

Qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico

Quality of tomatoes cultivated in the organic and conventional cropping systems

Sila Mary Rodrigues FERREIRA^{2,4*}, Renato João Sossela de FREITAS², Elisa Noemberg Lazzari KARKLE¹, Diomar Augusto de QUADROS³, Lindamir Tomczak TULLIO⁴, Jair José de LIMA⁴

Resumo

A presença dos produtos orgânicos nas gôndolas das grandes redes de supermercados indica que existe um potencial de mercado para esses produtos, no entanto poucas são as informações técnico-científicas sobre eles. Em razão disso, o presente trabalho teve como objetivo determinar a qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional (SC) e orgânico (SO) comercializado na Região Metropolitana de Curitiba. As amostras foram avaliadas pela massa, peso específico, cinzas, sólidos totais, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, relação sólidos solúveis totais/acidez titulável total, pH, vitamina C, nitratos, nitritos, multirresíduos, benzimidazóis e ditiocarbamatos. Os resultados da análise físico-química mostraram que somente na umidade os tomates não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% quando comparados pelo Teste de Tukey. Em relação à análise toxicológica, não foram detectados multirresíduos e benzimidazóis até os limites de 0,04 mg.kg⁻¹ e 0,1 mg.kg⁻¹ de carbendazim, respectivamente. Nos resíduos de pesticidas do grupo químico ditiocarbamatos, foi identificado 0,01 mg.kg⁻¹ (CS₂) nas amostras de SC3 e SC4 do tomate de mesa cultivado no sistema convencional, abaixo do limite máximo recomendado (LMR) de 2,0 mg.kg⁻¹ (CS₂) de mancozebe.

Palavras-chave: tomate; *Lycopersicon esculentum* Mill.; análise físico-química; análise toxicológica; alimento orgânico.

Abstract

The presence of organic products in the aisles of big supermarket chains indicates a market potential for these products. However, there is little technical and scientific information. Thus, the objective of this work was to determine the quality of tomatoes grown under conventional (CS) and organic (OS) systems, on sale in the metropolitan area of Curitiba, Brazil. Samples were evaluated in terms of mass, specific weight, ash, total solids, total soluble solids, total titratable acidity, total soluble solids/total titratable acidity ratio, pH, vitamin C, nitrates, nitrites, multiresidues. There were no significant differences between conventional and organic tomatoes, except in a 5 per cent difference in humidity, according to the Tukey test. Regarding the toxicological analyses, multiresidues and benzimidazole were not detected up to the limit of 0.04 mg.kg⁻¹ and likewise carbendazim up to 0.1 mg.kg⁻¹. Pesticide residues belonging to the dithiocarbamate chemical group were identified at levels of 0.01 mg.kg⁻¹ in two samples of conventionally cultivated tomatoes. These levels are below the recommended upper limit for mancozebe fungicide (2.0 mg.kg⁻¹ CS₂).

Keywords: tomato; *Lycopersicon esculentum* Mill; physicochemical analysis; toxicological analysis; organic food.

1 Introdução

Originário da parte ocidental das Américas Central e do Sul, de onde foi levado para os outros continentes, o tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., continua crescendo em importância no panorama mundial. Apesar de o tomate fazer parte diariamente da alimentação do brasileiro, seja de forma in natura ou industrializada, ainda pouco se conhece sobre a qualidade das diferentes variedades cultivadas; assim como são escassas as referências sobre a qualidade do tomate orgânico.

Alguns trabalhos foram conduzidos para estudar a diferença entre alimentos cultivados no sistema orgânico e convencional, contudo ainda há divergência. Os resultados mostraram que os alimentos cultivados nos dois sistemas, incluindo o tomate, se equivalem na maioria dos macronutrientes e cinzas (AFSSA, 2003), porém outro autor (BORGUINI, 2002) mostrou uma

tendência do tomate cultivado no sistema orgânico apresentar maior quantidade de minerais.

Pesquisas realizadas no oeste da Alemanha e descritas por Borguini, Oetterer e Silva (2003), visando descrever as diferenças de qualidade entre tomate orgânico e convencional, apontaram que o grau de crescimento e maturidade fisiológica da colheita apresenta significante efeito sobre alguns nutrientes, entre eles o teor de açúcar, o que justifica um melhor sabor do produto orgânico em razão da maior doçura. No entanto, na literatura poucos trabalhos são descritos. Desta forma, há necessidade de pesquisas científicas com vista à caracterização do alimento produzido no sistema orgânico, em relação aos obtidos no sistema convencional.

