

# CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, NUTRICIONAL E INSTRUMENTAL DE QUATRO ACESSOS DE TOMATE ITALIANO (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM* Mill) DO TIPO 'HEIRLOOM' PRODUZIDO SOB MANEJO ORGÂNICO PARA ELABORAÇÃO DE POLPA CONCENTRADA\*

Cintia Leticia da Silva ROSA\*\*

Antonio Gomes SOARES\*\*\*

Daniella de Freitas De Grandi Castro FREITAS\*\*\*

Mariella Camargo ROCHA\*\*\*

José Carlos Sa FERREIRA\*\*\*\*

Ronoel Luiz de Oliveira GODOY\*\*\*

■RESUMO: O tomate é uma planta pertencente à família das solanáceas, denominada cientificamente *Lycopersicon esculentum* Mill, potencialmente perene e com facilidade de adaptação a uma grande variedade de climas. O presente estudo teve como objetivo, caracterizar quanto às características físico-químicas, nutricionais e instrumentais de cor e textura quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicon esculentum* Mill) do tipo 'heirloom', produzidos sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada. Foram utilizados os tomates não híbridos (*Lycopersicon esculentum* Mill) San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e o denominado EUA 05. Os frutos foram produzidos no período de maio a setembro de 2010, no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia, da UFRRJ. Foram realizadas as análises de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, quantificação e identificação dos carotenoides, cor da casca e da polpa, textura instrumental e quantificação de pesticidas. O teor médio de sólidos solúveis, de grande importância para o rendimento na indústria de produtos de tomate, foi de 5,2°Brix nos acessos Chico Grande e San Marzano, seguido pelos acessos Amish Paste e EUA 05 com os valores médios de 4,7°Brix. O balanço entre acidez e o teor de açúcar no fruto, estabelecido pela relação SS/AT (°Brix/%) foram de 12,7, 19,2, 15,5, 15,7 para os acessos San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05, respectivamente. Frutos de alta qualidade contêm a relação SS/AT maior que 10. Tomates com boa coloração apresentam teores de licopeno na faixa de 5 a 8mg/100 gramas (5000 a 8000µg/100g) de polpa. O acesso San Marzano apresentou maior teor médio deste carotenoide (6029µg/100g), seguido do acesso EUA 05 (4073µg/100g), não diferentes significativamente ( $p>0,05$ ). Os acessos com maiores teores de

licopeno também se destacaram por apresentar coloração mais vermelha. O acesso San Marzano apresentou casca com coloração mais vermelha ( $a^*29,68$ ), enquanto que cor da polpa do acesso EUA 05 apresentou maior valor de  $a^*$  (21,84). Não foram encontrados resíduos em nenhuma das amostras para os agrotóxicos *organofosforados e organoclorados*. Os resultados obtidos demonstraram que os acessos de tomate 'heirloom' avaliados apresentaram boa qualidade com relação ao equilíbrio acidez/açúcares e teores de licopeno na faixa de 2967 a 6029µg/100g de polpa, requisitos necessários ao processamento e obtenção de molhos com características sensoriais e nutricionais adequadas.

■PALAVRAS-CHAVE: Tomate 'heirloom'; características físico-químicas; manejo orgânico.

## INTRODUÇÃO

O tomate é uma planta pertencente à família das solanáceas, denominada cientificamente *Lycopersicon esculentum* Mill, potencialmente perene e com facilidade de adaptação a uma grande variedade de climas, com exceção daqueles nos quais as geadas estão presentes.

Atualmente o seu cultivo e o consumo alcançaram tal difusão que hoje dificilmente se pode encontrar outro produto agrícola que seja consumido nas mesmas quantidades que o tomate. <sup>1</sup> A cultura do tomate, no ano de 2009, ocupou mundialmente uma área superior a 4,3 milhões de hectares, atingindo uma produção de 152,95 milhões de toneladas e uma produtividade média de 34,8kg.ha<sup>-1</sup>. Destacam-se como maiores produtores mundiais a China, Estados Unidos, Índia, Turquia e Egito, além do Brasil. <sup>2</sup>

\* Trabalho elaborado com apoio financeiro da CAPES.

\*\* Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Curso de Mestrado – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil. E-mails: cintialeticia2005@yahoo.com.br.

\*\*\* Pesquisador – Embrapa Agroindústria de Alimentos – CTAA – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil.

\*\*\*\* Analista Responsável Técnico – Embrapa Agroindústria de Alimentos – CTAA – 23890-000 – Seropédica – RJ – Brasil.

