**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Bioprospecção de genótipos de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.)
com potencial de adaptação ao sistema de cultivo orgânico**

Jacqueline Camolese de Araujo

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2013**

Jacqueline Camolese de Araujo
Engenheira Agrônoma

**Bioprospecção de genótipos de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) com potencial
de adaptação ao sistema de cultivo orgânico**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Prof. Dr. **PAULO CÉSAR TAVARES DE MELO**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Fitotecnia**

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Araujo, Jacqueline Camolese de

Bioprospecção de genótipos de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) com potencial de adaptação ao sistema de cultivo orgânico / Jacqueline Camolese de Araujo. - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - Piracicaba, 2013. 112 p: il.

Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.

1. Sistema orgânico de produção 2. Caracterização 3. Características organolépticas
4. Segmentação varietal 5. Rendimento 6. Hortaliças I. Título

CDD 635.642
A663b

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A DEUS, por me proporcionar saúde, capacidade e uma família maravilhosa.

À minha querida mãe, Marilene Camolese de Araujo, que tudo fez para que esse dia chegasse e que tanto amor e carinho me proporcionou. E mesmo agora, presente apenas em meus sonhos, sempre estará comigo.

Ao meu querido pai, Luis Alberto de Araujo, que me proporcionou valiosos incentivos e investiu em minha formação, que sempre me apoiou e tudo fez para que eu chegasse até aqui, com muito carinho, dedicação e amor.

À minha irmã, Juliana Camolese de Araujo, que eu amo muito e que se mostrou uma pessoa extremamente corajosa. Agradeço pelo apoio e pelas conversas.

Ao meu querido Samuel Telhado, agradeço por todo o incentivo e apoio recebido, bem como pelo amor, carinho e compreensão.

Ao meu orientador, Dr. Paulo César Tavares de Melo, não tenho palavras suficientes para agradecer o apoio recebido em todos os momentos! Muito mais que um orientador, um grande amigo. Agradeço pela inestimável confiança, compreensão e paciência.

Dedico e Ofereço.

AGRADECIMENTOS

- À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) pelos ensinamentos e experiência que me ofereceu.
- Ao Prof. Dr. Paulo César Tavares de Melo, pela orientação, profunda amizade, dedicação, paciência, confiança, convívio e apoio em todos os momentos, desde a graduação, muito obrigado!
- Ao Prof. Dr. Carlos Armênio Khatounian pelo apoio e pela amizade.
- Ao Dr. Edmilson Ambrosano por todo o apoio.
- Ao Prof. Dr. Adilson Dias Paschoal, pelo exemplo e pela coragem de trabalhar com agricultura orgânica quando todos duvidavam, por ter orientado o Grupo de Agricultura Orgânica “Amaranthus”, por ser sempre uma fonte de inspiração para os que trabalham com a agricultura orgânica.
- Ao Dr. Carlos Ledo, pela orientação na área estatística e apoio nas análises dos dados.
- Aos meus amigos Rogério Sakai, Daniel Souza, Zarina Neves, Karina de Lima, Paula Porrelli Moreira da Silva, pelo inestimável apoio, incentivo e amizade.
- Às minhas amigas Ludmila Mello, Eloise Mello Viana, Fabiana Ferraz Aud, Ana Clarissa Negrini, Di Roza, Sílvia Mardegan, Angélica Jaconi, pela amizade, carinho e incentivo.
- Aos amigos Augusto César Moura da Silva e Hermínio Souza Rocha, pelo apoio na correção da tese e amizade.
- Ao amigo Denis Santiago da Costa, pela amizade e por todo apoio recebido durante a pós-graduação.
- À Luciane Lopes Toledo, do Programa de Pós-Graduação da Fitotecnia, por todo apoio recebido.
- À CAPES, pelo apoio financeiro através de bolsa de pesquisa.
- Ao Marcos Bellini, da empresa Promip por ter cedido produtos para o controle biológico do experimento.
- À empresa Itaforte – Bio Produtos por ter cedido produtos para o controle biológico de fungo de solo.
- Ao Grupo de Agricultura Orgânica Amaranthus – ESALQ/USP, pela oportunidade de participar da nova reconstrução agroecológica.

"Entre as dificuldades se esconde a oportunidade."

John A. Wheeler

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 DESENVOLVIMENTO.....	23
2.1 Revisão bibliográfica.....	23
2.1.1 Aspectos gerais e econômicos da cultura do tomateiro.....	23
2.1.2 Crescimento, florescimento e formação do fruto do tomateiro.....	24
2.1.3 Melhoramento genético do tomateiro.....	26
2.1.4 Grupos comerciais de tomate de mesa	30
2.1.4.1 Grupo Santa Cruz	30
2.1.4.2 Grupo Italiano.....	32
2.1.5 Cultivares de polinização aberta versus híbridos	32
2.1.6 Sistema orgânico de produção	34
2.1.6.1 Características gerais	34
2.1.6.2 Legislação.....	35
2.1.6.3 Manejo orgânico.....	36
2.1.7 Características qualitativas do tomate	39
2.2 Material e métodos	43
2.2.1 Delineamento experimental.....	43
2.2.2 Cultivares utilizadas	45
2.2.3 Local de instalação do experimento	47
2.2.4 Instalação do experimento.....	48
2.2.5 Tratos culturais	51
2.2.6 Avaliações	53
2.2.6.1 Componentes de produtividade e caracterização.....	53
2.2.6.2 Parâmetros de qualidade do fruto	55
2.2.6.3 Análise sensorial: Teste de aceitação com escala hedônica	56
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 Análise de variância dos componentes da produtividade.....	59
3.1.1 Produtividade total.....	59
3.1.2 Número de frutos comerciais por planta (FC).....	60

3.1.3 Produtividade comercial	62
3.1.4 Produtividade de frutos não-comercializáveis	63
3.2 Análise de variância dos componentes da caracterização dos frutos	65
3.2.1 Interação entre as cultivares e as colheitas	65
3.2.1.1 Massa média do fruto comercial	66
3.2.1.2 Comprimento do fruto.....	69
3.2.1.3 Diâmetro médio do fruto.....	72
3.2.1.4 Relação entre o comprimento e diâmetro do fruto (CM/DM)	75
3.2.1.5 Diâmetro da cicatriz peduncular do fruto	78
3.2.1.6 Número de lóculos por fruto e espessura da parede do fruto.....	81
3.2.2 Interação entre grupos varietais e as colheitas	83
3.2.3 Interação entre os tipos de cultivares e as colheitas	84
3.3 Parâmetros de qualidade do fruto.....	86
3.3.1 pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e cor instrumental (luminosidade, ângulo de cor Hue e cromaticidade).....	86
3.4 Avaliação sensorial	91
4 CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	95
APÊNDICES.....	105

RESUMO

Bioprospecção de genótipos de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* L.) com potencial de adaptação ao sistema de cultivo orgânico