Recebido para publicação em 29/4/2008

Aceito para publicação em 8/7/2009 (003438)

¹ Kansas State University, Grain Science and Industry, 785-532-6011, Manhattan - KS, EUA

² Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná - UFPR, CEP 81531-990, Curitiba - PR, Brasil, E-mail: sila@ufpr.br

³ Universidade Federal do Paraná - UFPR, Campus Litoral, CEP 83260-000, Matinhos - PR, Brasil

⁴ Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Paraná - UFPR, CEP 80210-170, Curitiba - PR, Brasil

*A quem a correspondência deve ser enviada

Em razão do exposto, o presente trabalho teve como objetivo determinar a qualidade do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico através da análise das características físicas, físico-químicas e toxicológicas.

2 Material e métodos

Foram adquiridos frutos de tomates de mesa, *Lycopersicon esculentum* Mill., cultivados nos sistemas convencional e orgânico e comercializados no município de Curitiba e Região Metropolitana. A identificação das cultivares, procedência, temperatura ambiente, mês da coleta e as amostras dos sistemas convencional (SC) e orgânico (SO) submetidas às análises estão identificadas no Tabela 1.

Após a coleta, seguindo o plano de amostragem (BRASIL, 1995), as amostras foram transportadas ao laboratório, homogeneizadas em cubas de aço inoxidável e retirados frutos de pontos e profundidades diferentes até atingir a quantidade desejada. Seguindo delineamento inteiramente casualizado, constituindo três repetições, foram retirados 60 frutos para análise física. Três quilos de tomates foram reservados para elaborar as subamostras das análises físico-químicas e toxicológicas. O tempo de espera das amostras entre a coleta e a retirada das subamostras para análise não ultrapassou o período de 12 horas.

Para a análise física, as amostras foram subdivididas em três subamostras aleatórias de 20 replicatas (frutos), identificadas e submetidas à determinação de massa, volume, volume específico e densidade dos frutos. A massa das amostras foi verificada individualmente em balança eletrônica digital. O volume foi determinado por deslocamento com sementes e volume específico, mediante relação volume/massa da amostra. A densidade foi determinada pela relação massa/volume (FERREIRA; QUADROS; SOSSELA, 2005).

Na análise físico-química, os frutos foram picados com o auxílio de microprocessador, homogeneizados, acondicionados em embalagem de poliestireno, identificados, congelados a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou submetidas à análise. As subamostras conduzidas à análise foram mantidas em refrigerador a $7 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para a análise de sólidos totais, cinzas, acidez titulável, pH e vitamina C, foram utilizadas as amostras resfriadas, e para as análises dos sólidos solúveis totais, açúcares redutores, nitrato e nitrito e resíduos de pesticidas, as amostras foram congeladas. Os sólidos totais

foram determinados por gravimetria a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ em estufa com circulação de ar até peso constante IAL (2008). As cinzas foram determinadas pela calcinação em mufla a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ de acordo com o método 942.05 da AOAC (2000). A determinação dos sólidos solúveis totais, acidez titulável, acidez em ácido e pH foi realizada de acordo com o IAL (2008). Os sólidos solúveis totais do filtrado da amostra foram determinados em refratômetro de bancada marca Warszawa PZO – RL3[®] e seus resultados corrigidos para $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. A determinação da acidez titulável foi por volumetria com indicador. A acidez, expressa em g de ácido cítrico foi calculado considerando-se o equivalente-grama (IAL, 2008). A relação dos sólidos solúveis totais (SST) com a acidez titulável total (ATT) expressa em $^{\circ}\text{Brix/mg}\%$ foi calculada pela relação do SST/ATT. O teor de vitamina C foi determinado por titulação com 2,6 dicloroindofenol (AOAC, 2000). Nos açúcares redutores, foi utilizada a técnica de Somogyi modificada (NELSON, 1994). A determinação de nitrato e nitrito foi efetuada por espectrofotômetro digital UV-Vis, marca Fento, modelo 482, em comprimento de onda de 436 nm (BIAGINI; SANTOS, 1990).

Na Análise toxicológica, a identificação dos pesticidas foi realizada por varredura para a determinação de multirresíduos, benzimidazóis, carbendazim e ditiocarbamatos. A quantificação do teor de multirresíduos, expressos pelos grupos químicos organoclorados, organofosforados e carbamatos, foi realizada por cromatografia gasosa. Após a extração com acetoneitrila e filtrado, o extrato foi evaporado em banho de água sob fluxo de ar. A seguir, o resíduo foi dissolvido com o componente específico para cada produto químico e realizada a leitura segundo técnica descrita pelo *California Department of Food and Agriculture* – CDEFA (1999a). O limite de quantificação foi de $0,04\text{ mg.kg}^{-1}$. A determinação dos fungicidas sistêmicos do grupo benzimidazóis e carbendazim quantificou os produtos químicos benomil, carbendazim, e tiofanato metílico por HPLC com detector UV, com comprimento de onda 254 nm. Após a extração com acetoneitrila e filtrado, foram adicionados os reagentes básicos para identificação dos produtos químicos conforme especificação do CDEFA (1999b). O limite de detecção do método foi de $0,1\text{ mg.kg}^{-1}$ de carbendazim. A identificação dos resíduos de pesticidas do grupo químico ditiocarbamatos quantificou os fungicidas *ferbran*, *mancozebe*, *maneb*, *metiran*, *propineb*, *ziran* e *zineb* e foi realizada por espectrometria após a

Tabela 1. Tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba – Paraná, Brasil.