Esta é uma das olerícolas mais consumidas no Brasil e no mundo. Porém, algumas espécies não são conhecidas ou necessitam de mais estudos, como as hortaliças 'heirloom' (termo da língua inglesa que se refere a genótipos de plantas cultivadas, principalmente hortaliças, passadas há séculos, de geração a geração, por famílias de agricultores) têm se popularizado nos meios produtos orgânicos, e outros nichos, preocupados com qualidade alimentar e sustentabilidade da produção.<sup>3</sup>

Em países como a França e os Estados Unidos existem inúmeras variedades de tomate chamadas 'heirloom' que possuem grande variabilidade em suas características, como coloração, formato, sabor e aroma, disponíveis para produtores e consumidores.<sup>1</sup> As variedades conhecidas como 'heirloom', são aquelas tradicionalmente cultivadas por produtores locais, e têm recebido atenção não só por parte dos produtores e consumidores, como também de pesquisadores, tanto no que diz respeito à comercialização, quanto na conservação e caracterização deste germoplasma. O termo 'heirloom' geralmente se aplica a variedades capazes de se autopolinizarem.<sup>4</sup>

Estas hortaliças 'heirloom' podem ser facilmente encontradas em todos os grandes centros dos EUA e muitos países da União Européia. Da mesma forma, não é incomum encontrar nos mercados de sementes uma extensa oferta destes. A cultura 'heirloom' é normalmente associada à agricultura familiar, aos métodos orgânicos de produção e à distribuição local; e ao baixo custo de sementes. No Brasil, esse material genético é ainda pouco conhecido.<sup>4</sup>

As características sensoriais e nutricionais dos frutos dependem de vários componentes físico-químicos e químicos. Os teores destes componentes conferirão aos frutos certos atributos, que responderão pela maior ou menor aceitação, seja pelo consumidor ou pela indústria.<sup>5</sup>

É possível observar significativa mudança de hábito alimentar entre os brasileiros, na direção da maior demanda por produtos orgânicos. Fato este relacionado à maior exigência do consumidor brasileiro pela qualidade dos alimentos consumidos.<sup>7</sup>

A agricultura orgânica é um método que visa o estabelecimento de sistemas agrícolas ecologicamente equilibrados e estáveis, economicamente produtivos, de elevada eficiência quanto à utilização de recursos naturais e socialmente bem estruturados, que resultem em alimentos livres de agrotóxicos.<sup>8</sup> Sendo este É um sistema que adota normas para produzir um alimento mantendo suas características originais e que atenda as expectativas do consumidor.<sup>6</sup>

O tomate possui uma significativa importância nutricional devido a sua composição de nutrientes. Dentre eles destaca-se o licopeno, que é o principal responsável pela coloração do fruto e produtos derivados. A quantidade de licopeno nas frutas e vegetais varia de acordo com a estação do ano, estágio de maturação, variedade, efeito climático e geográfico, local de plantio, manejo pós-colheita e do armazenamento; em geral, quanto mais avermelhado for o alimento, maior será sua concentração de licopeno.<sup>9</sup>

O licopeno não é produzido pelo organismo, é necessário obtê-lo por ingestão de alimentos que contemplem este carotenoide. Os alimentos que possuem maior quantidade desta substância são os concentrados a base de tomate. Esse pigmento carotenoide não tem atividade de pró-vitamina A, mas tem um efeito protetor direto contra radicais livres, sendo considerado um potente antioxidante protetor da camada celular por reação principalmente, com os radicais peróxidos e com o oxigênio molecular.<sup>9</sup>

O presente estudo teve como objetivo caracterizar quanto às características físico-químicas, nutricionais e instrumentais de cor e textura quatro acessos de tomate italiano (*Lycopersicon esculentum* Mill) do tipo 'heirloom', produzidos sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Amostras

Para desenvolvimento dessa pesquisa foram utilizados tomates não híbridos (*Lycopersicon esculentum* Mill) produzidos sob manejo orgânico de produção: o heirloom San Marzano que é uma variedade muito antiga trazida da Itália; o heirloom americano Chico Grande; o heirloom americano Amish Paste; e o heirloom denominado EUA 05, de uma linhagem selecionada vinda da Califórnia.

Os frutos foram produzidos no período de maio a setembro de 2010, no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) - Seropédica, RJ. O delineamento estatístico utilizado foi de blocos ao acaso com quatro acessos e três repetições.

### Preparo do Solo, Semeadura e Colheita

A área total do experimento foi de 324m<sup>2</sup> com 216 plantas e área útil de 216m<sup>2</sup> com 144 plantas. Foram utilizados nove plantas por parcela e quatro parcelas por canteiro com espaçamento de 1,5m entre canteiros e 1m entre plantas.