Os objetivos do trabalho foram determinar a produtividade e seus componentes e caracterizar física, qualitativa e sensorialmente os frutos de tomate de cultivares híbridos e de polinização aberta, dentro dos grupos Santa Cruz e Italiano, visando o consumo in natura. Utilizaram-se 14 cultivares de tomate de mesa, sendo seis experimentais e oito comerciais. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis repetições e cinco plantas úteis por parcela. Avaliaram-se a produtividade total (PT), produtividade comercial (PC), produtividade não-comercializável (NC), número de frutos comerciais por planta (FC), massa média do fruto (MM), número de lóculos por fruto (LC), comprimento do fruto (CM), diâmetro do fruto (DM), relação entre comprimento e diâmetro do fruto (CM/DM), diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede do fruto (EP), em colheitas entre julho e setembro de 2010. A produtividade total média das cultivares foi de 51 t ha⁻¹ e a comercial média foi de 41 t ha⁻¹. As cultivares HTV 0601, Netuno, Bari e Granadero apresentaram os maiores valores para a produtividade total, a produtividade comercial e o número de frutos comerciais por planta. Dessas, as três primeiras também obtiveram as melhores notas em todos os atributos sensoriais avaliados. As cultivares HTV 0601, Granadero, Netuno, Bari e IAC 4 obtiveram as maiores produções comerciais, com 59,3, 50,2, 49,3, 48,8 e 45,8 t ha⁻¹, respectivamente. As cultivares HTV 0601, Granadero, Bari e Netuno apresentaram os maiores valores tanto de PT, quanto de PC e FC. Dessas, as três primeiras também apresentaram relação CM/DM constantes durante as colheitas, indicando frutos de formato uniforme durante todo o ciclo, característica desejável para a comercialização. Para as análises físico-químicas, as amostras dos frutos maduros foram retiradas aleatoriamente de cinco plantas de cada parcela, etiquetadas e mantidas sob refrigeração a 5 °C até o momento das análises. Em seguida, os frutos de cada cultivar foram misturados, triturados e divididos em triplicatas para as análises físico-químicas. Nas análises físico-químicas verificou-se que o valor da relação sólidos solúveis (SS)/acidez titulável (AT) foi maior nas cultivares IAC 3 e IAC 6. Com relação ao teor de SS, os maiores valores foram obtidos pelas cultivares IAC 1 e IAC 6. Para constatar a aceitação pública das cultivares, foi realizada uma análise sensorial dos frutos com 75 provadores, utilizando-se uma escala hedônica de sete pontos. As cultivares do grupo Italiano: IAC 4, IAC 6, Netuno e Bari; bem como as cultivares do grupo Santa Cruz: IAC 1, IAC 5, HTV 0601 e Débora Victory obtiveram as melhores notas em todos os atributos sensoriais avaliados. Todas as cultivares apresentaram frutos de qualidade, com valores da relação SS/AT maiores que 10 e teor de SS maior que 3%, sendo adequadas ao consumo in natura.

Palavras-chave: Sistema orgânico de produção; Caracterização; Características organolépticas; Segmentação varietal; Produtividade; Hortaliças

ABSTRACT

Bioprospecting tomato genotypes (*Solanum lycopersicum* L.) with potential to be adapted to the organic culture system

The objectives of this work were to determine the yields' components and to realize the physical, chemical and sensorial characterization, for hybrid and open pollinated tomato, within the Santa Cruz and Italian groups, aiming fresh consumption. A total of 14 fresh market tomato cultivars were used, six of them being experimental varieties and eight commercial were ones. The experimental design was in randomized blocks with six replicates and five plants per plot. Evaluations consisted of total production (TP), commercial production (CP), non commercial production (NCP), number of commercial fruits per plant (NCFP), fresh average fruit mass (FAFM), number of fruit locules (FL), fruit length (FL), fruit diameter (FD), length over diameter ratio of the fruits (FL/FD), diameter of the peduncle scar (DPS) and thickness of the fruits' peel (TP), in a total of 11 harvests between July and September 2010. The average total production of all cultivars was 51 t ha⁻¹ and the average commercial production was 41 t ha⁻¹. Cultivars HTV 0601, Netuno, Bari and Granadero produced the highest total yield, commercial yield and of commercial fruits per plant. Cultivars HTV 0601, Netuno and Bari also had the best scores in all the sensorial traits evaluated. Cultivars HTV 0601, Granadero, Netuno, Bari and IAC 4 produced the highest commercial yields with 59,3, 50,2, 49,3, 48,8 e 45,8 t ha⁻¹, respectively. Cultivars HTV 0601, Granadero, Bari and Netuno produced the highest values for TP, as well as for CP and NCFP. Among these, the first three varieties also presented a constant length over diameter ratio FL/FD along the harvests, indicating uniform size of the fruits along all production cycle, which is a desired trait for commercialization. For the chemico-physical analysis, samples of ripen fruits were randomly extracted from five plants in each plot, labeled and maintained under refrigeration at 5 °C until the moment of analysis. Afterwards, fruits of all cultivars were mixed, grinded and divided in triplicates to be submitted to the physicochemical analysis. From the physicochemical analysis it was observed that the value of the ratio between soluble solids (SS)/titratable acidity (TA) was higher in the cultivars IAC 3 and IAC 6. In relation to the SS content, the highest values were obtained by cultivars IAC 1 and IAC 6. In order to evaluate the commercial value of the cultivars, a sensorial analysis was carried out with fruits tried by 75 individuals, using a hedonic scale of seven points. The cultivars of the Italian group: IAC 4, IAC 6, Netuno and Bari; as well as the cultivars of the Santa Cruz group: IAC 1, IAC 5, HTV 0601 and Débora Victory reached the best scores in all the sensorial traits evaluated. All the cultivars presents reasonable quality of the fruits, with SS/TA ratio values higher than 10 and SS values higher than 3%, being characterized as adequate for in natura consumption.

Keywords: Organic production system; Characterization; Organoleptic traits; Variety segregation; Yield; Vegetable crops

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui da área experimental. Piracicaba, SP, 2010.....	44
Figura 2 - Massa média do fruto durante as colheitas	68
Figura 3 - Comprimento médio do fruto durante as colheitas.....	71
Figura 4 - Diâmetro médio do fruto durante as colheitas	74
Figura 5 - Relação do comprimento pelo diâmetro do fruto, durante as colheitas.....	77
Figura 6 - Diâmetro da cicatriz peduncular do fruto, durante as colheitas.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais características das cultivares utilizadas no experimento. Piracicaba, SP, 2010.....	45
Tabela 2 - Valores médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação mensal. Estes dados foram registrados no período do experimento, de abril a setembro de 2010. Piracicaba, SP, 2010	47
Tabela 3 - Caracterização físico-química do solo Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico, na profundidade de 0 a 20 cm, onde foi realizado o experimento. Piracicaba, SP, 2010.....	48
Tabela 4 - Época, quantidade e produtos aplicados nas adubações de plantio, foliares e de coberturas durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010	49
Tabela 5 - Época, quantidade e produtos para controle fitossanitário aplicados durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010.....	52
Tabela 6 – Esquema do delineamento experimental em Quadrados Latinos Incompletos utilizando 15 tratamentos para as amostras de tomate. Piracicaba, SP, 2010	57
Tabela 7 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para produtividade total de frutos (PT); produtividade comercial de frutos (PC), número de frutos comerciais por planta (FC) e produtividade não comercial (NC), em cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010.....	59
Tabela 8 - Produtividade total de frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	60
Tabela 9 - Número de frutos comerciais das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	61
Tabela 10 - Produtividade comercial de frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	62
Tabela 11 - Produtividade de frutos não-comercializáveis das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010.....	64
Tabela 12 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate e as colheitas. Piracicaba, SP, 2010	65