Amostra	Sistema	Grupo	Cultivar	Número de lóculos	Procedência	Mês	Temperatura média ($^{\circ}\text{C}$)
SC3	Convencional	Redondo, Salada	cv. <i>Raísa</i> (LV) ¹	Plurilocular	Colombo – PR	Dezembro	26 ± 2
SC4	Convencional	Redondo, Salada	cv. <i>Raísa</i> (LV) ²	Plurilocular	Colombo – PR	Janeiro	25 ± 2
SC8	Convencional	Redondo, Salada	cv. <i>Raísa</i> (LV) ²	Plurilocular	Colombo – PR	Janeiro	28 ± 2
SO2	Orgânico	Oblongo, <i>Santa Cruz</i>	cv. <i>Santa Clara</i> ¹	Bilocular	Campo Largo – PR	Dezembro	27 ± 2
SO3	Orgânico	Oblongo <i>Santa Cruz</i>	cv. <i>Santa Clara</i> ²	Bilocular	Campo Largo – PR	Janeiro	28 ± 2
SO4	Orgânico	Oblongo, <i>Santa Cruz</i>	cv. <i>Santa Clara</i> ²	Bilocular	Colombo – PR	Janeiro	26 ± 2

¹Primeira florada; e ²última florada.

extração com dissulfeto de carbono e ácido sulfúrico (KEPPEL, 1971).

Os resultados das amostras foram submetidos à análise de variância (Anova) e as médias que apresentaram diferença significativa foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3 Resultados e discussão

Os resultados das análises físicas e físico-químicas do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializados na RMC podem ser visualizados na Tabela 2.

A massa do tomate é um relevante componente da produção e sob o ponto de vista comercial, além de ser a melhor maneira de exprimir indiretamente o tamanho do fruto. A massa média das amostras do sistema convencional aferida no trabalho foi maior em relação ao híbrido *Rocio* (116,8 g) cultivado em estufa (FELTRIN et al., 2002) que possui características fisiológicas semelhantes à cv. *Raísa* que é de crescimento indeterminado e menor que a massa encontrada para a cv. *Santa Clara* convencional (RÊGO; FINGER; CASALI, 1999).

Os tomates colhidos na primeira florada que corresponderam às amostras SC3 e SO2 apresentaram maior tamanho. A massa dos tomates cultivados no sistema orgânico foi menor que os valores registrados para frutos cultivados com material orgânico da cv. *TX* e *Larissa* (CARRIJO et al., 2004). A diferença pode ser atribuída ao tipo de substância orgânica empregada e ao manejo do sistema. A massa das amostras do sistema orgânico apresentou diferença estatística ao nível de 5% em relação à do sistema convencional, que tenderam ao maior tamanho. A menor massa registrada do tomate orgânico indica que o

tamanho dos frutos deve ser observado na legislação para tomate de mesa orgânico a fim de evitar subvalorização. Esses resultados foram confirmados pela classificação em classes (FERREIRA; QUADROS; SOSSELA, 2005).

Os tomates do sistema convencional apresentaram uma tendência à maior massa, volume e peso específico. Os resultados mostraram que a relação do peso específico (PE) versus volume de um vegetal é linear, sendo o PE da água igual a 1,000 e o PE dos vegetais maior que 1,000, valor este que será maior ou menor dependendo do percentual de sólidos, água e gases no vegetal. Para vegetais que possuem cavidade em seu interior, a presença de gases desloca o PE para a esquerda, de forma que a maior percentagem de água para esse tipo de alimento está pareada com PE um pouco menor que 1,000. O deslocamento se deve à presença de gases no vegetal e ao fato de estes apresentarem peso específico bem inferior a 1,000 (MAEDA; DIP, 2000).

A umidade dos tomates que não diferiu significativamente foi próximo aos valores de 94,21 e 94,53% para as cv. *Débora* e *Carmen* cultivadas pelo sistema convencional; 94,53 e 93,73% para as cv. *Carmen* e *Débora* cultivadas pelo sistema orgânico (BORGUINI, 2002) que servem de comparação para as amostras analisadas, ainda que de variedades diferentes.

Nos valores das cinzas, as amostras apresentaram diferenças significativas, principalmente as amostras SC8, SO3 e SO4, o que pode estar relacionado ao estágio de maturação vermelho, vermelho maduro e vermelho, respectivamente, levando a crer que essas amostras apresentaram menor teor de minerais. Os resultados encontrados nas cinzas ficaram abaixo de tomates da cv. *Micra RS* no estágio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIĘCIK, 2000). As médias das amostras cultivadas no sistema orgânico apresentaram uma tendência para maior quantidade

Tabela 2. Análise física e físico-química do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico.