O preparo do solo foi realizado por meio de aração seguido de gradagem. Posteriormente efetuou-se a marcação e confecção dos canteiros e das covas. As covas foram previamente adubadas conforme as recomendações para a agricultura orgânica, com a aplicação de 15g.cova<sup>-1</sup> de termofosfato e 2 litros.cova<sup>-1</sup> de esterco bovino.<sup>10</sup>

As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno, contendo 128 células, preenchidas com substrato comercial orgânico e mantidas em casa de vegetação. No semeio, foram colocadas duas a três sementes por célula, seguida de desbaste, totalizando uma muda por célula. Após a semeadura, quando todas as mudas apresentaram dois pares de folhas definitivas, foi realizado o transplante para a área experimental, seguido de irrigação.

O sistema de condução com uma haste foi utilizado para o acesso "Amish Paste". O tutoramento foi realizado

com o auxílio de fitas de plástico, amarradas em sua base e essas conduzidas a um fio de arame, localizados a dois metros de altura. Esse fio de arame foi preso a mourões fincados nas cabeceiras das fileiras (canteiros) de cada bloco do acesso e a cada quatro metros foi colocado um bambu com intuito de auxiliar na sustentação das plantas. As plantas, à medida que foram crescendo, foram enroladas em fitas de plástico<sup>11</sup> com o intuito de apoiar o crescimento e evitar o contato dos frutos com o solo.

Ao longo do ciclo da cultura, o suprimento das necessidades hídricas foi realizado através de um sistema de irrigação localizado (gotejamento), devidamente projetado para a área onde foi conduzido o ensaio.

Para o manejo fitossanitário foram feitas aplicações de calda bordalesa semanalmente para o controle da requeima, causada pelo patógeno *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. As pulverizações foram iniciadas com o aparecimento dos primeiros sintomas da doença (nas folhas - manchas indefinidas e com coloração verde pálida. Nos frutos - manchas escuras).

Os frutos foram colhidos semanalmente no estágio de maturação "de vez", que corresponde ao estágio verde maduro<sup>12</sup> com auxílio de uma tesoura de poda. Os frutos foram levados para o Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, onde foram armazenados a 11°C com umidade relativa de 85-90% até atingirem estágio de maturação maduro, com coloração vermelho e/ou textura ideal para o processamento.

### Caracterização dos Frutos *in natura*

Os frutos foram analisados na EMBRAPA Agroindústria de Alimentos através da determinação das seguintes variáveis: determinação de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável, pH, quantificação e identificação dos carotenoides, cor da casca e da polpa, textura instrumental e quantificação de pesticidas. Para determinação dos parâmetros citados foram utilizados cerca de 20 frutos de cada acesso.

#### Determinação de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado diretamente na polpa dos tomates a temperatura ambiente, por refratometria, de acordo com a ISO 2173,<sup>13</sup> utilizando-se um refratômetro digital marca Atago PR-101 e KEM (FPC-E4 e E4.1). Os resultados foram expressos em °Brix.

#### Determinação de pH

O pH foi determinado pelo titulador automático (FPC-E24), segundo a ISO 1842.<sup>14</sup>

#### Determinação de Acidez Titulável

A acidez titulável foi determinada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, de acordo com ISO 750,<sup>15</sup> utilizando o titulador automático (FPC-E24). O resulta-

do encontrado foi expresso sob forma de porcentagem de ácido cítrico, assumindo ser o ácido orgânico presente em maior quantidade nos frutos de tomate.

#### Quantificação e identificação dos carotenoides

A extração dos carotenoides foi realizada segundo Rodriguez-Amaya.<sup>16</sup> Foram pesadas 5g de amostra homogeneizada e transferida para graal de porcelana adicionadas de uma medida de celite (10g). O solvente utilizado para a extração dos carotenoides foi acetona resfriada em volume suficiente para cobrir a mistura. Em seguida, foi realizada a maceração e a mistura obtida foi então filtrada à vácuo em funil de placa sinterizada para um kitassato de 500mL. O extrato cetônico do kitassato foi transferido para o funil de separação contendo aproximadamente 30ml de éter de petróleo. Para remoção total da acetona e transferência dos carotenoides para o éter de Petróleo, foram feitas lavagens com água destilada, por aproximadamente 5 vezes. Após a lavagem ocorreu a separação do extrato de éter de petróleo (fase superior) e a água na (fase inferior) do funil de separação, sendo esta descartada.

O extrato foi filtrado em funil com algodão e sulfato de sódio recolhendo o filtrado para o balão volumétrico de 100mL e avolumado com éter de petróleo. Em seguida foi realizada a leitura no espectrofotômetro à 470nm.

Para a determinação dos carotenoides totais, a absorvância da solução etérea foi lida em espectrofotômetro usando-se éter de petróleo como "branco". O comprimento de onda utilizado foi 470nm, sendo este o pico de absorção do licopeno.