Tabela 13 - Massa média do fruto (MM), em gramas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	67
Tabela 14 - Comprimento do fruto (CM) das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	70
Tabela 15 - Diâmetro do fruto (DM), em cm, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010.....	73
Tabela 16 - Relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto (CM/DM), das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010.....	76
Tabela 17 - Diâmetro médio da cicatriz peduncular do fruto, em cm, ao longo das colheitas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010.....	79
Tabela 18 - Número de lóculos por fruto e espessura da parede do fruto, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010.....	82
Tabela 19 - Variação do número de lóculos por fruto e da espessura da parede do fruto, ao longo das colheitas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010	82
Tabela 20 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano e as colheitas. Piracicaba, SP, 2010	83
Tabela 21 - Valores médios da massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por fruto (LC), relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM) e diâmetro da cicatriz peduncular (CP) do fruto em função dos grupos varietais. Piracicaba, SP, 2010	84
Tabela 22 - Valores médios da massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por fruto (LC), relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM), diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP) dos frutos em função das colheitas. Piracicaba, SP, 2010.....	84
Tabela 23 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre o comprimento e o diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate na interação tipos de cultivares e colheitas. Piracicaba, SP, 2010.....	85

Tabela 24 - Valores médios de massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por frutos (LC), relação entre o comprimento e diâmetro (CM/DM), diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP) do fruto em função do tipo de cultivar. Piracicaba, SP, 2010.....	85
Tabela 25 - Valores médios de massa média (MM), comprimento médio (CM) e diâmetro médio (DM) em função do tipo de cultivar e colheitas. Piracicaba, SP, 2010....	86
Tabela 26 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para as características físico-químicas de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), luminosidade (L*), ângulo de cor Hue (graus) e cromaticidade (croma) nas cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010.....	87
Tabela 27 - Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e cor L*, °Hue e Croma para cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010.....	88
Tabela 28 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para os atributos sensoriais de sabor, cor da epiderme, cor interna, textura e impressão global, nas cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010.....	91
Tabela 29 - Valores médios dos atributos sensoriais das cultivares de tomate dos grupos Italiano (ITA) e Santa Cruz (SC). Piracicaba, SP, 2010	92

1 INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das culturas de maior importância mundial, sendo cultivada em diversas latitudes geográficas, sob distintos graus de tecnologia. É considerado um alimento funcional, por ser um excelente suprimento de vitaminas e minerais, além da presença do licopeno, pigmento carotenóide que proporciona a coloração vermelha e que possui características antioxidantes (ALVARENGA, 2004).

O Brasil encontra-se entre os dez maiores produtores de tomate do mundo, sendo a cultura a segunda maior produzida de todas as hortaliças no país.

O segmento de tomates para consumo *in natura* foi influenciado por diversas modificações tecnológicas, como por exemplo, a introdução de cultivares do tipo longa vida. Todavia, os genes que proporcionam a característica “longa vida” a essas cultivares também alteram o sabor, o aroma, a textura e o teor de licopeno de maneira negativa (MELO, 2003).

Assim, com o objetivo de mitigar o efeito negativo junto aos consumidores, novas cultivares de tomate com características sensoriais superiores, conhecidas como tomate tipo Italiano ou Saladete, são colocadas à disposição no mercado pelas empresas de sementes. Os híbridos da cultivar Santa Clara (tipo Santa Cruz) apresentam maior vida de prateleira mesmo sem possuir os genes que retardam o processo de maturação. Desta maneira, seus frutos têm melhores características sensoriais em comparação com os frutos dos híbridos longa vida tradicionais, sendo também mais uniformes no tamanho e com coloração vermelha mais intensa (MELO, 2003).

A qualidade do tomate para mercado fresco é determinada pela aparência, firmeza e sabor enquanto a qualidade do tomate processado é determinada principalmente pelo teor de sólidos solúveis, cor, pH e firmeza (CLEMENTE; BOITEUX, 2012).

Vários estudos têm comparado as características de qualidade em frutas e oleráceas produzidas em sistemas orgânico e convencional de produção. Contudo não há resultados conclusivos sobre a superioridade nutricional ou qualitativa de nenhum dos sistemas. Segundo Pieper e Barret (2009), assumir que apenas o modo de produção seja responsável pela qualidade de frutas e oleráceas é um risco, pois outras variáveis devem ser consideradas tais como cultivar, clima, tipo de solo, práticas de irrigação, adubação, maturidade na colheita e cuidado pós-colheita.

A cultura e comercialização dos produtos orgânicos no Brasil foram aprovadas pela Lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Entretanto, sua regulamentação, ocorreu apenas em

27 de dezembro de 2007 com a publicação do Decreto Nº 6.323. Além desses, existem vários outros dispositivos legais no país.

Na agricultura orgânica não se utiliza substâncias que coloquem em risco a saúde humana e o ambiente. Não é permitida a utilização de fertilizantes sintéticos solúveis, agrotóxicos e transgênicos.

Para ser considerado produto orgânico, o mesmo deve ter como base do processo produtivo os princípios agroecológicos que englobam o uso responsável da água, do ar, do solo e dos demais recursos naturais, sempre com respeito às relações sociais e culturais.

Todo produtor orgânico deve fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em 2013, o número de produtores, associações e cooperativas de produtos orgânicos cadastrados compreende um pouco mais de 5 mil registros, uma quantia pequena, quando comparada com a crescente demanda.

Apesar do grande incentivo governamental para fomentar a produção orgânica, as dificuldades técnicas de campo resultantes das restrições da legislação, são um entrave para o avanço da produção orgânica no Brasil. Outro empecilho é dificuldade de se encontrar informações sobre as cultivares disponíveis, produzidos em sistema orgânico.

Dessa forma, a avaliação de cultivares, no mesmo sistema de produção, possibilita comparações entre cultivares de diferentes origens. Além disso, torna possível discriminar, de maneira eficiente, as cultivares com maior potencial de produção, qualidade e resistência a doenças e pragas.