Atributos	SC3	SC4	SC8	SO2	SO3	SO4
Massa (g)	161,40 ^{bB}	160,82 ^{bB}	111,27 ^{aA}	107,82 ^{aE}	79,25 ^{cF}	88,08 ^{eG}
Volume (cm ³)	158,31 ^{cC}	163,94 ^{cC}	115,69 ^{bB}	105,50 ^{bgF}	85,00 ^{acG}	95,47 ^{cdH}
Peso específico (g/cm ³)	1,0230 ^{bcB}	0,9809 ^{baBC}	0,9622 ^{baBC}	1,0306 ^{bD}	0,9328 ^{baE}	0,9262 ^{beE}
Umidade (%)	94,80 ^{aA}	94,64 ^{aA}	94,5 ^{aA}	94,70 ^{aB}	94,44 ^{aB}	95,27 ^{aB}
ST (%)	5,20 ^{aA}	5,36 ^{aAB}	5,50 ^{aB}	5,30 ^{aD}	5,56 ^{aD}	4,73 ^{bE}
Cinzas (%)	0,43 ^{aA}	0,39 ^{acA}	0,24 ^{bB}	0,40 ^{acD}	0,36 ^{cD}	0,37 ^{acD}
SST (Brix)	4,28 ^{aA}	4,77 ^{bB}	5,44 ^{cC}	4,64 ^{dD}	4,90 ^{eE}	4,63 ^{dD}
Aç. Redutores (g%)	2,41 ^{abA}	2,43 ^{aA}	2,45 ^{aA}	2,27 ^{abDE}	2,49 ^{aD}	2,116 ^{bE}
Acidez titulável (%)	0,58 ^{aA}	0,32 ^{bB}	0,21 ^{cC}	0,49 ^{dD}	0,21 ^{cE}	0,21 ^{cE}
Ac. cítrico (mg%)	346,61 ^{aA}	191,82 ^{bB}	127,79 ^{cC}	290,53 ^{dD}	123,22 ^{eE}	123,93 ^{eE}
SST/AT	7,38	14,91	26,38	9,47	23,33	22,05
pH	4,31 ^{aA}	4,38 ^{bB}	4,36 ^{bB}	4,53 ^{cD}	4,78 ^{dE}	4,41 ^{eF}
Vit. C (mg%)	8,27 ^{aA}	5,93 ^{bB}	10,12 ^{cC}	8,95 ^{acD}	13,21 ^{dE}	5,35 ^{bF}
Nitrato (mg%)	1,70 × 10 ^{-2aA}	1,94 × 10 ^{-2aB}	2,83 × 10 ^{-2cC}	1,89 × 10 ^{-2bD}	1,67 × 10 ^{-2aE}	2,82 × 10 ^{-2cF}
Nitrito (mg%)	1,21 × 10 ^{-5aA}	4,09 × 10 ^{-6bB}	3,34 × 10 ^{-6cC}	3,97 × 10 ^{-6bD}	3,96 × 10 ^{-6bD}	3,35 × 10 ^{-6cE}
Multiresíduos (mg/kg)	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Benzimidazóis (mg/kg)	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ditiocarbamatos (mg/kg - CS ₂)	nd	nd	nd	nd	0,01	0,01

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey (quando comparadas todas as amostras). Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey (quando comparadas as amostras de cada sistema de cultivo entre si: SC - Convencional; SO - Orgânico). Nd - não detectado.

de cinzas, que também foi evidenciada por Borguini (2002) quando encontrou maior teor de minerais, como fósforo, potássio, magnésio, enxofre, sódio, ferro e zinco em amostras de tomate orgânico das cv. *Débora* e *Carmen*. Contudo, em trabalhos relatados (AFSSA, 2003), tomates cultivados pelo sistema convencional e orgânico não apresentaram diferença no teor de minerais.

Os resultados encontrados para sólidos solúveis totais em tomate cultivado nos sistemas convencional e orgânico foram próximos aos verificados na literatura consultada (Tabela 3).

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, a amostra SC8, que se encontrava com frutos 100% vermelhos, e a SO3, com 88% dos frutos vermelhos maduros, se destacaram das demais. A exceção foi a amostra SO4 que, apesar de se encontrar com frutos 100% vermelhos, não apresentou um teor alto de SST, que pode ser atribuído à característica genética da cultivar, adubação, temperatura, irrigação e fatores climáticos. As amostras cultivadas no sistema convencional apresentaram média próxima à encontrada para os tomates cultivados no sistema orgânico, evidenciando não haver uma grande diferença entre os sistemas em relação ao teor de SST. Esses resultados são compatíveis com os registrados pela AFSSA (2003) em tomates convencional e orgânico. Outros pesquisadores encontraram teores que variaram de 4,03 a 5,0 °Brix (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996; LISIEWSKA; KMIECIK, 2000; FELTRIN et al., 2002; MIGUEL et al., 2007).