A concentração de carotenoides totais (em microgramas por 100 gramas de amostra) foi determinada conforme a equação abaixo:

$$\text{Concentração } (\mu\text{g}/100\text{g}) = \frac{\text{Abs.} \times \text{Dil.} \times \text{Vol.} \times 10000}{2592 \times \text{ma.}}$$

Onde:

Abs. = valor da leitura de absorvância

Dil. = diluição do extrato

Vol. = volume do balão volumétrico utilizado (mL)

ma. = massa da amostra (g)

O solvente foi então removido sob fluxo de nitrogênio até à secura. Ao resíduo foi adicionado 100µL de acetona e o vial foi então agitado em vórtex durante 10 segundos. Com auxílio de pipetador automático, a solução obtida foi transferida para vial com redutor de volume e então foi realizada a análise cromatográfica.

#### Análise instrumental de cor e textura

Para as análises físicas de firmeza instrumental dos acessos produzidas por cultivo orgânico utilizou-se texturômetro TA-Hdi (Stable Micro Systems, Surrey, UK). A firmeza foi medida com utilização do penetrômetro McCormick modelo FT 011, com ponta de 6mm de diâmetro, segundo o método descrito por Borguini.<sup>17</sup> Um fruto inteiro

foi colocado na base do equipamento e a punção realizada em dois lados opostos no fruto, porém na mesma direção. Os resultados foram expressos em Newton.

A análise de cor da polpa e cor da casca foi realizada com auxílio de um colorímetro (Minolta Chroma Meter, M CR-300b), calibrado para um padrão branco em ladrilho. Utilizou-se o Sistema CIELab, em que L\* representa o índice de luminosidade, a\* o teor de vermelho e b\* o teor de amarelo. A análise da cor da casca foi realizada através do posicionamento dos frutos frente a espectrofotômetro e a leitura realizada em três pontos distintos no fruto (dois pontos na lateral do fruto e um ponto na diagonal). A cor da polpa foi obtida após processamento em liquidificador do fruto com a casca e sem a semente. Para leitura, a amostra foi retirada do liquidificador e posta em recipiente de 4,0cm de diâmetro e 1,0cm de profundidade. Para cada amostra foram medidas três leituras, em três recipientes distintos e o valor médio desses resultados foi submetido à análise estatística.

#### Análise de pesticidas

O método que foi utilizado para análise de pesticidas (organoclorados e organofosforados) no tomate *in natura* é classificado como multivariado (MRM), pois destina-se a analisar uma faixa da classe de agrotóxicos. Baseia-se na extração dos pesticidas pela acetona, em seguida por partição (líquido-líquido) com outros solventes orgânicos (diclorometano hexano) e consequente determinação das concentrações dos pesticidas por cromatografia gasosa, utilizando o método de padronização externa.<sup>18</sup>

#### Análise dos Dados

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, e os dados obtidos através de três replicatas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias agrupadas pelo teste de Fischer (LSD) a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características Físico-Químicas

Neste estudo o peso médio dos frutos foi de 106g, 83g, 164g e 104g para San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05, respectivamente. O peso dos frutos de tomate é uma característica fundamental para indústria por estar relacionado com o rendimento de produção, assim como, o teor de sólidos solúveis do fruto. De acordo com Tamiso,<sup>19</sup> o peso médio dos tomates destinados a indústria raramente ultrapassam 140g. Observou-se que o acesso Amish Paste apresentou peso superior ao peso médio, demonstrando uma vantagem de utilização na indústria de produtos de tomate.

As características físico-químicas dos tomates estudados podem ser observadas na Tabela 1.

O teor médio de sólidos solúveis (ST) encontrados nos acessos Chico Grande e San Marzano foi de 5,2°Brix, sendo este o maior valor, seguido pelos acessos Amish Paste e EUA 05 com os mesmos valores de média (4,7°Brix). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os acessos Amish Paste e EUA 05 e entre os acessos San Marzano e Chico Grande.

Cavassa et al.<sup>20</sup> encontraram valores semelhantes ao do acesso EUA 05 e Amish Paste, para o cultivar (cv) Kátia teor de sólidos solúveis de 4,4 °Brix. Ferreira et al.<sup>2</sup> encontraram para o cv Santa Clara teores de 4,8 a 5,44°Brix, apresentando valores semelhantes aos acessos Chico Grande e San Marzano. Borguini<sup>17</sup> encontrou teores de sólidos solúveis de 4,2°Brix e 4,9°Brix para as cv orgânicas Carmen e Débora, respectivamente. Estas cultivares orgânicas também valores de sólidos solúveis semelhantes aos do acesso Amish Paste e EUA 05.

Neste trabalho o valor médio de pH encontrado nos tomates sem semente foi de 4,46, 4,50, 4,60, 4,58 para os respectivos acessos San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05. Porém, os acessos Amish Paste e EUA 05 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. O menor valor de pH encontrado foi para o acesso San Marzano.

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão das características físico-químicas: pH, acidez titulável, sólidos solúveis e peso médio e a relação SS/AT em quatro acessos de tomate *in natura* cultivados em sistema orgânico de produção.