Baseado no exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar 14 cultivares de tomate de mesa em sistema orgânico de produção quanto às características produtivas, às características físico-químicas e sensoriais a fim de identificar os mais adequados para a comercialização e consumo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Aspectos gerais e econômicos da cultura do tomateiro

Em 2011, a produção mundial de tomate, tanto de mesa quanto para indústria, atingiu o patamar de 159 milhões de toneladas numa área cultivada de 4,73 milhões de ha e produtividade média de $33,6 \text{ t ha}^{-1}$. Na China, maior produtor mundial, a produção foi de 48,6 milhões de t, em 985,9 mil ha e produtividade média de $49,3 \text{ t ha}^{-1}$ (FAO, 2013). Em 2011, a produção brasileira totalizou 4,14 milhões de t em uma área de 66,2 mil ha, com produtividade média de $62,6 \text{ t ha}^{-1}$ (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2012).

O tomateiro, *Solanum lycopersicum* L., é originário da região andina, abrangendo parte do Chile, Bolívia, Equador, Colômbia e Peru. Quando e onde ocorreu sua domesticação ainda é incerto. Presume-se que o México seja a região de domesticação, onde recebeu o nome de “tomatl”, sendo o Peru considerado como centro de diversidade de espécies selvagens (LARRY; JOANNE, 2007).

O tomateiro é uma espécie pertencente à ordem Tubiflorae, família Solanaceae e é uma das nove espécies do gênero *Solanum*. Contudo, devido à readequação da denominação científica do tomateiro, há autores que ainda utilizam *Lycopersicon esculentum* Mill. como o nome científico do tomateiro cultivado (SANTOS et al., 2011). No entanto, com base em evidências obtidas a partir de estudos filogenéticos com o uso de sequência de DNA (SPOONER et al., 2005) e estudos de morfologia e de distribuição das plantas, há ampla aceitação entre taxonomistas, melhoristas e geneticistas da nomenclatura *Solanum lycopersicum* L. (SPOONER et al., 2005; PERALTA; KNAPP; SPOONER, 2006), conforme consta no *Code of Nomenclature for Cultivated Plants* (BRICKELL et al., 2004).

A planta do tomateiro é herbácea, autógama e apresenta menos de 5% de fecundação cruzada. Tem caule redondo, piloso e macio, que se torna fibroso ao passar do tempo. As flores são hermafroditas e normalmente em número de 3 a 12, reunidas em forma de cachos, pequenas e amarelas. Ao caírem, na forma de nós no ponto de união dos pedúnculos, dão origem aos frutos (FONTES; SILVA, 2002). O fruto do tomateiro é uma baga, carnosa e suculenta, podendo ser bi, tri ou plurilocular, desenvolvido a partir de um ovário de 5 a 10 mg de peso e atinge, quando maduro, peso final entre 5 e 500 g, a depender da cultivar e das

condições ambientais. O tempo para o desenvolvimento de um fruto maduro, a partir do ovário fecundado, varia de acordo com a cultivar, posição do fruto na planta e das condições ambientais, podendo atingir de sete a nove semanas. Nas primeiras duas a três semanas, o crescimento inicial é lento e o fruto atinge no máximo, 10% do seu peso final. Após essa fase, o crescimento celular é rápido e o fruto atinge o máximo de seu desenvolvimento. Esse período varia de três a cinco semanas. A terceira fase é a maturação do fruto, onde ocorre um aumento brusco da produção de etileno pela planta, há pouco crescimento em massa, contudo, ocorrem muitas atividades metabólicas. Essa fase dura cerca de uma a duas semanas (ALVARENGA, 2004).

As condições climáticas mais favoráveis à floração e à frutificação compreendem temperaturas diurnas de 18°C a 25°C e noturnas de 13°C a 24°C. Com temperaturas acima de 28°C há prejuízo na firmeza e na cor dos frutos, tornando-se amarelados, pois ocorre a inibição da síntese do licopeno e de outros pigmentos que lhes dão a coloração vermelha característica (SILVA; GIORDANO, 2000). Dessa forma, em diferentes ambientes, sob diferentes temperaturas, o comportamento das cultivares varia.

A espécie *S. lycopersicum* apresenta diversas cultivares que visam atender às mais diversas demandas do mercado de tomate de mesa e para o processamento industrial (SILVA; GIORDANO, 2000; FONTES; SILVA, 2002). A escolha das cultivares baseia-se nas fontes de resistência com relação a doenças e nematóides, além de características mercadológicas desejáveis, como o tamanho e a uniformidade dos frutos (FONTES; SILVA, 2002).

2.1.2 Crescimento, florescimento e formação do fruto do tomateiro

O sistema de crescimento do tomateiro é simpodial e o hábito de crescimento pode ser determinado, geralmente em variedades ou híbridos utilizados para produção de molhos e *ketchup*, ou indeterminado, na maioria das cultivares utilizadas para produção de tomate de mesa para atender o mercado de consumo in natura. O hábito de crescimento além de influenciar no manejo da cultura, pode afetar parâmetros de produtividade, como o teor de sólidos solúveis totais (SST) nos frutos. Emery e Munger (1970) concluíram que tomateiros de crescimento indeterminado apresentavam maior teor de sólidos solúveis (°Brix). No trabalho realizado por Fridman et al. (2002), os frutos de tomateiro de hábito semi-determinado apresentam teor de sólidos solúveis totais cerca de 12,5% maior que tomateiros de crescimento determinado. Para os tomateiros de hábito indeterminado, esse valor passou a ser 32% maior que os determinados.

O crescimento simpodial do tomateiro é formado por um segmento inicial abrangendo de 6 a 12 folhas verdadeiras, que variam de acordo com a cultivar, e após, por uma inflorescência terminal com distintos segmentos simpodiais, cada um com três nós vegetativos, folhas, e uma inflorescência terminal (MOLINERO-ROSALES et al., 2004). Esse padrão de crescimento é repetido pela sucessiva formação de segmentos ou unidades simpodiais, resultando do recém-surgido meristema simpodial. Dessa forma, a arquitetura do tomateiro é tida como uma alternância regular das fases vegetativas e reprodutivas, ao longo dos brotos axilares e primário. Com relação ao florescimento, o tomateiro é uma hortaliça de dia neutro, isto é, floresce independentemente das condições do fotoperíodo (KINET; PEET, 1997).

Apesar das diferenças entre os sistemas simpodial e monopodial, os genes que mantêm o estado indeterminado do broto apical em *Arabidopsis*, *TERMINAL FLOWER* (TFL1), e *Antirrhinum*, *CENTRORADIALIS* (CEN), tem um ortólogo no genoma do tomateiro, o gene *SELF PRUNING* (SP) (PNUELI et al., 1998). Esse gene é considerado o principal responsável pelo controle do hábito de crescimento, por atuar na regularidade com a qual a fase vegetativa e reprodutiva se alternam, no chamado crescimento simpodial.

Uma mutação em SP ou a supressão de sua atividade por um RNA antissenso não tem efeito na arquitetura do segmento inicial ou do tempo de florescimento, em termos de número de nós. Contudo, o alelo mutante *sp* promove uma redução gradual no número de nós vegetativos. Já a superexpressão de SP ou CEN em plantas de tomateiro resulta na expansão da fase vegetativa (PNUELI et al., 1998).