A diferença encontrada nas amostras cultivadas nos sistemas convencional e orgânico em relação ao teor de açúcares totais e açúcares redutores afeta o atributo gosto, doçura, acidez e *flavor* que, por sua vez, pode estar relacionado ao grau de amadurecimento e ao teor de SST (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996; GIL; CONESSA; ARTÉS, 2002; MIGUEL et al., 2007).

Nos açúcares redutores, as amostras cultivadas nos sistemas convencional e orgânico não diferiram significativamente, exceto a amostra SO4 que foi superior e estatisticamente igual a SO2. Os valores de açúcares redutores encontrados nas amostras investigadas foram menores que os registrados em tomates da cv. *Rio Grande* e da cv. *Walter* colhidos no estágio verde-maduro (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996). Teores também maiores de açúcares redutores foram registrados na cv. *Micra RS* no estágio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIECIK,

2000). As amostras cultivadas no sistema orgânico apresentaram também uma tendência para menor teor de açúcar redutor, que pode ser decorrente de fatores diversos, como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e manejo.

Acidez titulável total no tomate indica a quantidade de ácidos orgânicos e adstringência (SAMPAIO; FONTES, 1998). Nas amostras analisadas a diferença da acidez titulável indica que as amostras em estágio rosado apresentaram maior acidez, confirmando que a quantidade de ácidos orgânicos presentes em frutas e vegetais varia com o grau de maturação e condições de crescimento. A exceção foi a amostra SO2 que, mesmo sendo do estágio vermelho, apresentou superior acidez em relação às amostras SC8, SO3 e SO4 do mesmo estágio de maturação. Os valores da acidez titulável obtidos das amostras de tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico foram similares aos 0,29% a 0,33% verificados em cultivar *Santa Clara* (SAMPAIO; FONTES, 1998); aos 0,35% registrados para frutos da cv. *Micra RS* no estágio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000); e de 0,45% a 0,46% e de 0,40% a 0,42% para tomates das cv. *Rio Grande* e *Walter* nos estádios rosado e vermelho, respectivamente (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996). Maiores valores foram registrados em tomate híbrido da cv. *Rocio* no estágio vermelho (FELTRIN et al., 2002) e em tomate vermelho da cv. *Clarion* (WILLS; KU, 2002).

A quantidade de ácido cítrico presente nas amostras cultivadas nos sistemas convencional e orgânico mostrou diferença significativa e ficou próxima aos 330,7 e 377,6 mg% de ácido cítrico verificados para os frutos convencional e orgânico, respectivamente da cv. *Débora* (BORGUINI, 2002). E bem abaixo dos 428,8 e 405,3 mg% de ácido cítrico verificados pelo mesmo autor para a cv. *Carmen* cultivada nos sistemas convencional e orgânico, respectivamente.

A percentagem de sólidos solúveis totais, indicada pelo °Brix que inclui os açúcares e a acidez titulável representada pelo ácido cítrico influencia no sabor da fruta (SAMPAIO; FONTES, 1998; FELTRIN et al., 2002). A relação de SST/ATT nas amostras cultivadas nos sistemas convencional e orgânico variou de 7,23 a 26,38, indicando que as amostras SC3 e SO2 se correlacionam com sabor ácido (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996; GIL; CONESSA; ARTÉS, 2002). As demais amostras que apresentaram relação SST/ATT maior a 14,5 (GIL; CONESSA; ARTÉS, 2002) se correlacionam com sabor suave, indicando que os frutos apresentaram uma excelente combinação de

Tabela 3. Teor de sólidos totais de tomate de mesa registrados na literatura.

Sistema de cultivo/cultivar	Referências	Sólidos totais (%)
SC - tomate verde maduro da cv. <i>Walter</i> e <i>Rio Grande</i>	Zambrano, Moyeja e Pacheco (1996)	5,03 e 5,06, respectivamente
SC - cv. <i>Santa Clara</i>	Sampaio e Fontes (1998)	4,84
SC - tomates em estágio maduro da cv. <i>Santa Clara</i>	Rêgo, Finger e Casali (1999)	6,27
SC - cv. <i>Micra RS</i>	Lisiewska e Kmiecik (2000)	5,75
SC - tomates vermelhos da cv. <i>Carmen</i> e da cv. <i>Débora</i>	Borguini (2002)	5,47 e 5,79, respectivamente
SC - tomate verde maduro cv. <i>Clarion</i>	Wills e Ku (2002)	4,2
SC - tomate vermelho cv. <i>Rocio</i>	Feltrin et al. (2002)	5,64 e 6,54
SO - tomates vermelhos da cv. <i>Carmen</i> e <i>Débora</i>	Borguini (2002)	5,47 e 6,27, respectivamente

açúcar e ácido (ZAMBRANO et al., 1996; MIGUEL et al., 2007) e, portanto, boa qualidade (GIL; CONESSA; ARTÉS, 2002). A diferença da relação do SST/ATT nas amostras de tomate cultivado no sistema convencional pode ser influenciada pelas cultivares, estádios de maturação, manejo, fertilização, irrigação e composição do solo (FELTRIN et al., 2002).