	Peso (g)		pH		Acidez Total Titulável (g/100g)		Sólidos Solúveis Totais (°Brix)		Relação SS/AT
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
San Marzano	106	0,02	4,463 <sup>c</sup>	0,02	0,4106 <sup>a</sup>	0,0025	5,2 <sup>a</sup>	0,1	12,7
Chico Grande	83	0,02	4,503 <sup>b</sup>	0,02	0,272 <sup>c</sup>	0,0035	5,233 <sup>a</sup>	0,06	19,2
Amish Paste	164	0,03	4,603 <sup>a</sup>	0,03	0,3033 <sup>b</sup>	0,0015	4,7 <sup>b</sup>	0	15,5
EUA 05	104	0,01	4,583 <sup>a</sup>	0,01	0,2983 <sup>b</sup>	0,0046	4,7 <sup>b</sup>	0	15,7

DP- Desvio Padrão; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si (p<0,05) pelo teste de Fisher (LSD).

Os resultados encontrados neste estudo corroboraram com o trabalho de Borguini,<sup>17</sup> ao analisar o cultivar Carmen de cultivo orgânico, que apresentou valores de pH de 4,3 e o cv. Débora orgânico de 4,2. Ferreira et al.,<sup>21</sup> encontraram para o cv Santa Clara valores de pH de 4,31 a 4,36 e Cavassa et al.,<sup>20</sup> encontraram também para o cv. Kátia 4,2.

A acidez titulável (AT) encontrada para os frutos analisados sem semente foi em média para San Marzano 0,411g/100g, Chico Grande 0,272g/100g, Amish Paste 0,303g/100g e EUA 05 0,298g/100g. Observou-se uma acidez mais elevada para o acesso San Marzano, corroborando com o menor valor de pH. Os acessos Amish Paste e EUA 05 mostraram-se com valores semelhantes, ou seja, sem diferença estatisticamente significativa entre si.

Cardoso et al.,<sup>22</sup> encontrou uma acidez de 0,360g/100g para o cv. Débora Plus. Borguini<sup>17</sup> encontrou para o cv. Carmen orgânico 0,405g/100g, apresentado-se semelhante a do acesso San Marzano e 0,378g/100g para o cv. Débora orgânico, que apresentou valores mais próximos aos do acesso Amish Paste. Já os outros acessos apresentaram valores de acidez maiores que encontrados na literatura.

Conhecendo-se o teor de sólidos solúveis (SS) e de acidez titulável (AT) pode se estabelecer a relação SS/AT (°Brix/%). Neste estudo, foram encontrados valores de 12,7, 19,2, 15,5, 15,7 da relação SS/AT para os acessos San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05 respectivamente. A partir destes resultados verificou-se que os acessos estudados apresentaram boa qualidade com relação ao equilíbrio entre acidez e açúcares presentes nos frutos, requisitos para propiciar produtos de tomate com características sensoriais adequadas. Pois uma relação maior que 10 demonstra que o fruto possui boa qualidade.<sup>23</sup>

### Carotenoides Totais e Perfil Cromatográfico

A Tabela 2 apresenta os valores encontrados após as análises dos carotenoides totais,  $\beta$ -caroteno e cis licopeno, licopeno.

Após a análise dos carotenoides totais observou-se através do p-valor ( $>0,05$ ) que não houve diferença estatística

entre os acessos San Marzano e EUA 05. As amostras Chico Grande e Amish Paste não se diferenciaram entre si ( $p>0,05$ ), porém apresentaram teores significativamente diferentes das amostras San Marzano e EUA 05.

Os valores de  $\beta$ -caroteno das amostras não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ( $p>0,05$ ).

Os valores de Cis-licopeno das amostras in natura não apresentaram diferenças significativas entre si ( $p>0,05$ ). Observou-se um desvio padrão muito elevado para a amostra EUA 05. Este fato se deve a uma repetição que apresentou um valor quase 5 vezes mais elevado que a média das outras duas repetições. Isto pode ter ocorrido por erro de análise.

O acesso San Marzano apresentou maior teor médio deste carotenoide (6029mg/100g), seguido do acesso EUA 05 (4073mg/100g), que não apresentaram diferenças significativas entre si. Entretanto, as amostras Chico Grande, Amish Paste e EUA também não diferiram entre si.

Desta forma, as diferenças verificadas nos carotenoides totais foram em função resultados de licopeno, uma vez que tanto o  $\beta$ -caroteno, Cis licopeno não apresentaram diferenças significativas entre quatro acessos in natura.

Os acessos com maiores teores de licopeno também se destacaram com os maiores valores do parâmetro de cor  $a^*$ , ou seja, apresentaram coloração mais vermelha.