O gene SP é um dos integrantes de uma pequena família gênica composta por seis genes, que atuam no controle do hábito de crescimento. Esses genes estão mapeados nos cromossomos 2 (SP2I), 3 (SP3D), 5 (SP5G), 6 (SP6A e SP) e 9 (SP9D). Ainda, o gene *SINGLE FLOWER TRUSS* (SFT), homólogo ao SP3D, também integra essa família e está envolvido na transição floral e no desenvolvimento de partes aéreas. O SFT induz florescimento a longa distância e transmite sinais via enxertia entre sistemas diferentes de florescimento. Portanto, o gene SFT é necessário para o desenvolvimento normal do meristema simpodial. O florescimento normal ocorre com 8 a 12 folhas, já o mutante *sft* promove um florescimento tardio, 18 a 20 folhas, e uma inflorescência vegetativa. A reduzida expressão do gene SP em plantas mutantes *sft*, indica que a função de controle do desenvolvimento simpodial de SFT depende da interação com o gene SP, provavelmente agindo como um regulador a jusante de SP no meristema simpodial (MOLINERO-ROSALES et al., 2004). Assim, os genes SP e SFT são homólogos com funções opostas, visto que o SP

reprime o florescimento e o SFT induz o florescimento. As giberelinas (GA) também atuam na floração do tomateiro, visto que mutantes deficientes em GA necessitam de giberelinas exógenas para a produção de flores (LOZANO et al., 2009).

A transição floral é a conversão do meristema apical vegetativo em reprodutivo e ocorre por meio da interação entre diferentes sinais ambientais e endógenos (LIFSCHITZ et al., 2006), provocando alterações morfológicas nas células do meristema apical.

No tomateiro o meristema apical produz inicialmente ramos laterais e folhas. Após a indução floral, que é um processo complexo e moderado por elementos endógenos e ambientais, a planta inicia a fase reprodutiva. Essa fase afeta o meristema apical, que altera seu padrão de desenvolvimento, originando assim a produção floral (LOZANO et al., 2009).

A formação do fruto no tomateiro envolve três fases. A primeira fase se inicia na antese e compreende o desenvolvimento do ovário e a decisão de abortar ou continuar com o estabelecimento do fruto, influenciada principalmente pelos fatores ambientais. Na segunda fase, ocorre o crescimento inicial do fruto devido à divisão celular e o desenvolvimento dos embriões. Na terceira e última fase, a divisão celular cessa e o crescimento dos frutos continua por meio da expansão celular até que o fruto alcance seu tamanho final. Assim que o fruto esteja completamente desenvolvido, com as sementes maduras, há um aumento na respiração e na síntese de etileno, promovendo o amadurecimento e a maturação. Dessa forma, no início do amadurecimento ocorrem alterações físicas e bioquímicas influenciando a textura, sabor, cor, aroma, suscetibilidade a patógenos oportunistas e conteúdo nutritivo, devido às atividades gênicas para indução de etileno, que causa a degradação da parede celular dos diversos compartimentos do fruto (GIOVANNONNI, 2004). Portanto, vários são os genes e suas interações que afetam o processo de amadurecimento do fruto.

A compreensão da função bioquímica e do efeito fisiológico de tais genes em interação com o ambiente e com outros genes (epistasia) é condição necessária para que características agronômicas como precocidade e teor de sólidos solúveis sejam alteradas (GIOVANNONNI, 2004). Além disso, fornece subsídios para o entendimento dos hábitos de crescimento do tomateiro e como combinar as suas vantagens por meio do melhoramento genético.

2.1.3 Melhoramento genético do tomateiro

Os objetivos dos programas de melhoramento genético variam de acordo com o local, necessidades e recursos. Contudo, é possível separá-los em quatro grandes vertentes ao longo

dos anos: década de 70, quando o foco do melhoramento era aumentar a produtividade; década de 80, quando o objetivo era uma maior vida de prateleira; década de 90, quando se procurou melhorar o sabor do tomate; e, atualmente, com ênfase em frutos com maior qualidade nutricional (BAI; LINDHOUT, 2007).

No início do século 20, instituições públicas dos Estados Unidos se envolveram mais com o melhoramento do tomate. Enquanto isso, empresas privadas mudaram o melhoramento de cultivares de polinização aberta para híbridas. Uma das características das cultivares híbridas é que combinam atributos desejáveis de ambos parentais, porém, ocorre segregação na progênie, desencorajando a multiplicação de sementes pelos produtores. Atualmente, são poucas as empresas de melhoramento de tomate no mundo, resultando num mercado altamente competitivo e inovador, pois o tempo médio de uma cultivar no mercado é de aproximadamente cinco anos (BAI; LINDHOUT, 2007).

A busca pela resistência a fatores bióticos e abióticos também é constante em programas de melhoramento. No Brasil, as instituições públicas como o Instituto Agrônômico (IAC) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) têm programas de melhoramento genético de tomateiro, com busca por cultivares com resistência a pragas e doenças, e com maior capacidade produtiva. Há inúmeras pragas que atacam o tomateiro, convencionalmente controladas com o uso de produtos químicos, tais como inseticidas, fungicidas, bactericidas, impactando no custo de produção, além de apresentarem risco de contaminação para produtores, consumidores e para o ambiente (BAI; LINDHOUT, 2007).

Os tomates selvagens apresentam uma ampla diversidade genética, especialmente dentro de espécies auto-incompatíveis, como *S. chilense* e *S. peruvianum* (BAI; LINDHOUT, 2007). O sistema reprodutivo do tomateiro influenciou a evolução das espécies selvagens de tomate, podendo ser alógamas auto-incompatíveis, alógamas facultativas e auto-compatíveis a autógamas e auto-incompatíveis (PERALTA; SPOONER, 2007). Comparada com a rica diversidade genética das espécies selvagens, a diversidade da espécie cultivada é pobre. Estima-se que os genes das cultivares de tomate contêm menos que 5% da variação genética das espécies selvagens (MILLER; TANKSLEY, 1990). Assim, a domesticação do tomate causou um “afunilamento” genético, reduzindo a variação genética pela seleção ocorrida nas cultivares levados dos Andes para a América Central, e de lá para a Europa. A partir da década de 40 os geneticistas observaram que o cruzamento entre espécies selvagens e espécies cultivadas gerava uma nova diversidade genética na descendência, com novos atributos favoráveis, anteriormente não expressos nas espécies selvagens (BAI; LINDHOUT, 2007).

Um dos eventos mais rápidos e profundos que ocorreu na evolução das plantas foi a domesticação das espécies. As alterações resultantes abrangem desde a distribuição das espécies no planeta até mudanças na anatomia das plantas, permitindo o aumento do tamanho do fruto desejável do ponto de vista humano (NESBITT; TANKSLEY, 2002).

