrigerado.

Os teores de vitamina C dos pimentões foram afetados significativamente pela interação entre os sistemas de produção e tempo de armazenamento.

O sistema de produção não determinou diferença estatística significativa no teor de vitamina C nos frutos recém-colhidos e ao longo do armazenamento apresentaram diferença estatística somente aos 6 e 18 dias, quando os pimentões orgânicos apresentaram maior teor de vitamina C (Tabela 3).

Tabela 3 Valores médios de Vitamina C ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) em pimentões cultivados em sistema convencional e orgânico e armazenados ( $10^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias

Sistemas de cultivo	Dias de armazenamento							
	0	3	6	9	12	15	18	
Convencional	118,36a	98,53a	79,85b	146,03a	139,03a	123,00a	94,88b	
Orgânico	132,82a	113,95a	99,76a	148,4a	121,96a	131,05a	115,6a	

As médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a % 5% de significância

Os resultados obtidos sugerem que não há diferenças relevantes quanto ao teor de vitamina C entre sistema de cultivo orgânico e convencional.

Nassur (2009) observou teores mais elevados de vitamina C no cultivo de tomate orgânico comparados ao convencional ao longo do armazenamento, especialmente aos 10 dias. Borguini et al. (2005) também observaram teores mais elevados de vitamina C no cultivo orgânico de tomates recém-colhidos. Pelos resultados obtidos pode-se verificar que o pimentão, em ambos os sistemas de produção, apresentaram uma quantidade elevada de vitamina C, condizente com a literatura, que é cerca de  $126 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  (FRANCO, 2002).

Os teores de compostos fenólicos totais foram influenciados pelos fatores sistemas de produção e tempo de armazenamento, separadamente.

Frutos cultivados em sistema orgânico apresentaram maiores teores de compostos fenólicos (90,35 a) em relação aos cultivados convencionalmente (77,36 b), resultados expressos em mg EAG.100g<sup>-1</sup>.

Borguini e Silva (2005) e Nassur (2009) observaram teor de fenólicos superior em tomates cultivados organicamente em comparação aos convencionais, justificando que a concentração fenólica pode aumentar em função da utilização de adubos orgânicos.

Arbos et al. (2010) avaliando compostos de fenólicos totais em alface e almeirão cultivados em sistema convencional e orgânico, reportaram valores maiores às hortaliças cultivadas organicamente.

Os compostos fenólicos são originados a partir do metabolismo secundário das plantas. Toor e Savag (2006) verificaram a influência de diferentes tipos de fertilizantes convencionais sobre os principais componentes antioxidantes de tomates. Os autores registraram que, devido à maior disponibilidade de nitrogênio e ao maior crescimento das plantas adubadas com soluções minerais, a produção de metabólitos secundários, que estão envolvidos na defesa da planta, foi reduzida e esta redução pode estar associada ao menor teor de compostos fenólicos observados para os frutos no sistema de cultivo convencional

Em relação ao tempo de armazenamento, observou-se grande variação no teor de fenólicos totais, com picos máximos no 3° e 16° dias de armazenamento e mínimos ao 0, 9 e 18 dias de armazenamento (Gráfico 2).

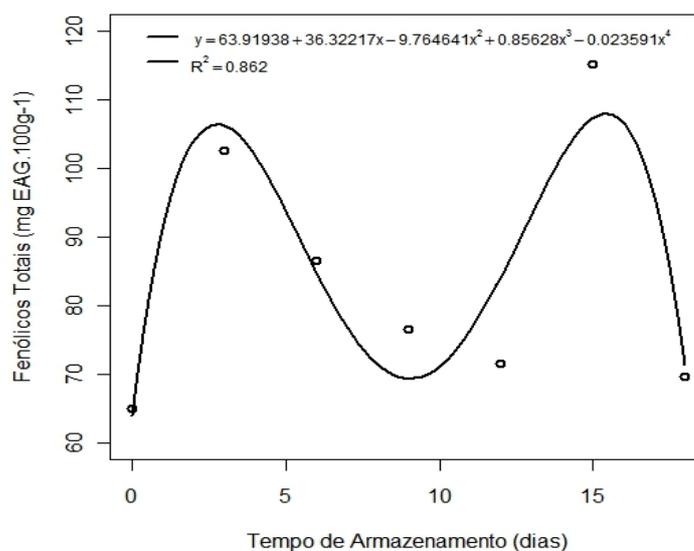


Gráfico 2 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de compostos fenólicos de pimentões armazenados (10°C±1°C e 90%UR) por 18 dias

A composição de compostos fenólicos em vegetais pode ser modificada pelo ambiente e fatores pré-colheita, incluindo armazenamento. O armazenamento prolongado promove oxidação enzimática e química dos compostos fenólicos, contribuindo para sua oscilação e redução (KAUR; KAPOOR, 2001). Fato este observado também no presente trabalho.

A capacidade antioxidante total foi afetada significativamente pelos fatores, sistemas de produção e tempo de armazenamento, separadamente.

Frutos cultivados em sistema orgânico apresentaram maior atividade antioxidante (0,0083 a) em relação aos cultivados convencionalmente (0,0034 b), g do fruto.g DPPH<sup>-1</sup>. Nassur (2009) trabalhando com tomates cultivados

organicamente e convencionalmente observou maior atividade antioxidante nos frutos orgânicos recém-colhidos.

A atividade antioxidante de um alimento é resultado da ação de cada um de seus componentes antioxidantes. Além disso, os componentes antioxidantes de um alimento podem interagir entre si, podendo produzir efeitos sinérgicos (KUSKOSKI et al., 2005). Maiores teores de compostos fenólicos totais observados neste trabalho para os pimentões cultivados em sistema orgânico condizem com a maior atividade antioxidante em frutos cultivados organicamente, visto que os compostos fenólicos presentes naturalmente em frutas e hortaliças atuam como antioxidantes naturais.

Em relação ao tempo de armazenamento, pode-se observar um comportamento cúbico, sendo que no 2º dia de armazenamento os pimentões apresentaram máxima atividade antioxidante, com posterior declínio até aproximadamente o 14º dia de armazenamento, seguido por pequeno aumento até o final do armazenamento (Gráfico 3).