Borguini<sup>17</sup> encontrou para o cv. Carmen orgânico 2,7mg/100g (2700 $\mu$ g/100g) de licopeno e 3,7mg/100g (3700 $\mu$ g/100g) para o cv Debora orgânico. Pereira<sup>24</sup> encontrou para o cultivar orgânico Débora 4012 ( $\mu$ g/100g) de licopeno. Através desses autores observa-se que os acessos San Marzano e EUA 05 se destacam com relação aos teores de carotenoides totais e licopeno, sendo este o pigmento responsável pela coloração do fruto. De acordo com Andrade<sup>25</sup> o fruto destinado ao processamento deve apresentar coloração vermelho-intenso, uniforme, sem pedúnculo, estar fisiologicamente desenvolvido, maduro, limpo, com textura da polpa firme e avermelhada, livre de danos mecânicos e fisiológicos e de pragas e doenças.

Vale ressaltar que os valores observados nos desvios padrões das amostras analisadas, devido às diferenças entre as replicadas das amostras, podem ser justificados pela he-

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão de carotenoides em quatro acessos de tomate *in natura* cultivados em sistema orgânico de produção.

	Carotenoides Totais		$\beta$ -caroteno		Cis licopeno		Licopeno	
	Média ( $\mu$ g/100g)	DP	Média ( $\mu$ g/100g)	DP	Média ( $\mu$ g/100g)	DP	Média ( $\mu$ g/100g)	DP
San Marzano	7103,66a	1021	287,33a	44,77	395,33a	57,14	6291,7a	933,94
Chico Grande	3633b	30,79	339a	17,00	237,33a	21,50	2967,3b	68,676
Amish Paste	4825b	804,3	359,66a	94,11	342a	82,45	4031,7b	642,72
EUA 05	6351,66a	823,2	404a	47,51	863,66a	813,56	4729,3ab	1844

DV- Desvio Padrão. As médias seguidas de mesma letra, não diferem significativamente entre si ( $p<0,05$ ) pelo teste de Fisher (LSD).

terogeneidade da amostra e/ou erro na análise. Porém, estas análises foram realizadas em dois métodos de extração dos carotenoides, o método convencional e o de microextração e os dados apresentados acima foram os que obtiveram menor desvio padrão pelo método de extração.

### Análises Instrumentais de Cor e Textura

A cor é um parâmetro essencial para classificar produtos de tomate, podendo representar praticamente a medida de qualidade total.<sup>21</sup> O consumidor associa certas características de cor com frescor e produtos saudáveis.<sup>15</sup>

Os resultados de cor da casca e cor da polpa dos acessos podem ser encontrados na Tabela 3 e Tabela 4, respectivamente.

O acesso San Marzano apresentou casca de coloração mais vermelha, observado através dos valores médios de  $a^*$  (29,68), seguido dos acessos Amish Paste (25,79), EUA 05 (24,33) e Chico Grande (17,95), respectivamente. Entretanto, os frutos Amish Paste e EUA não apresentam diferença estatisticamente significativa entre si. A casca do acesso Chico Grande também se destaca por apresentar um valor de  $a^*$  significativamente menor que as demais ( $p < 0,05$ ).

Com relação à luminosidade ( $L^*$ ) observou-se que os acessos San Marzano, Chico Grande e EUA não diferiram estatisticamente entre si.

Os acessos não apresentaram diferença estatística no que concerne ao valor de  $b^*$ .

A cor da polpa (Tabela 4) do acesso EUA 05 se destacou na coloração vermelha com um valor médio de  $a^*$  (21,84) maior que outros acessos, San Marzano (20,96), Chico Grande (17,84) e Amish Paste (16,03). Porém, a cor da polpa do acesso San Marzano não apresentou diferença estatística com relação aos acessos Chico Grande e Amish Paste.

Com relação à luminosidade da polpa, os acessos San Marzano e Chico Grande não se diferenciam entre si. Destacando-se o acesso EUA 05 com maior valor médio de  $L^*$  (44,34) em relação aos outros acessos.

Os resultados de firmeza encontrados neste estudo podem ser observados na Tabela 5. Observou-se uma força média de ruptura menor para o acesso Amish Paste (4,81 N), seguido pelos acessos Chico Grande (5,09 N), EUA 05 (7,65 N) e San Marzano (10,64 N) respectivamente. Contudo, as amostras Chico Grande e Amish Paste não apresentaram diferença significativa entre si.

Estes resultados indicam o maior grau de amadurecimento do acesso Amish Paste com relação aos outros acessos. Pois a firmeza está fortemente correlacionada com o conteúdo e tipo de pectina presente nas frutas e hortaliças. As substâncias pécicas são as principais responsáveis pela mudança de textura nestes alimentos.<sup>5</sup>

Borguini<sup>17</sup> encontrou em seu trabalho valores de firmeza expressos em  $N \times 10^5$  de 8,85 para o cv. Carmen orgânico e 10,28 para o cv. Débora orgânico, após o armazenamento de dois dias sob refrigeração. Este valores foram semelhantes ao encontrado no acesso San Marzano.