A domesticação influenciou não só o tamanho, mas também o formato do fruto. As espécies selvagens de tomateiro apresentavam frutos pequenos e redondos, visando a propagação da espécie. Pelo fato da domesticação ter ocorrido há tempos remotos, o caminho da evolução relacionado à transição do tamanho do fruto é desconhecido. Com relação ao formato do fruto, alguns estudos genéticos revelaram vários locos que causam diferenças fenotípicas no formato, distinguindo os tomates domesticados de seus parentais selvagens. Ao se cruzar o tomate cultivado com o tomate selvagem, ocorrem mutações em cerca de seis QTLs (*Quantitative Trait Loci*), responsáveis pela transformação dos pequenos frutos selvagens em frutos maiores das cultivares modernas. Um desses QTLs é o *fruit weight 2.2* (*fw2.2*) que aumenta o peso do fruto em 30% (BAI; LINDHOUT, 2007). Acredita-se que as mutações ocorridas no gene *fw2.2* foram o primeiro passo no caminho da domesticação (FRARY et al., 2000).

Trabalho de Nesbitt e Tanksley (2002) por meio da aplicação de técnicas filogenéticas procurou determinar a natureza e a origem das mutações no alelo *fw2.2*, que possibilitaram a domesticação nos alelos do genoma do tomate. Utilizou-se uma série de alelos de *fw2.2*, que foram sequenciadas de acessos de cultivares modernas, *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* e *S. pimpinellifolium*. Uma das conclusões é que o relógio molecular, conceito baseado no acúmulo de mutações espontâneas a uma velocidade constante ao longo do tempo evolutivo em um determinado gene, sugere que o alelo de fruto largo (*fw2.2*), atualmente presente na maior parte das cultivares modernas de tomate, surgiu no germoplasma do tomate muito antes da domesticação. Ainda segundo os autores, os acessos existentes de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*, a subespécie tida como o mais provável ancestral selvagem do tomate domesticado, parece ser uma mistura de tomates selvagens e cultivados, ao invés de uma etapa de transição de tomates selvagens a domesticados.

O formato dos frutos pode variar de achatado a alongado e é determinado pela fase de desenvolvimento do carpelo. A mutação *o* controla o formato oval dos frutos (KU et al., 1999), juntamente com QTLs menores. Além disso, as condições ambientais também podem influenciar a forma final do fruto.

A coloração do fruto depende do conteúdo de pigmentos carotenóides, licopeno e, em menor extensão, do beta-caroteno. Os carotenóides não estão homogeneamente distribuídos

no fruto, sendo que a maior concentração está na camada externa do pericarpo (THAKUR; SINGH; NELSON, 1996).

As mutações nos tomates originam novos materiais para melhoristas, sendo também um importante mecanismo para segregar genes relevantes que regulam os padrões de desenvolvimento do tomate (LOZANO et al., 2009).

Há mutações monogênicas que alteram a biossíntese de carotenóides, reduzindo a síntese de licopeno, originando frutos amarelos ou laranjas, tais como mutações *r*, *B*, *t*, *Del* e *at*. Por outro lado, plantas que carregam as mutações *og^c*, *dg* ou *hp* produzem frutos com vermelho mais intenso. Estes mutantes permitiram a elucidação da rota biossintética dos carotenóides (RONEN et al., 2000). Já a mutação *y* origina tomates com a epiderme transparente, o que leva a frutos de coloração rosa, muito apreciados na Ásia. A ausência da cor verde no colar do fruto antes do amadurecimento ocorre devido a uma única mutação (*u*, para amadurecimento uniforme), amplamente utilizada nas cultivares atuais (SALIBA-COLOMBANI et al., 2001). Com o objetivo de aumentar a firmeza do fruto e a vida de prateleira, melhoristas têm usado mutações no amadurecimento e o efeito cumulativo de vários genes. Várias mutações que afetam o amadurecimento do fruto são conhecidas: a mais usada em tomate é a *rin* (inibidor de amadurecimento), descrita inicialmente em 1968. Além dessa mutação, há a *nor* (não amadurecimento) encontrada numa variedade canadense e a *alc* (alcobaça) observada primeiramente em Portugal (CAUSSE; DAMIDAUX; ROUSSELLE, 2007).

A textura é um importante parâmetro de qualidade do fruto. Todavia, o mecanismo pelo qual ocorre o amaciamento dos frutos não é completamente entendido. Tem sido sugerido que decréscimos na firmeza durante o amadurecimento de frutos são devido a alterações nas características dos polissacarídeos da lamela média da parede celular, cujos principais componentes são as substâncias pécticas (BATISSE; FILS-LYCAON; BURET, 1994). Ainda, a espessura da casca, a textura da polpa e a estrutura locular dos frutos também afetam a textura (RESENDE et al., 2004). Assim, a perda progressiva de textura durante a maturação do tomate tem sido atribuída à redução na espessura das paredes celulares, pela decomposição de protopectinas, celulosas, hemicelulosas e amido. A função das enzimas pectolíticas, pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) durante a maturação do tomate tem sido pesquisada em genética e bioquímica, até níveis de expressão de genes (FISCHER; BENNETT, 1991).

O amaciamento de frutos pelo aumento *in vivo* da suscetibilidade das pectinas a PG durante o amadurecimento é altamente influenciado pela PME (KOCH; NEVINS, 1989). Essa

enzima catalisa a desmetilação do C₆ do grupo carboxílico dos resíduos de galacturosil, desesterificando-os. Dessa forma, a PG só catalisa a hidrólise das ligações α 1-4 do ácido galacturônico quando desesterificados (FISCHER; BENNETT, 1991). Assim, a PME é encontrada em todos os estádios de desenvolvimento do tomate e age sobre a hidrólise, contudo, o aumento em sua atividade só ocorre durante o amadurecimento (PRESSEY; AVANTS, 1982).

A transcrição da PG é reduzida em mutantes de tomates com os genes *rin*, *nor*, *Nr* ou *alc*, provavelmente por não acumular o RNA mensageiro que a codifica. Todavia, esses genes podem afetar o sabor, o aroma e a cor dos frutos (MUTCHLER et al., 1992).

2.1.4 Grupos comerciais de tomate de mesa

2.1.4.1 Grupo Santa Cruz

A obtenção do tomate Santa Cruz ocorreu sem que houvesse nenhum programa de melhoramento genético com o propósito de disponibilizar uma nova cultivar ao mercado. As versões sobre sua origem são várias. Numa das versões, o melhorista e virologista do Instituto Agrônômico (IAC), Dr. Hiroshi Nagai, afirma que o tomate Santa Cruz teria sido produzido de um possível cruzamento natural entre as variedades Rei Humberto e Redondo Japonês ou Chacareiro, ocorrido em Suzano – SP, no final da década de 1930, em plantios de tomate dos Srs. Ono ou Hanashiro, associados da extinta Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC) (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009).

Esses produtores e outros cooperados se mudaram para a cidade de Santa Cruz, no Estado do Rio de Janeiro, durante a II Guerra Mundial, e lá plantaram essa cultivar que passou a ser conhecida no mercado do Rio de Janeiro como “tomate Santa Cruz”. Essa cultivar retornou ao Estado de São Paulo em 1945, onde teve aceitação comercial imediata (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009).