A variação na atividade antioxidante dos pimentões ao longo do armazenamento pode estar associada ao processo de amadurecimento e ao metabolismo de compostos fenólicos (JAVANMARDI; KUBOTA, 2006).

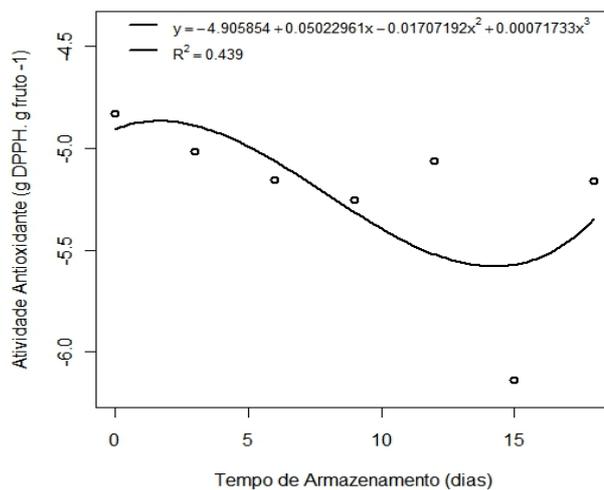


Gráfico 3 Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da atividade antioxidante total de pimentões armazenados ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias

#### **4 CONCLUSÃO**

O sistema de cultivo orgânico promoveu melhor manutenção da qualidade pós-colheita por apresentar frutos mais verdes, mais firmes, maior pH, menor teor de sólidos solúveis, maior teor de compostos fenólicos totais e maior atividade antioxidante ao longo do armazenamento ( $10^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 90%UR) por 18 dias.

O sistema de cultivo não determinou diferenças relevantes quanto à vitamina C e ambos os sistemas apresentaram elevado teor desse constituinte.

O armazenamento refrigerado dos pimentões foi marcado pela redução da atividade antioxidante total e pela oscilação dos teores de compostos fenólicos totais.

## REFERÊNCIAS

- ANAÇ, D.; ERIUCE, N.; KILINÇ, R. Effect of N, P, K fertilizer levels on yield and quality properties of processing tomatoes in turkey. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 376, p. 243-250, 1994.
- ARBOS, K. A. et al. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, abr./jun. 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington, 2002.
- BORGUINI, R. G.; SILVA, M. V. Características físico-químicas e sensorias do tomate (*lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v. 16, n. 4, p. 355-361, out./dez. 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.
- CARMO, S. A. **Conservação pós-colheita de pimentão amarelo 'Zarco HS'**. 2004. 127 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CORTEZ, L. A. B. et al. **Resfriamento de frutos e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. 428 p.
- DECKER, E. A. Phenolics: prooxidants or antioxidants? **Nutrition Reviews**, New York, v. 55, n. 11, p. 396-407, 1997.
- FERGUSON, I. B.; BODY, L. M. Inorganic nutrients and fruit quality. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological basics**. Ohio: [s. n.], 2002. p. 17-45.

FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2002. 307 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: 1985. v.1, 533 p.

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.

KAUR, C.; KAPOOR, H. C. Anti-oxidant activity and total phenolic: the millennium's health. **International Journal of Science and Technology**, Oxford, v. 36, n. 7, p. 703-725, Oct. 2001.

KUSKOSKI, E. M. et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant em pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, out./dez. 2005.

LEONG, L. P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruits in Singapore markets. **Food Chemistry**, London, v. 76, p. 69-75, 2002.

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.

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

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>>. Acesso em: 26 nov. 2011.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

ROURA, S. I.; DAVIDOVICH, L. A.; DEL VALLE, C. E. Quality loss in minimally processed swiss chard related to amount of damaged area. **Lebns-  
Wiss und Technology**, London, v. 33, p. 53-59, 2000.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica**: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. Fortaleza: Embrapa, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 127).

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

SCALBERT, A.; WILLIAMSON, G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2073-2085, 2000.

SOUZA, J. L. **Agricultura orgânica**: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. Vitória: EMCAPA, 1998. v. 1.

STROHECKER, R. L.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas**: métodos comprovados. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

TOOR, R. K.; SAVAG, G. P. HEEB Influence of different type of fertilizers of major antioxidant components of tomatoes. **Journal of Food Company and  
Analysis**, San Diego, v. 19, n. 1, p. 20-27, 2006.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: determination of total phenolic. In: WROLSTAD, R. E. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: J. Wiley, 2002. p. 11.

## CAPÍTULO 4

### Perfil volátil de pimentões submetidos a doses de composto orgânico

#### RESUMO

Objetivou-se neste trabalho determinar o perfil volátil de pimentões (*Capsicum annuum* L) variedades Tico, I-16, Ambato, Maximus, Rúbia e Margarita, cultivados em sistema orgânico de produção com quatro doses de composto orgânico (6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>), no campo experimental da Embrapa Hortaliças – DF. A extração e a identificação dos compostos voláteis do pimentão foram realizadas utilizando-se a técnica de microextração em fase sólida (SPME), em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa GC-2010 e GCMS. Para identificação dos compostos, os espectros obtidos foram comparados com os bancos de dados da biblioteca (WILEY 8 LIB e FFNSC.1.2.lib), e também pela comparação dos índices de Kovats. A cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa por meio da técnica de microextração em fase sólida permitiu identificar 39 compostos voláteis nas 6 variedades com diferentes doses de composto orgânico. O composto heterocíclico 2-isobutil-3-metoxipirazina apresentou em todas as variedades e nas doses de composto orgânico. Pela análise de PCA, o perfil volátil de pimentões é influenciado pelas variedades estudadas e pelas doses crescentes de composto orgânico.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L. Constituintes voláteis. Sistema orgânico de produção.