Tabela 3 – Valores médios da cor da casca dos quatro acessos de tomate cultivados em sistema orgânico de produção.

	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
San Marzano	41,93ab	1,793	29,68a	1,05	29,41a	2,53
Chico Grande	42,74a	2,026	17,95c	3,33	26,61a	2,33
Amish Paste	40,07b	1,289	25,78b	3,93	27,01a	1,28
EUA 05	41,21ab	1,328	24,33b	0,95	27,54a	3,21

DP- Desvio Padrão; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Fisher (LSD).

Tabela 4 – Valores médios da cor da polpa dos quatro acessos de tomate in natura cultivados em Sistema orgânico de produção.

	$L^*$		$a^*$		$b^*$	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
San Marzano	38,1c	0,00	20,96ab	0,00	15,9b	0,00
Chico Grande	38,95c	0,00	17,84bc	0,00	19,44a	0,00
Amish Paste	42,1b	0,00	16,03c	0,00	15,68b	0,00
EUA 05	44,34a	0,00	21,84a	0,00	21,1a	0,00

DP- Desvio Padrão; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Fisher (LSD).

Tabela 5 – Textura instrumental dos quatro acessos de tomate *in natura* cultivados em sistema orgânico de produção.

Amostras	Média (N)	DP
San Marzano	10,64a	2,18
Chico Grande	5,09c	1,67
Amish Paste	4,82c	1,61
EUA 05	7,65b	1,38

DP- Desvio Padrão; médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Fisher (LSD).

### Análise de Pesticidas

Não foram encontrados resíduos em nenhuma das amostras para os seguintes agrotóxicos *organofosforados*: Clorpirifós, Clorpirifós Metílico, Diazinona, Dimetoato, Etion, Fenitrotona, Fentiona, Fentoato, Fipronil, Malaoxon, Malationa, Ometoato, Parationa Metilica, Pirazofós, Pirimifós Metílico, Terbufós e Triazofós; e *organoclorados*: Aldrin, Clorotalonil, 2'4'DDE, 4'4'DDE, 2'4'DDT, 4'4'DDT, Dicofol, Dieldrin, Endossulfan Total, Heptacloro, Lindano, Mirex, Tetradifona e TDE.

### CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos observou-se que os acessos de tomate 'heirloom' avaliados possuem boas características necessárias ao processamento e elaboração de molhos na indústria de alimentos.

Estes dados podem ser verificados através das características físicas, como o peso dos tomates que se destacaram como uma boa característica para processamento, bem como o teor de sólidos solúveis que contribuem para um maior rendimento de produção. O equilíbrio entre a concentração de ácido cítrico, representado pela acidez do fruto e o teor de sólidos solúveis caracterizaram sabor adequado para elaboração de produtos de tomate.

A coloração e o teor de licopeno também foram apontados como uma boa característica dos acessos avaliados, face à grande influência na aparência e coloração vermelha, atributos atrativos ao consumidor.

Outro aspecto importante é o nutricional. Além da contribuição do teor de licopeno para uma boa coloração do fruto, este é um componente funcional, por estar fortemente relacionado à redução da produção de radicais livres, atuando assim na prevenção de diversas doenças como o câncer e doenças cardiovasculares.

ROSA, C. L. S.; SOARES, A. G.; FREITAS, D. F. G. C.; ROCHA, M. C.; FERREIRA, J. C. S.; GODOY, R. L. O. Physical-chemical, nutritional and instrumental access of four tomato (*Lycopersicon esculentum* mill) 'heirloom' produced under management for organic production of pulp concentrate. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 649-656, out./dez. 2011.