A população Santa Cruz original apresentava características intermediárias entre os prováveis parentais. Contudo, os frutos não eram compridos e ocos como os de ‘Rei Humberto’ nem curtos e globosos como os de ‘Redondo Japonês’; eram firmes, biloculares, cheios; exibiam inserção peduncular média, ligeiramente pontudos na porção estilar; tinham diâmetro longitudinal de 60 mm e transversal de 50 mm; e massa média de 65 a 70 g. Além disso, os frutos apresentavam resistência ao transporte a longa distância, desde que colhidos no estágio “de vez” (pintando). Ainda, ressalta-se que na década de 40, a preferência

comercial era por frutos de calibre pequeno, com no máximo 90 g (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009).

Até a década de 50 houve intensa seleção massal por parte dos produtores paulistas, cujo objetivo era selecionar linhagens com maior capacidade de tolerância ao frio e frutos maiores. Essas seleções entraram no mercado com os nomes de seus obtentores ('Santa Cruz Yokota', 'Kada', 'Samano', 'Kazue' e 'Ozawa'). A 'Santa Cruz Kada' foi líder de mercado por vários anos (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009).

A realização de programas de melhoramento voltados à obtenção de novas cultivares do tipo Santa Cruz iniciou-se nas instituições públicas de pesquisa, na década de 60, seguida posteriormente pelo setor privado (MELO; MELO; BOITEUX, 2009).

Em 1969 a cultivar IAC-Ângela foi lançada e obteve a preferência do mercado devido à resistência ao vírus da risca-do-tomateiro (PVY), principal doença da década de 60 e início da década de 70, e à alta produtividade nas diferentes regiões produtoras de tomate de mesa do país. Após curto período, várias seleções derivadas da 'IAC-Ângela' com destaque para 'Ângela Super', 'Ângela LC', 'Ângela Zambon', 'Ângela Hiper' e 'Ângela G-I' dominaram o mercado (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009).

A seleção 'Ângela Gigante I-5.100' alcançou grande sucesso comercial em 1978, por aumentar ainda mais a massa média de frutos da categoria extra AA, de melhor cotação no mercado. A massa média dos frutos das cultivares mais plantadas estava por volta de 120 g, enquanto que os frutos de 'Ângela Gigante I-5.100' tinham ao redor de 170 g (NAGAI, 1993 apud SHIRAHIGE, 2009). A área plantada dessa cultivar até o final da década de 80, atingiu 70% da área plantada com tomateiro estaqueado no Brasil (MELO, 2003).

A cultivar representante do Grupo Santa Cruz, a "IAC - Santa Clara", possui porte mais baixo e frutos sem ombros verdes, com três lóculos, graúdos (extra AA com média de 215 g) e mais arredondados do que as da cultivar tradicional IAC-Ângela. Foi lançada em 1985, mas suas sementes só chegaram ao mercado dois anos depois, superando a cultivar 'Ângela Gigante I-5.100' em todas as regiões produtoras de tomate estaqueado. Assim, em aproximadamente três décadas, as seleções realizadas nas populações do grupo Santa Cruz propiciaram um extraordinário e progressivo aumento da massa média do fruto de 250 a 300% (MELO, 2003).

A atual participação no mercado dos tomates do grupo Santa Cruz é pequena e baseia-se nos híbridos chamados de longa vida estrutural, cujos frutos exibem elevada firmeza e conservação pós-colheita, dependendo da maturação e da temperatura do ambiente, variando

de 8 a 21 dias (DELLA VECCHIA; KOCH, 2000). Os principais híbridos desse grupo são Débora Plus, Débora Max, Kombat e Avalon.

2.1.4.2 Grupo Italiano

O segmento de tomates para consumo *in natura* foi influenciado por diversas modificações tecnológicas como, por exemplo, a introdução de cultivares do tipo longa vida. Todavia, os genes que proporcionam a característica “longa vida” a essas cultivares também alteram o sabor, o aroma, a textura e o teor de licopeno de maneira negativa. Assim, com o objetivo de mitigar o efeito negativo junto aos consumidores, novas cultivares de tomate são colocadas à disposição no mercado, com características sensoriais superiores, conhecidas como tomate tipo Italiano ou Saladete (MELO, 2003).

Os tomates do tipo Italiano apresentam tendência de expansão de cultivo nos últimos anos. Em geral, os frutos das cultivares do grupo Italiano disponíveis no mercado têm excelente qualidade gustativa e versatilidade de uso culinário, podendo ser consumido em salada, na confecção de molhos caseiros e na forma de tomate seco (SHIRAHIGE, 2009).

Os frutos das cultivares do Grupo Italiano são alongados (7 a 10 cm), com diâmetro transversal de 3 a 5 cm, parede espessa, biloculares, cor vermelha intensa, sabor adocicado através do bom equilíbrio da relação ácido/açúcar, textura, aroma agradáveis e maturação uniforme dos frutos (MELO, 2003).

Segundo Alvarenga (2004), os principais híbridos do grupo Italiano de porte indeterminado em cultivo atualmente no país são: Netuno, Saturno, Giuliana e Andréa.

Apesar dos híbridos Italianos também serem conhecidos como Saladete, estes deveriam fazer parte de outra classificação, visto que apresentam algumas características diversas do tipo Italiano. Normalmente, em outros países, os frutos de cultivares Saladete são menos alongados e, em geral, possuem fechamento estilar pontiagudo (MELO, 2009).

2.1.5 Cultivares de polinização aberta versus híbridos

No processo de triagem de cultivares de tomate, fatores como amplitude de adaptação, potencial produtivo, resistência ou tolerância a doenças e pragas, e características organolépticas superiores, são os atributos que definem a viabilidade ou não de seu cultivo em escala comercial. Na concepção de Primavesi (2001), as cultivares deveriam ter características apropriadas aos sistemas agroecológicos de cultivo, tais como: resistência à pragas e maior

eficiência na absorção e uso de nutrientes. Trabalho de Bettiol et al. (2004) comparou o desempenho produtivo da cultivar de tomate ‘Santa Clara’, de polinização aberta, com o híbrido ‘Débora’, ambos do mesmo grupo Santa Cruz, nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em condições de campo. Em ambos os sistemas de cultivo, ‘Débora’ mostrou nítida superioridade em termos de produtividade comercial em relação à ‘Santa Clara’.

As sementes de cultivares de polinização aberta apresentam menor custo do que as de híbridos F_1 , sendo possível sua multiplicação. Assim, o produtor pode produzir suas sementes, sem atrelar sua produção à compra de sementes de outra empresa, preservando, de certa forma, a segurança alimentar.

Entretanto, durante a década de 90, houve a substituição das cultivares de polinização aberta por híbridos de alto potencial produtivo. Dessa forma, as cultivares de polinização aberta, que antes ocupavam quase 75% da área cultivada de tomate, foram trocadas por híbridos a partir de 1997 e, em 1998 já perfaziam cerca de 45% da área cultivada, chegando à quase totalidade em 2002 (MELO; VILELA, 2004).