## ABSTRACT

The aim of this work was to determine the volatile profile of green peppers (*Capsicum annum L*) Tico, I-16, Ambato, Maximus, Rubia and Margarita varieties, cultivated in organic system with four levels of organic compost ( 6, 12, 24 and 40 ton ha<sup>-1</sup> ) in the experimental field of Embrapa Vegetables – Brazil. Identification and extraction of volatile compounds of peppers was performed using the technique of solid phase microextraction (SPME) by gas chromatography coupled to mass spectrometry-2010 GC and GCMS. For the compounds identifications, the spectra obtained were compared with the databases of the library (WILEY 8 LIB and FFNSC.1.2.lib), and also by comparison of Kovats indices. With the gas chromatography linked to mass spectrometry using the technique of solid phase microextraction was possible to identified 39 volatile compounds in the 6 varieties with different doses of the organic compost. The heterocyclic compound 2-isobutyl-3-metoxipirazina presented in all varieties and doses of the organic compound. In the PCA analysis, the volatile profile of the green peppers was influenced by the studied varieties and the increasing doses of organic compost.

Keywords: *Capsicum annum L*. Volatile compounds. Organic production system.

## 1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) destaca-se entre as solanáceas pela importância econômica no Brasil (FILGUEIRA, 2003). Seus frutos são consumidos verdes ou maduros, no entanto, o consumo de frutos verdes é bem mais expressivo.

A produção do pimentão muitas vezes baseia-se no uso excessivo de insumos externos, o que torna recomendável a adoção de práticas culturais alternativas e direcionadas à conservação do solo e aproveitamento dos recursos naturais localmente disponíveis. Segundo Bourn e 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.

Além de propriedades benéficas, o consumidor é atraído por frutas e hortaliças que apresentam aromas peculiares e característicos de cada vegetal, principalmente por estar associado com a qualidade e que os tornam atrativos ao consumo. O aroma característico do pimentão está relacionado a compostos orgânicos voláteis, podendo pertencer a diferentes classes químicas, como ésteres, éteres, alcoóis, cetonas, lactonas, ácidos, aldeídos e hidrocarbonetos (RUI-AUMATELL et al., 2004; THOMAZINI; FRANCO, 2000).

As alterações bioquímicas importantes nos componentes voláteis ocorrem durante o processo respiratório, pouco antes do amadurecimento. A maior parte dos compostos voláteis, como os álcoois terpênicos, norisoprenoides e álcoois aromáticos são glicosilados antes da maturação (ADEDEJI et al., 1992) e tornam-se parte do perfil de voláteis quando são liberados durante o amadurecimento (MITRA; BALDWIN, 1997) e dependem de muitos fatores como a espécie, a variedade e também o tipo de tratamento utilizado (RIZZOLO; POLESELLO; POLESELLO, 1992).

O estudo dos compostos voláteis é importante, pois estes reportam as peculiaridades de aroma de um alimento, características estas que desempenham papel decisivo na qualidade do produto.

Diante do exposto e devido à escassez de trabalhos relacionados ao perfil volátil de pimentão, objetivou-se neste trabalho realizar a identificação de compostos voláteis presentes em variedades de pimentões submetidos a doses crescentes de composto orgânico em sistema orgânico de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Cultivaram-se pimentões (Tico e I-16 - Embrapa Hortaliças, Ambato, Maximus, Rúbia e Margarita – Híbridos comerciais) na área de pesquisa e produção orgânica (APPO) da Embrapa Hortaliças – DF, segundo as normas técnicas da Instrução Normativa nº 64 de 18 de dezembro de 2008, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, com quatro doses de composto orgânico (6,12,24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>) que fornecem para a cultura 100, 200, 400 e 800 kg. ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. O composto orgânico utilizado foi produzido na Embrapa Hortaliças, sendo incorporados resíduos de adubos verdes: sorgo, milho, girassol, nabo forrageiro, aveia preta 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 de aproximadamente 60°C. Ao final de aproximadamente 90 dias, com temperatura de aproximadamente 30°C, o composto estava pronto para ser utilizado na cultura (BRASIL, 2008).

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação verde, fisiologicamente desenvolvidos, na segunda quinzena de outubro de 2009 e encaminhados para o Laboratório de Pós-Colheita da Embrapa Hortaliças, onde foram selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões.

Após a seleção, os frutos foram lavados com água corrente, a fim de retirar os resíduos provenientes do campo e, posteriormente, sanificados em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg.L<sup>-1</sup>, por 10 minutos. Em seguida, os frutos foram colocados sobre a bancada com papel filtro para a drenagem do excesso da solução sanificante.

Frutos das seis cultivares, submetidos no campo a diferentes doses de composto orgânico, formaram o experimento de laboratório por delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 6x4 (6 cultivares e 4 doses

de composto orgânico – 6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>), com três repetições, sendo a parcela experimental montada com 3 frutos por tratamento, com três repetições cada

### **Determinação dos compostos voláteis**

Foi realizada na Central de Análises e Prospecção Química da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

### **Extração dos compostos voláteis**

A extração e a identificação dos compostos voláteis do pimentão foram realizadas utilizando-se a técnica de microextração em fase sólida (SPME), em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa GC-2010 – Gás Chromatograph Shimadzu® e GCMS – QP2010 Plus – Gas Chromatograph Mass Spectrometer.

Preliminarmente às extrações, a fibra extratora foi condicionada, a 300°C, por 30 minutos, em cromatógrafo gasoso. Entre cada exposição das amostras, a fibra polydimethylsiloxiane/divinilbenzene (PDMS/DVB) era limpa e condicionada a uma temperatura de 300°C, por 30 minutos, no mesmo cromatógrafo.

Dois gramas de fruto congelado foram transferidos para um frasco de vidro (próprio para retenção de volátil) com capacidade para 10 mL e levados para agitação à velocidade constante de 50 rpm e aquecimento a 100°C, por 15 minutos. O procedimento de extração envolveu a exposição da fibra de (PDMS/DVB, 65 µm, Supelco) ao “*headspace*” de cada amostra em frascos fechados.

Após esse tempo de agitação, aquecimento e exposição à fibra, a seringa foi imediatamente levada ao injetor do CG-MS, no qual os compostos voláteis foram dessorvidos, por 2 minutos, a 250°C.