■ **ABSTRACT:** The tomato is a plant belonging to the Solanaceae family, known scientifically *Lycopersicon esculentum* Mill, potentially lasting and easily adapt to a wide variety of climates. The aim of this study was to characterize regarding the physical-chemical, nutritional, instrumental color and texture characteristics four accesses Italian tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) of kind 'heirloom', produced under organic management. The non-hybrid tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) San Marzano, Chico Grande, Amish Paste and one called EUA 05 were used in the study. The fruits were produced in the period from May to September 2010, in the sector of Horticulture Department of Plant Science, of UFRRJ. Analyses were performed using soluble solids (SS), total acidity (TA), pH, quantification and identification of carotenoids, color of skin and pulp, instrumental texture and pesticides determination. The average content of soluble solids (SS), of great importance for the efficiency in the industry of tomato products, was 5.2 ° Brix in access Chico Grande and San Marzano, followed by Amish Paste and EUA05 with the average values of 4.7 ° Brix. The balance between acidity and sugar content in fruit, established by the SS / TA (° Brix /%) were 12.7, 19.2, 15.5, 15.7 for accessions San Marzano, Chico Grande, Amish Paste and EUA05 respectively. High quality fruits contain the SS / TA greater than 10. Tomatoes with good color presented lycopene levels in the range 5-8mg/100 grams (5000-8000µg/100g) of pulp. Access San Marzano had a higher average content of this carotenoid (6029µg/100g), followed by access EUA05 (4073mg/100g), not significantly different ( $p > 0.05$ ). The accessions with higher levels of lycopene were also highlighted in red color. Access San Marzano had more skin colored red ( $a^* = 29.68$ ), while pulp color of access EUA05 showed higher value of  $a^*$  (21.84). It was not found residues in the samples for organochlorine and organophosphorus pesticides. These results demonstrate that the tomato accessions 'heirloom' evaluated showed good quality in relation to balance acidity / sugar and lycopene levels in the range from 2967 to 6029 µg/100g of pulp required for the processing of sauces with appropriate nutritional and sensory characteristics.

■ **KEYWORDS:** Tomato 'heirloom'; physico-chemical; organic management.

## REFERÊNCIAS

1. ABOUD, A. C. S. et al. Identificando variedades de tomate cerejas promissoras para o consumo *in natura*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 45., Fortaleza, 2005. **Anais...** Fortaleza, 2005. p. 60.
2. ANDRADE, L. T. A. **Processamento de molho de tomate da matéria prima a produto acabado**. 2004. 112 f. Trabalho de Conclusão (Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2004.
3. BORGUINI, R. G.; MATTOS, F. L. Análise do consumo de alimentos orgânicos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40., Passo Fundo, 2002. **Anais...** Brasília, DF: SOBER, 2002. p. 38.
4. CARDOSO, S. C. Qualidade de frutos de tomateiro com e sem enxertia. **Bragantia**, v. 65, p. 269-274, 2006.
5. CAVASSA, A. C. et al. Conservação Pós-colheita de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cv. "Kátia", utilizando coberturas comestíveis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2004. p. 1-4.
6. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Fundação de Apoio e Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293p.
7. DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba**. 2000. 300f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.
8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do tomateiro (para a mesa)**. Brasília, DF, 1993. 92p.
9. FERREIRA, S. M. R. **Característica da qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 249f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
10. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Database**. 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>. Acesso em: 25 fev. 2012.
11. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 2173: fruit and vegetable products determination of soluble solids content: refractometric method**. 2<sup>nd</sup> ed. Geneve, 2003. method.
12. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1842: fruit and vegetable products determination of ph**. 2<sup>nd</sup> ed. Geneve, 1991. method.
13. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 750: fruit and vegetable products determination of titratable acidity**. 2<sup>nd</sup> ed. Geneve, 1998. method.
14. JORDAN, J. A. The heirloom tomato as cultural object: investigating taste and space. **Sociol. Ruralis**, v. 47, n. 1, p. 20-41, 2007.
15. LEAL, M. A. A. et al. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Hortic. Bras.**, v. 25, n. 4, p. 392-395, 2007.
16. LOPES, M. C.; STRIPARI, P. C. A cultura do tomateiro. In: \_\_\_\_\_. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Ed. UNESP, 1998. cap. 9, p. 257-304.
17. MONTEIRO, S. C. et al. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate "tipo italiano". **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.
18. PENTEADO, S. R. **Introdução a agricultura orgânica**. Campinas: Grafimagem, 2000. 110p.
19. PEREIRA, S. **Processamento de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill), cv. Débora cultivados de forma tradicional e orgânica, para obtenção de extratos**. 2007. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.
20. RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to carotenoid analysis in foods**. Washington, DC: ILSI, 2001. 64p.
21. SHAMI, N. J. I.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Rev. Nutr.**, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.
22. TAMISO, L. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sob sistema orgânicos em cultivo protegido**. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – ESALQ, Universidade de São Paulo, 2005.
23. VANZONEN, P. (Ed.) **Analytical methods for pesticide residues in foodstuffs**. 6<sup>th</sup> ed. Netherlands: Ministry of Public Health, Welfare and Sport, 1996. part 1, p.4.
24. VARGAS, T.O. et al. Caracterização agrônômica de genótipos de tomateiro 'heirloom' sob manejo orgânico no Rio de Janeiro. **Hortic. Bras.**, Brasília, v. 22, n. 2, jul. 2004. Suplemento. CD-ROM.
25. WILLCOX, J. K, CATIGNANI, G. L.; LAZARUS, S. Tomatoes and cardiovascular health. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 43, n. 1, p. 1-18. 2003.

Recebido em: 03/03/2011

Aprovado em: 30/11/2011