Valores similares para SST/ATT foram encontrados para frutos híbridos da cv. *Rocio* (FELTRIN et al., 2002) e menores (3,2 e 3,8) para tomates da cv. *Clarion* verde-maduros e vermelhos (WILLS; KU, 2002). Tendo como base dados da literatura, podemos afirmar que as amostras SC4, SC8, SO3 e SO4 se mantiveram bem acima dos registrados, sugerindo que as amostras cultivadas no sistema orgânico e da última florada, tendem a apresentar relação SST/ATT superior a 14,5 (GIL; CONESSA; ARTÉS, 2002).

As amostras SC3 e SO2 dos sistemas convencional e orgânico apresentaram maior peso específico, umidade, cinzas, sólidos solúveis totais, acidez titulável e relação SST/ATT o que pode levar a deduzir que tomates de mesa colhidos da primeira florada (Tabela 1) apresentam diferentes características físico-químicas em relação aos tomates colhidos nas últimas floradas.

Os resultados do pH verificados nas amostras analisadas que diferiram entre si foram similares aos encontrados por Borguini (2002). Maiores valores, de 4,09 a 4,38, foram registrados para frutos da cv. *Débora* (MIGUEL et al., 2007); de 4,16 a 4,20, para tomate da cv. *Santa Clara* (SAMPAIO; FONTES, 1998); 4,18, para tomate da cv. *Micra RS* no estádio vermelho (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000) e 3,87, para tomate híbrido cv. *Rocio* também em estádio vermelho (FELTRIN et al., 2002). Os valores do pH encontrados nas amostras SO2, SO3 e SO4 foram superiores aos 4,2 e 4,3 verificados para as cv. *Débora* e *Carmen*, respectivamente (BORGUINI, 2002).

As amostras cultivadas no sistema orgânico apresentaram valores mais elevados do pH, quando comparados ao sistema convencional, levando a crer que as amostras cultivadas nesse sistema apresentam menor acidez, característica importante para a aceitação do produto (BORGUINI, 2002).

Com base nos resultados mostrados, foi observado que o tomate, independente do sistema de cultivo, colhido da primeira florada apresentou tendência a maior acidez (menor pH e maior acidez titulável), característica negativa para o produto, pois o fruto que se revela excessivamente ácido é rejeitado para o consumo, principalmente pela população brasileira, cujo hábito parece priorizar o consumo de alimentos sem tal característica (BORGUINI, 2002).

Os valores de vitamina C registrados nas amostras de tomate cultivado nos sistemas convencional e orgânico diferiram entre si, com exceção das amostras SC8 e SO3, que apresentaram maiores valores. A amostra SO3 apresentou valor de vitamina C compatível ao valor de 12,45 mg% (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996) para tomates cv. *Walter* em estádio vermelho, enquanto que as amostras SO2 e SO4 apresentaram valores abaixo destes. Quantidade superior (23,6 mg%) foi registrada para tomate da cv. *Micra RS* no estádio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000), 21,9 e 28,9 mg% foram encontrados para as cv. *Carmen* e *Débora* cultivadas

no sistema convencional e 22,9 e 24,9 mg% para as de cultivo orgânico, respectivamente (BORGUINI, 2002). Essa diferença entre as amostras de tomate de mesa pode estar relacionada com o estágio de maturação na colheita, pois as amostras SC8 e SO4 apresentaram-se no estádio vermelho e vermelho-maduro respectivamente, enquanto que as demais amostras estavam no estádio rosado e pintado, exceto a amostra SO4 que pertencia ao subgrupo vermelho. Esses resultados são compatíveis com os de Zambando, Moyeja e Pacheco (1996), quando observaram que frutos colhidos maduros apresentaram maior teor de vitamina C. E no caso de frutos pintado e rosado (ZAMBRANO; MOYEJA; PACHECO, 1996), evidenciaram uma quantidade variável entre 8,63 a 10,62 mg% de ácido ascórbico. Quando comparados os sistemas de cultivo, em relação à vitamina C, observou-se que o valor médio do tomate no sistema orgânico foi um pouco maior, confirmando relato da AFSSA (2003).