Para a identificação, utilizou-se aparelho Shimadzu CG-17A, com detector seletivo de massas modelo QP5050A, sob as seguintes condições operacionais: coluna capilar de sílica fundida (Equity-5) de 30 m x 0,25 mm e 0,25  $\mu\text{m}$  de espessura, tendo como fase estacionária 5% de difenil e 95% de polidimetilsiloxano (DBS); temperatura do injetor de 220°C; programação da coluna com temperatura inicial de 40°C, sendo acrescidos 4°C a cada minuto, até atingir 200°C; gás de arraste hélio, com 1,82 mL.min<sup>-1</sup> fluxo na coluna; sem split, com pressão inicial na coluna de 102,4 kPa.

As condições do espectrômetro de massas (EM) foram as seguintes: detector seletivo de massas operando por impacto eletrônico e energia de impacto de 70 eV; velocidade de varredura 1.000 m/z s<sup>-1</sup>; intervalo de varredura de 0,5 fragmento/segundo e fragmentos detectados de 29 Da e 600 Da. Para identificação dos compostos, os espectros obtidos foram comparados com os bancos de dados da biblioteca (WILEY 8 LIB e FFNSC.1.2.lib) e também pela comparação dos índices de Kovats (ADAMS, 2007). Os índices de retenção de Kovats foram determinados utilizando-se uma curva de calibração e uma série de *n*-alcanos (C<sub>6</sub>-C<sub>40</sub>) injetados nas mesmas condições cromatográficas das amostras.

#### **Análise de componentes principais (PCA)**

Empregou-se a análise multivariada utilizando-se o programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010), devido à quantidade de compostos voláteis presentes nas amostras e sua grande variação. A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para compreender a similaridade entre as seis variedades de pimentão nas doses de composto orgânico quanto aos teores dos compostos voláteis identificados.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os compostos voláteis, com seus respectivos índices de Kovats e porcentagens médias das áreas relativas dos cromatogramas identificados nas amostras das 6 variedades de pimentão submetidos a doses crescentes de composto orgânico são representados nas tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6 para cada variedade analisada e tabela 7 para uma visão geral dos compostos em todas as variedades.

Tabela 1 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva percentagem de área em pimentões variedade Tico, submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	1,89	2,86	0,43	0,47
4-etilciclohexanol	1003	2,93	2,80	0,38	0,50
Octan-3-ol	991	nd	1,16	nd	nd
<b>Aldeídos</b>					
2-metil – butanal	646	5,14	8,01	14,88	12,54
2-hexanal	854	0,48	0,32	nd	0,26
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	10,29	11,10	nd	nd
Z-5-dodecanol	1389	nd	nd	nd	1,41
2 metilpropanal	550	nd	nd	nd	nd
3 metilbenzaldeído	1067	nd	nd	nd	nd
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	2,10	1,46	4,34	1,35
1-ciclopentilentanona	933	1,45	1,71	0,95	nd
Nonenone	1076	1,13	0,90	nd	nd
<b>Éteres</b>					
Etoxiopropanol	833	4,23	5,61	3,23	nd
Metoximetilbenzeno	984	0,21	nd	nd	nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	2,77	2,76	2,13	2,27
Metilpropionato	621	2,50	1,76	nd	1,81
Tiazole	745	2,12	1,15	nd	0,95
Metil-2-aminobenzoato	1337	5,52	2,17	5,45	5,10
2-propiltiofeno	966	1,62	1,66	nd	0,67
2-acetilpirrole	1045	1,15	0,77	nd	nd
Pentilpropionato	968	1,42	1,37	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	1,13	2,15	0,41	0,39
Metilenociclohexano	742	1,89	2,78	0,91	nd
1-cloropentano	754	0,19	1,15	nd	nd
2-metil-1-heptano	788	1,25	nd	2,46	1,65
2,2,4-trimetilheptano	875	6,45	7,32	6,28	6,76
1-octen-1-nonano	976	0,63	0,53	nd	nd

Tabela 1, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1 metil-2-propilciclopentano	1026	0,50	0,43	nd	0,48
1-etil-4-metilbenzeno	970	0,24	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	nd	1,46	2,78	4,66
2-propiltiofene	966	1,62	1,66	nd	0,27
Ciclopentano	563	nd	nd	nd	nd
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	nd	nd	nd
1-hexano	590	nd	nd	nd	nd
3-metilpentano	579	nd	nd	nd	nd
2,4-dimetilheptano	822	nd	nd	nd	nd
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	0,46	0,51	0,38	nd
Z-limoneno-oxide	1137	nd	nd	nd	nd
2-metoxifenol (Guaiacol)	1089	nd	nd	nd	nd

nd- não detectado

Tabela 2 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Ambato, submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	1,80	2,38	2,37	2,61
4-etilciclohexanol	1003	1,65	2,59	2,05	2,91
Octan-3-ol	991	0,80	nd	nd	nd
<b>Aldeídos</b>					
2-metil – butanal	646	nd	0,99	nd	nd
2-hexanal	854	0,56	1,35	nd	1,60
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	0,93	1,58	0,99	1,71
Z-5-dodecanol	1389	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	550	0,15	0,20	0,16	0,25
3 metilbenzaldeído	1067	nd	nd	nd	nd
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	0,63	nd	nd	nd
1-ciclopentilatanona	933	0,54	1,67	1,31	2,06
Nonenone	1076	0,48	1,01	0,72	1,42
<b>Éteres</b>					
Etoxiopropanol	833	3,93	1,29	4,90	7,32
Metoximetilbenzeno	984	nd	nd	nd	0,18
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	1,81	2,82	2,10	3,29
Metilpropionato	621	13,55	15,12	13,56	14,87
Tiazole	745	nd	nd	nd	nd
Metil-2-aminobenzoato	1337	nd	nd	nd	0,54
2-propiltiofeno	966	0,90	1,54	1,37	1,69
2-acetilpirrole	1045	0,58	0,98	0,74	1,41
Pentilpropionato	968	nd	nd	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	1,85	2,45	2,44	2,40
Metilenociclohexano	742	2,99	4,59	4,71	4,67
1-cloropentano	754	0,81	0,99	nd	0,56
2-metil-1-heptano	788	1,25	nd	2,46	1,65
2,2,4-trimetilheptano	875	7,65	6,45	7,54	5,97
1-octen-1-nonano	976	nd	nd	nd	0,58