Dentre os compostos nitrogenados, os nitratos e nitritos são os mais perigosos. Em plantas adubadas com sais de nitrato e nitrito, o nitrogênio (N) absorvido pelas raízes dos vegetais é assimilado por meio de compostos orgânicos. Em excesso, o nitrato, que é uma das formas de N absorvido, armazena-se nos vacúolos das células dos talos e folhas das plantas, podendo contribuir para o surgimento de distúrbios no homem, visto que a quantidade excessiva de nitrato na dieta, com sua posterior conversão a nitrito, pode causar danos ao organismo, entre outros a alteração metabólica conhecida como meta-hemoglobinemia que leva à deficiência na absorção e transporte de oxigênio no sangue. Outro aspecto toxicológico da ingestão de nitrato é a formação de composto N-nitroso decorrente da reação do nitrato com aminas e amidas, podendo originar nitrosaminas, que são agentes carcinogênicos e provavelmente teratogênicos (LYONS et al., 1994; AFSSA, 2003; BORGUINI; OETTERER; SILVA, 2003). Os resultados encontrados para nitratos e nitritos no tomate convencional e orgânico mostraram que apesar das amostras diferirem estatisticamente entre si, as médias estão muito próximas. A quantidade de nitratos encontrada nas amostras de tomate orgânico pode indicar uma tendência, também registrada em literatura (BOURN; PRESCOTT, 2002; AFSSA, 2003; STERTZ, 2004), de alimentos produzidos organicamente apresentaram uma redução de nitratos.

Os valores dos nitratos foram bem abaixo dos 32 mg.1000 g⁻¹ para tomate da cv. *Micra RS* no estádio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000), 0 a 20 mg.kg⁻¹ (LYONS et al., 1994) ou a quantidade insignificante em tomate fresco registrada por Cheng e Tsang (1998).

Apesar das amostras analisadas apresentarem maior valor que os 0,0 mg.1000 g⁻¹ em tomates da cv. *Micra RS* no estádio vermelho de maturação (LISIEWSKA; KMIECIK, 2000) e ratificados por Cheng e Tsang (1998), que afirmam que em tomates frescos as quantidades de nitritos são insignificantes, os valores obtidos nas amostras de tomate de mesa foram bem abaixo dos valores da Ingestão Diária Aceitável (IDA) de acordo com o *Joint Expert Committee on Food Additives* (FAO/WHO, 2003), que são de 0 a 222 mg para o nitrato e de 0 a 4,2 mg de nitrito por dia para um adulto de 60 kg de peso corporal.

Na análise toxicológica na quantificação de multirresíduos e benzimidazóis, não foram detectados valores superiores aos

limites de 0,04 e 0,1 mg.kg⁻¹ de carbendazim, respectivamente. Nos resíduos de pesticidas do grupo químico ditiocarbamatos, foi identificado 0,01 mg.kg⁻¹ (CS₂) nas amostras de SC3 e SC4 do tomate de mesa cultivado no sistema convencional, abaixo do LMR de 2,0 mg.kg⁻¹ (CS₂) de mancozebe indicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2004a), como ingrediente ativo de ditiocarbamatos.

Os valores encontrados discordam de Dalefe (2003), que encontrou pesticidas em 28,9% das amostras de tomate comercializadas nos anos de 2001 e 2002 em Curitiba – PR, ou mesmo de Stertz (2004), que identificou contaminação em 33,33% das seis amostras analisadas de tomate de mesa convencional. Nas amostras de tomate de mesa cultivado no sistema orgânico, não foi identificado nenhum grupo químico de pesticida, no entanto Stertz (2004) encontrou uma amostra contaminada nas sete investigadas.

Confirmando os resultados das amostras analisadas, a ANVISA (2004b), divulgou que o tomate de mesa não apresentou contaminação em 2003, em contraposição ao índice de 26,1% em 2002 das 186 amostras analisadas. Contudo, as divergências tanto para orgânico como convencional podem advir da procedência das amostras de tomate e do período da amostragem em comercialização na RMC, visto que na pesquisa (2004b) a coleta ocorreu no mês de junho, época da entressafra do tomate no Paraná.

4 Conclusões

Com base nos resultados das análises físicas, físico-químicas e toxicológicas do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico, pode-se concluir que:

- os tomates de mesa do sistema convencional apresentam maior massa, volume e uma tendência a maior peso específico, açúcares redutores e teor de nitrato e nitrito em relação aos do sistema orgânico;
- os frutos do sistema orgânico apresentam uma tendência a maior valor de pH, vitamina C, cinzas e maior relação de SST/ATT;
- nas amostras dos sistemas de cultivo convencional e orgânico não são evidenciadas grandes diferenças no teor de sólidos totais e sólidos solúveis totais;
- os frutos mais maduros, independente do sistema de cultivo, tendem a apresentar menor acidez e mais açúcares redutores; os tomates colhidos na primeira florada apresentam maior massa; e os da última florada apresentam relação SST/ATT superior a 14,5;
- as diferenças entre as amostras do sistema convencional e orgânico podem ser decorrentes de diversos fatores, como cultivares, estádios de maturação dos frutos, composição do solo, fertilização, condições climáticas e manejo; e
- na análise toxicológica, as amostras não apresentam multirresíduos, benzimidazóis e ditiocarbamatos além dos limites permitidos.