Tabela 2, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1-metil-2-propilciclopentano	1026	nd	nd	nd	nd
1-etil-4-metilbenzeno	970	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	0,54	2,03	3,52	nd
2-propiltiofene	966	0,90	1,54	1,37	1,69
Ciclopentano	563	1,06	1,42	1,41	1,50
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	0,33	nd	nd
1-hexano	590	0,41	0,60	0,52	0,58
3-metilpentano	579	0,44	0,62	0,67	nd
2,4-dimetilheptano	822	nd	nd	nd	nd
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	0,81	0,89	nd	0,56
z-limoneno-oxide	1137	nd	nd	1,02	1,18
2 – metoxifenol (guaiacol)	1089	0,70	1,01	0,67	1,40

nd – não detectado

Tabela 3 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva percentagem de área em pimentões variedade I-16 submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	2,39	2,33	1,61	2,21
4-etilciclohexanol	1003	2,60	2,33	1,84	1,85
Octan-3-ol	991	nd	2,27	0,73	1,58
<b>Aldeídos</b>					
2-metil – butanal	646	nd	0,58	0,47	nd
2-hexanal	854	1,45	1,40	1,04	1,37
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	1,33	1,08	0,91	0,74
Z-5-dodecanol	1389	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	550	1,53	1,16	1,09	0,83
3 metilbenzaldeído	1067	nd	nd	nd	nd
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	1,16	nd	0,35	nd
1-ciclopentilatanona	933	1,58	1,57	1,24	1,58
Nonenone	1076	0,96	0,88	0,74	0,53
<b>Éteres</b>					
Etoxipropanol	833	6,76	6,24	4,68	5,66
Metoximetilbenzeno	984	nd	nd	nd	Nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	2,77	2,76	2,13	2,27
Metilpropionato	621	13,43	16,13	14,76	13,98
Tiazole	745	nd	nd	nd	Nd
Metil-2-aminobenzoato	1337	0,64	nd	nd	1,22
2-propiltiofeno	966	1,42	1,10	1,04	0,96
2-acetilpirrole	1045	1,17	0,90	0,64	0,55
Pentilpropionato	968	12,59	12,12	10,42	15,00
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	1,98	1,97	1,78	2,20
Metilenociclohexano	742	4,79	4,38	3,66	5,90
1-cloropentano	754	0,56	0,41	0,38	Nd
2-metil-1-heptano	788	0,87	0,80	1,18	Nd
2,2,4-trimetilheptano	875	10,37	9,58	8,21	9,39
1-octen-1-nonano	976	0,55	nd	0,35	Nd

Tabela 3, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1 metil-2-propilciclopentano	1026	0,96	nd	0,72	nd
1-etil-4-metilbenzo	870	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	3,42	2,27	2,30	1,41
2-propiltiofene	966	1,42	1,10	1,04	0,96
Ciclopentano	563	1,29	1,39	1,45	1,87
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	nd	nd	nd
1-hexano	590	0,49	0,57	0,52	0,68
3-metilpentano	579	0,45	0,54	0,45	0,58
2,4-dimetilheptano	822	nd	nd	nd	nd
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	0,56	0,41	0,38	nd
z-limoneno-oxide	1137	1,18	1,42	1,38	1,06
2-metoxifenol (guaiacol)	1089	nd	nd	nd	nd

nd – não detectado

Tabela 4 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Maximus submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	nd	nd	nd	nd
4-etilciclohexanol	1003	nd	nd	nd	0,83
Octan-3-ol	991	nd	nd	nd	nd
<b>Aldeídos</b>					
2-metil – butanal	646	2,54	2,22	nd	2,25
2-hexanal	854	nd	nd	nd	0,24
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	nd	nd	nd	0,68
Z-5-dodecanol	1389	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	550	1,53	2,44	nd	2,93
3-metilbenzaldeido	1067	3,18	nd	1,52	0,84
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	1,64	10,67	2,02	8,34
1-ciclopentilentanona	933	nd	nd	nd	2,08
Nonenone	1076	nd	nd	nd	0,82
<b>Éteres</b>					
Etoxipropanol	833	nd	nd	nd	0,88
Metoximetilbenzeno	984	nd	nd	nd	nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	1,20	0,99	0,30	1,30
Metilpropionato	621	14,65	nd	17,34	15,76
Tiazole	745	nd	nd	nd	nd
Metil-2-aminobenzoato	1337	3,26	3,01	nd	nd
2-propiltiofeno	966	nd	nd	nd	0,71
2-acetilpirrole	1045	nd	nd	nd	0,42
Pentilpropionato	968	nd	nd	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	nd	nd	nd	0,24
Metilenociclohexano	742	0,51	nd	1,29	1,65
1-cloropentano	754	nd	nd	nd	nd
2-metil-1-heptano	788	4,73	7,11	1,42	0,83
2,2,4-trimetilheptano	875	1,06	2,41	1,99	1,97
1-octen-1-nonano	976	nd	nd	nd	0,93

Tabela 4, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1 metil-2-propilciclopentano	1026	nd	nd	0,94	1,61
1-etil-4-metilbenzo	870	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	0,45	nd	0,31	0,33
2-propiltiofene	966	nd	nd	nd	0,71
Ciclopentano	563	nd	nd	0,65	0,42
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	nd	nd	0,26
1-hexano	590	nd	nd	nd	0,17
3 metilpentano	579	nd	nd	nd	nd
2,4-dimetilhepanto	822	nd	nd	nd	0,86
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	nd	nd	nd	3,76
z-limoneno-oxide	1137	1,45	1,18	nd	0,76
2-metoxifenol (guaiacol)	1089	nd	nd	nd	nd

nd – não detectado

Tabela 5 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Rubia submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	0,71	2,05	1,97	2,37
4-etilciclohexanal	1003	nd	nd	nd	nd
Octan-3-ol	991	nd	nd	nd	nd
<b>Aldeídos</b>					
2-metil – butanal	646	0,82	nd	0,40	0,47
2-hexanal	854	0,36	1,27	1,32	1,46
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	nd	1,17	0,85	1,40
Z-5-dodecanal	1389	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	550	nd	nd	nd	1,53
3-metilbenzaldeido	1067	1,24	nd	nd	nd
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	2,23	0,82	1,88	nd
1-ciclopentiletanona	933	nd	1,14	1,67	1,38
Nonenone	1076	nd	nd	nd	1,15
<b>Éteres</b>					
Etoxipropanol	833	2,22	4,09	3,78	3,37
Metoximetilbenzeno	984	nd	nd	nd	nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	1,23	1,09	0,94	1,17
Metilpropionato	621	16,45	17,57	15,34	16,18
Tiazole	745	nd	nd	nd	nd
Metil-2-aminobenzoato	1337	1,81	nd	1,42	0,95
2-propiltiofeno	966	nd	1,34	1,02	1,48
2-acetilpirrole	1045	nd	0,62	0,69	1,14
Pentilpropionato	968	nd	nd	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	1,64	1,80	2,02	1,80
Metilenciclohexano	742	3,70	3,58	4,80	4,62
1-cloropentano	754	0,54	nd	0,23	nd
2-metil-1-heptano	788	1,06	0,79	0,91	nd
2,2,4-trimetilheptano	875	3,93	10,06	9,81	10,08
1-octen-1-nonano	976	nd	nd	nd	nd

Tabela 5, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1 metil-2-propilciclopentano	1026	1,80	1,24	0,63	1,26
1-etil-4-metilbenzeno	970	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	8,29	8,54	4,14	4,42
2-propiltiofene	966	nd	nd	1,02	1,48
Ciclopentano	563	1,48	0,68	1,53	1,02
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	nd	nd	nd
1-hexano	590	nd	nd	0,42	nd
3 metilpentano	579	nd	nd	nd	nd
2,4-dimetilpentano	822	nd	nd	nd	nd
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	nd	nd	nd	nd
z-limoneno-oxide	1137	nd	nd	nd	nd
2-metoxifenol (guaiaacol)	1089	nd	nd	nd	nd

nd – não detectado

Tabela 6 Constituintes voláteis, índice de Kovats e respectiva porcentagem de área em pimentões variedade Margarita submetidos a doses crescentes de composto orgânico

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
<b>Alcoóis</b>					
1-metil-etanodiol	842	2,22	0,90	2,29	2,25
4-etilciclohexanol	1003	2,75	0,49	3,10	1,90
Octan-3-ol	991	nd	nd	nd	nd
<b>Aldeídos</b>					
2-metil-butanal	646	0,56	0,65	0,58	0,63
2-hexanal	854	1,36	0,43	1,46	1,24
2,2,5,5- tetrametilhexanal	1051	1,42	nd	1,60	0,75
Z-5-dodecanal	1389	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	550	0,18	0,45	0,54	0,46
3 metilbenzaldeído	1067	nd	nd	nd	nd
<b>Cetonas</b>					
Heptan-3-one	888	nd	nd	nd	nd
1-ciclopentiletanona	933	1,41	0,17	2,45	1,56
Nonenone	1076	1,16	nd	1,75	1,20
<b>Éteres</b>					
Etoxiopropanol	833	5,70	1,97	5,89	5,94
Metoximetilbenzeno	984	nd	nd	nd	nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>					
2-isobutil-3-metoxipirazina	914	2,14	0,78	3,19	2,50
Metilpropionato	621	17,32	15,37	14,17	17,23
Tiazole	745	nd	nd	nd	nd
Metil-2-aminobenzoato	1337	0,88	1,86	1,55	1,96
2-propiltiofeno	966	1,41	0,39	1,46	1,03
2-acetilpirrole	1045	1,04	nd	1,06	0,64
Pentilpropionato	968	nd	nd	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>					
3-heptano	708	1,82	1,33	1,54	2,34
Metilenociclohexano	742	3,77	3,56	4,10	4,49
1-cloropentano	754	nd	nd	nd	nd
2-metil-1-heptano	788	nd	nd	nd	nd
2,2,4-trimetilheptano	875	10,51	4,18	11,64	9,85
1-octen-1-nonano	976	nd	nd	nd	nd

Tabela 6, conclusão

Composto	IK*	% de área			
		6 ton ha <sup>-1</sup>	12 ton ha <sup>-1</sup>	24 ton ha <sup>-1</sup>	40 ton ha <sup>-1</sup>
1 metil-2-propilciclopentano	1026	3,04	nd	2,60	0,92
1-etil-4-metilbenzeno	870	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	954	2,74	2,10	3,25	2,32
2-propiltiofene	966	1,41	0,39	1,46	1,03
Ciclopentano	563	1,05	2,11	0,88	1,44
1,3-dimetilciclopentano	682	nd	nd	nd	nd
1-hexano	590	0,36	0,45	0,24	0,41
3 metilpentano	579	nd	nd	nd	nd
2,4-dimetilheptano	822	nd	nd	nd	nd
<b>Outros</b>					
1-cloropentano	754	nd	nd	nd	nd
z-limonene-oxide	1137	1,76	3,21	2,52	3,55
2-metoxifenol (Guaiacol)	1089	nd	nd	nd	nd

nd – não detectado

Tabela 7 Constituintes voláteis das 6 variedades de pimentões

Composto	Variedades					
	Tico	Ambato	I-16	Maximus	Rubia	Margarita
<b>Alcoóis</b>						
1-metil-etanodiol	x	x	x	nd	x	x
4-etilciclohexanol	x	x	x	x	nd	x
Octan-3-ol	x	x	x	nd	nd	nd
<b>Aldeídos</b>						
2-metil-butanal	x	x	x	x	x	x
2-hexanal	x	x	x	x	x	x
2,2,5,5- tetrametilhexanal	x	x	x	x	x	x
Z-5-dodecanol	x	nd	nd	nd	nd	nd
2 metilpropanal	nd	x	x	x	x	x
3 metilbenzaldeído	nd	nd	nd	x	x	nd
<b>Cetonas</b>						
Heptan-3-one	x	x	x	x	x	nd
1-ciclopentiletanona	x	x	x	x	x	x
Nonenone	x	x	x	x	x	x
<b>Éteres</b>						
Etoxipropanol	x	x	x	x	x	x
Metoximetilbenzeno	x	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Compostos heterocíclicos</b>						
2-isobutil-3-metoxipirazina	x	x	x	x	x	X
Metilpropionato	x	x	x	x	x	X
Tiazole	x	nd	nd	nd	nd	nd