Agradecimentos

Ao Programa PIBIC/UFPR pela concessão de bolsa, à Associação d'Agricultura Orgânica do Paraná – AOPA e à Associação de Produtores Agrícolas de Colombo – APAC que cederam as amostras.

Referências bibliográficas

- AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS - AFSSA. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Republique Française, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Índice monográfico**: MO3-Manebe. Brasília, 2004a. p. 334-336. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 17 mar. 2004a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Quantidade de agrotóxicos em alimentos é menor que em 2002**. Brasília, 2004b. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias>> Acesso em: 10 jun. 2004b.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 17 ed. Gaythersburg, 2000.
- BIAGINI, D.; SANTOS, E. J. **Águas minerais**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 1990. p. 47-49. (v. 3)
- BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria n. 553, de 30 de agosto de 1995. Dispõe sobre a norma de identidade, qualidade, acondicionamento e embalagem do tomate *in natura*, para fins de comercialização e revoga as especificações de identidade, qualidade, acondicionamento e embalagem do tomate, estabelecidas pela Portaria n. 76, de 25 de fevereiro de 1975. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 de setembro de 1995.
- BORGUINI, R. G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico**: o conteúdo nutricional e a opinião do consumidor. 2002. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- BORGUINI, R. G.; OETTERER, M.; SILVA, M. V. Qualidade nutricional de hortaliças orgânicas. **Boletim da SBCTA**, v. 37, n. 1, p. 28-35, 2003.
- 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 & Nutrition**, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.
- CARRIJO, O. et al. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE - CDF. **Multiresidue screen for pesticides in fruits and vegetables**. 3 ed. Sacramento, 1999a.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF FOOD AND AGRICULTURE - CDF. **Benomyl, carbendazim and thiophanate-methyl analysis**. 3 ed. Sacramento, 1999b.
- CHENG, C. F.; TSANG, C. W. Simultaneous determination of nitrate, nitrite and ascorbic acid in canned vegetable juices by reverse-phase ion-interaction HPLC. **Food Additives and Contaminants**, v. 15, n. 7, p. 753-758, 1998.
- DALEFE, D. Curitiba tem 15% dos alimentos contaminados por agrotóxicos. **Gazeta do Povo**, Curitiba, 20 de janeiro de 2003, p. 3.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **Safety evaluation of certain food additives**. Roma, 2003. (WHO Food Additives Series, 50).
- FELTRIN, D. M. et al. Efeitos de fontes de potássio na infestação de *Bemisia Tabaci* biótipo B e nas características de frutos de tomateiro sob ambiente protegido. **Bragantia**, v. 61, n. 1, p. 49-57, 2002.
- FERREIRA, S. M. R.; QUADROS, D. A.; SOSSELA, R. J. Classificação do tomate de mesa cultivado nos sistemas convencional e orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 584-590, 2005.
- GIL, M. I.; CONESSA, M. A.; ARTÊS F. Quality changes in fresh cut tomato as affected by modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 25, n. 2, p. 199-207, 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo, 2008. p. 1020 (1 ed. Digital)
- KEPPEL, G. E. Collaborative study of the determination of dithiocarbamate residues by a modified carbon disulfide evolution method. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 54, n. 3, p. 528-532, 1971.
- LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chemistry**, v. 70, n. 2, p. 167-173, 2000.
- LYONS, D. J. et al. Nitrate and nitrite in fresh vegetables from Queensland. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 64, n. 3, p. 279-281, 1994.
- MAEDA, M.; DIP, T. M. Curvas de porcentagem mássica de água *versus* peso específico em vegetais in natura: otimização de processos industriais pela seleção via teste da matéria-prima. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 3, p. 309-313, 2000.
- MIGUEL, A. C. A. et al. Qualidade de tomate “Débora” minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 582-585, 2007.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biology Chemistry**, v. 153, p. 375-380, 1944.
- RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Qualidade de frutos de tomate da cv. Santa Clara, mutante de fruto amarelo e seus híbridos F1. **Horticultura Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 106-109, 1999.
- SAMPAIO, R. A.; FONTES, P. C. R. Qualidade de frutos de tomateiro fertirrigado com potássio em solo coberto com polietileno preto. **Horticultura Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 136-139, 1998.
- STERTZ, S. C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas da Região Metropolitana de Curitiba, Paraná**. Curitiba, 2004. 286 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná - UFPR.
- WILLS, R. B. H.; KU, V. V. V. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green to tomatoes and postharvest life of ripe tomatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, n. 1, p. 85-90, 2002.
- ZAMBRANO, J.; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agronomia Tropical**, v. 46, n. 1, p. 61-72, 1996.