“Tabela 7, conclusão”

Composto	Variedades					
Metil-2-aminobenzoato	x	x	x	x	x	x
2-propiltiofeno	x	x	x	x	x	X
2-acetilpirrole	x	x	x	x	x	X
Pentilpropionato	x	nd	x	nd	nd	nd
<b>Hidrocarbonetos</b>						
3-heptano	x	x	x	x	x	X
Metilenciclohexano	x	x	x	x	x	X
1-cloropentano	x	x	x	nd	x	nd
2-metil-1-heptano	x	x	x	x	x	X
2,2,4-trimetilheptano	x	x	x	x	x	X
1-octen-1-nonano	x	x	x	x	nd	nd
1 metil-2-propilciclopentano	x	----	x	x	x	X
1-etil-4-metilbenzeno	x	nd	nd	nd	nd	nd
8-metil-1-nonano	x	x	x	x	x	X
2-propiltiofene	x	x	x	x	x	X
Ciclopentano	nd	x	x	x	x	X
1,3-dimetilciclopentano	nd	x	nd	x	nd	nd
1-hexano	nd	x	x	x	x	X
3 metilpentano	nd	x	x	nd	nd	Nd
2,4-dimetilheptano	nd	nd	nd	x	nd	Nd
<b>Outros</b>						
1-cloropentano	x	x	x	x	nd	Nd
z-limonene-oxide	nd	x	x	x	nd	X
2-metoxifenol (Guaiacol)	nd	x	nd	nd	nd	nd

A cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa por meio da técnica de microextração em fase sólida permitiu identificar 39 compostos voláteis nas 6 variedades com diferentes doses de composto orgânico. Os compostos químicos encontrados são pertencentes às classes químicas de álcoois, aldeídos, cetonas, éter, compostos heterocíclicos, hidrocarbonetos, e outros. As porcentagens de área média dos compostos identificados em cada variedade de pimentão foram, respectivamente, 52,53%; 55,16%; 67,41%; 36,10%; 55,72% e 60,44% para Tico, Ambato, I-16, Maximus, Rubia e Margarita.

Vários compostos identificados neste trabalho assemelham-se aos encontrados por Huffman et al. (1978) e Murray e Whitfield (1975).

Chitwood et al. (1982), analisando o perfil volátil de 3 cultivares de pimentão, em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massa, constataram que o composto predominante nas cultivares foi 2-isobutil-3-metoxipirazina. Esse composto heterocíclico foi encontrado no presente estudo em todas as 6 variedades (Tico, Ambato, I-16, Maximus, Rubia e Margarita) e em todas as doses de composto orgânico.

Mazida et al. (2004) estudando os compostos voláteis em pimenta (*capsicum annum*) durante os estágios de amadurecimento utilizando a técnica de microextração em fase sólida SPME identificou o composto 2-isobutil-3-metoxipirazina e relatou diminuição com a evolução da maturação.

Segundo Ziino (2009) 2-isobutil-3-metoxipirazina (formado através de biossínese a partir da leucina) é um dos compostos químicos heterocíclicos de caráter de impacto do gênero *Capsicum* e contribui para o odor verde fresco.

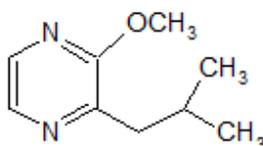


Figura 1 Estrutura química do 2-isobutil-3-metoxipirazina

Aldeídos 2-metilbutanal e 2-hexanal apareceram em todas as 6 variedades. Estes compostos já foram descritos por outros autores, como responsáveis pelo aroma de “verde, mato, grama” (BALDWIN, 2002). A degradação do tecido vegetal resulta na quebra de lipídeos endógenos em ácidos graxos, que por oxidação, produzem um hidroperóxido, seguido por clivagem para formar o hexanal (BOUKOZADA et al., 2001; GRAY et al., 1999). Em muitos frutos, os aldeídos são compostos majoritários e altas concentrações desses compostos representam sabor agradável (BEAULIEU, 2006).

Pela análise de componentes principais (Gráfico1), pode-se observar a formação de 5 grupos sendo que, com a primeira componente principal e a segunda componente principal, foi possível descrever 69,4% do conjunto dos dados, sendo 46,9% da variância total descrita pela primeira componente principal.

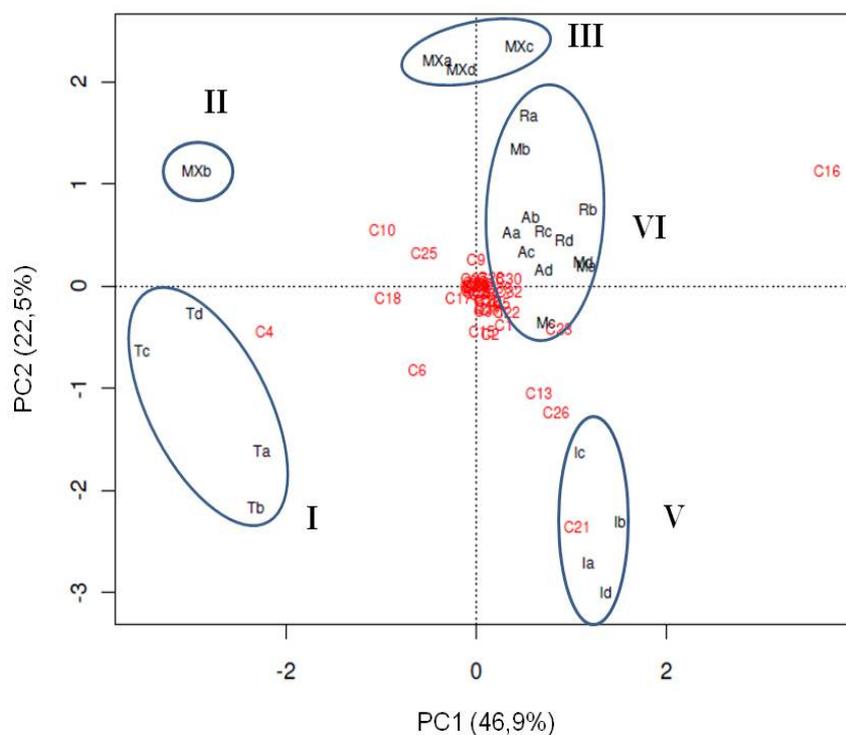


Gráfico 1 *Biplot* PC1 x PC2 dos *loadings* e *scores* para as 6 variedades de pimentão com diferentes doses de adubação (kg ha<sup>-1</sup>) relação às diferentes porcentagens de área dos compostos voláteis identificados. T (Tico), A (Ambato), I (I-16), Mx (Maximus), R (Rubia) e M (Margarita); a (dose 6 ton ha<sup>-1</sup>), b (dose 12 ton ha<sup>-1</sup>), C (dose 24 ton ha<sup>-1</sup>) e d (dose 40 ton ha<sup>-1</sup>)

Por meio da PCA de todas as variedades e doses estudadas, observa-se que o grupo I é formado pela variedade Tico com agrupamento das doses 6,12,24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>, o grupo II pela variedade Maximus com a dose 12 ton ha<sup>-1</sup>, o grupo III constitui a variedade Maximus agrupando as doses 6, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>, o grupo IV agrupou as variedades Ambato, Rubia e Margarita com doses

6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup> e o grupo V é formado pela variedade I-16 com agrupamento das doses 6, 12, 24 e 40 ton ha<sup>-1</sup>.

Pode-se observar similaridade entre as variedades Ambato, Rubia e Margarita e em todas as doses de composto orgânico em relação ao perfil volátil. Tico e I-16 formaram grupos distintos, porém o perfil volátil das 2 variedades não diferiu em relação as doses de composto orgânico. Maximus formou 2 grupos, diferindo entre as doses de composto orgânico.

Portanto, acredita-se que diferentes doses de compostos orgânicos interferiram no perfil volátil de pimentões, de forma não sistemática e as variedades que não apresentaram similaridade, atribui-se possivelmente a diferenças nas constituições genéticas.

#### **4 CONCLUSÃO**

A cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa por meio da técnica de microextração em fase sólida permitiu identificar 39 compostos voláteis nas 6 variedades com diferentes doses de composto orgânico. O composto heterocíclico 2-isobutil-3-metoxipirazina apresentou em todas as variedades e nas doses de composto orgânico.

Pela análise de PCA, o perfil volátil de pimentões é influenciado pelas variedades estudadas e pelas doses crescentes de composto orgânico.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4th ed. Carol Stream: Allured, 2007. 800 p.
- ADEDEJI, J. A. et al. Free and glycosidically bound aroma compounds in Hog Plum (*Spondias mombin* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 39, p. 1494-1497, 1991.
- BALDWIN, E. Fruit flavor, volatli metabolism and consumer perception. In: KNEE, M. (Ed.). **Fruit quality and its biological basis**. Boca Raton: CRC, 2002. p. 89-106.
- BEAULIEU, J. Volatile changes in cantaloupe during growth, maturation, and in storage fresh-cuts prepared from fruit harvest at various maturities. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 131, n. 1, p. 127-139, Jan. 2006.
- BOUKOBZA, F.; TAYLOR, A. J. Effect of postharvest treatment on flavour volatiles of tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n. 25, p. 321-331, 2002.
- BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=19345>>. Acesso em: 22 dez. 2011.
- CHITWOOD, R. L.; PANGBON, R. M.; JENNINGS, W. GC/MS and sensory analysis of volatiles from three cultivars of capsicum. **Food Chemistry**, London, v. 11, p. 201-216, Nov. 1983.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Solanáceas**: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Viçosa, MG: UFV, 2003. 333 p.
- GRAY, D. A. et al. Fresh tomato specific fluctuations in the composition of lipoxygenase-generated C6 aldehydes. **Food Chemistry**, London, v. 64, p. 149–155, 1999.
- HUFFMAN, V. L. et al. Volatile components and pungency in fresh and processed Jalapeno peppers. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 43, p. 1809-1811, 1978.
- LUNING, P. A.; YUKSEL, D.; ROOZEN, J. P. Sensory attributes of bell peppers (*Capsicum annuum*) correlated with composition of volatile compounds. In: MAARSE, H., VAN DER HEIJ, D.G. (Ed.). **Proceedings of 7th Weurman Symposium**. Amsterdam: Elseve, 1994. p. 241–248.
- MAZIDA, M. M.; SALLEH, M. M.; OSMAN, H. Analysis of volatile aroma compounds of fresh chilli (*Capsicum annuum*) during stages of maturity using solid phase microextraction (SPME). **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 18, p. 427-437, Feb. 2004.
- MITRA, S. K.; BALDWIN, E. A. In: MITRA, S. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 85-122.
- MURRAY, K. E.; WHITFIELD, F. B. The occurrence of 3-alkyl-2-methoxypyrazines in raw vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 26, p. 973-986, 1975.
- RIZZOLO, A.; POLESELLO, A.; POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruits. **Journal of High resolution Chromatography**, Weinheim, v. 15, n. 1, p. 472-477, Apr. 1992.
- RUI-AUMATELL, M. et al. Characterization of volatile compounds of fruit and nectars by HS/SPME and GC/MS. **Food Chemistry**, London, v. 87, n. 4, p. 627-637, Oct. 2004.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, 2009. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

THOMAZINI, F.; FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 34, n. 1, p. 52-59, jan./jun. 2000.

ZIINO, M. et al. Volatile compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers (*Capsicum annuum* L.) of different Calabrian varieties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 89, p.774-780, Mar. 2009.