Na cultura do tomate, a resistência às doenças conferida pelos híbridos foi fundamental no estabelecimento desse tipo de semente que, apesar do maior custo, se reflete diretamente em retorno financeiro, com maior produtividade do material.

O emprego de cultivares híbridas F_1 vem modernizando a produção de hortaliças em todo o mundo. Cerca de 60 a 100% das sementes de hortaliças utilizadas no Japão são híbridas F_1 . As sementes híbridas são predominantes nos cultivos de cebola, pimentão, tomate, pepino, berinjela, melancia, melão, couve-flor, repolho, milho-doce e brócolos em países como Canadá, Estados Unidos, França, Inglaterra, Holanda, Itália, Israel e Espanha. Entretanto, quando se trata de cultivo protegido na Espanha, Holanda, Israel e Chile, 100% das cultivares plantadas são híbridas (MELO, 2009).

No início da década de 1990, o Brasil apresentou aumento no uso de sementes híbridas de hortaliças, após a abertura da economia. Dessa forma, houve uma radical alteração no perfil da olericultura nacional, incluindo a entrada de diversas empresas sementeiras que contam com híbridos de várias espécies em seu portfólio (MELO, 2009).

As sementes híbridas obtiveram êxito devido ao maior monitoramento da qualidade dos lotes comercializados e, ao fato de sua produção ocorrer em áreas com baixa incidência de doenças e de ocorrência de pragas. Ainda, as plantas atípicas são sistematicamente removidas anteriormente à execução dos cruzamentos para obtenção das sementes híbridas. As empresas sementeiras contam também com atividades para manter e multiplicar seus

estoques básicos de sementes das linhagens parentais, garantindo assim, a pureza genética do material (MELO, 2009).

O preço das sementes híbridas de hortaliças é consideravelmente maior do que o das cultivares comuns (de polinização aberta). Isso se deve ao fato de que para lançar um híbrido é necessário um árduo trabalho de pesquisa, onde durante anos, centenas de cultivares híbridas experimentais são testadas em diferentes ambientes e, no final, apenas algumas cultivares são selecionadas para comercialização, com vantagens sobre as outras cultivares de mercado. Contudo, apesar de chegar ao mercado com um preço maior, as sementes híbridas podem apresentar grandes vantagens ao produtor, tais como: precocidade, uniformidade de estande, maior produtividade comercializável, melhor padronização e qualidade do produto e, principalmente, maior resistência a doenças (MELO, 2009).

2.1.6 Sistema orgânico de produção

2.1.6.1 Características gerais

O sistema de produção e comercialização de orgânicos, nas últimas duas décadas, vem se modificando quanto às parcerias, que antes eram de cunho local informalmente constituídas entre produtores e consumidores, e agora passam a ser um arranjo globalizado de comércio formalmente estabelecido e integrando, social e espacialmente, regiões distantes de produção, de comercialização e consumo (FONSECA, 2005).

A valorização do produto orgânico não está apenas no produto em si, mas também em seu processo de produção. A importância das características físicas, como tamanho, cor e volume do produto ainda existem, no entanto, há uma maior valorização pelos consumidores, com relação aos parâmetros vinculados a um processo de produção tido como saudável, natural, sem o uso de agrotóxicos, que protege o ambiente, e é viável economicamente aos produtores e trabalhadores rurais. Ou seja, que além dos aspectos agrícolas, considere também os fatores ambientais e sociais (FONSECA, 2005).

Vários estudos mostram que a demanda por alimentos orgânicos aumentou, pois esse tipo de produto é identificado pelos consumidores como um alimento saudável. O perfil do consumidor de orgânicos é em sua maioria, mulheres de 30 a 50 anos, com elevado nível de instrução, pertencentes à classe média, com hábito de consumo diversificado e com a saúde pessoal e familiar como principal motivação de compra, seguida pela ausência do uso de agrotóxicos, pelo valor biológico, pelo sabor, pelo aroma e pela preocupação ambiental. (FONSECA, 2005).

Em todo o mundo houve aumento de áreas certificadas sob manejo orgânico passando de 11 milhões de ha em 1999 para 37,2 milhões de ha em 2011. Desse total, 23,2 milhões de ha (63% da área sob manejo orgânico) são cultivados com pastagens, 6,3 milhões de ha (equivalente a 7% do total) com culturas temporárias, 2,6 milhões de ha (equivalente a 7% do total) estão plantados com culturas permanentes; 1% da área plantada sob manejo orgânico se refere a outros cultivos e 12% das áreas não apresentam informação. O Brasil possui 687 mil há certificados com 14.437 produtores (WILLER; LERNOUD; KILCHER, 2013).

Nas culturas temporárias, os cereais correspondem a 2,55 milhões de ha e as oleráceas a 240 mil hectares. Com relação às culturas permanentes, o destaque é para o café, com 610 mil ha, e para as oliveiras, com 540 mil ha (WILLER; LERNOUD; KILCHER, 2013).

No caso específico das hortaliças orgânicas, tem se verificado aumento da produção devido ao crescente número de consumidores que têm procurado alimentos produzidos em sistemas que preservam o ambiente. A área mundial de hortaliças orgânicas em 2010 aumentou 17 mil hectares (6,8%) em relação à de 2009, totalizando 271,6 mil ha. De 2004 a 2010, a área de hortaliças orgânicas cresceu 34%. A maior área de hortaliças em sistema orgânico pertence aos Estados Unidos, com 63,3 mil ha, sendo o Brasil o 3º maior em área, com 31 mil ha (WILLER; KILCHER, 2012).

2.1.6.2 Legislação

A regulamentação da agricultura orgânica no Brasil foi a partir de agosto de 1994, quando a Portaria SDA/MA¹ nº 178 criou a Comissão especial para propor normas e certificação de produtos orgânicos. Ainda em 1994, a Portaria SDA/MA nº 190 de setembro criou o Comitê Nacional de Produtos Orgânicos (CNPOrg), cujo objetivo era propor estratégias para a certificação de produtos orgânicos. Em abril de 1995, a Portaria SDA/MA nº 192, nomeou os membros para comporem o CNPOrg.

A Portaria SDA/MA nº 505, em 16 de outubro de 1998, abordou a produção, processamento, acondicionamento e transporte de produtos orgânicos; ficando sob consulta pública por 90 dias, transformando-se na Instrução Normativa nº 007 de 17 de maio de 1999. Em novembro de 2000, a Portaria SDA/MAPA nº 42, designou os membros para comporem o

¹ Secretária de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura

colegiado nacional. As diretrizes dos regimentos internos dos Órgãos Colegiado Federal/Estadual foram estabelecidas pela Portaria SDA/MAPA nº 19, de abril de 2001.

Em junho de 2001, a portaria SDA/MAPA nº 17 estabeleceu os critérios para credenciamento das entidades certificadoras de produtos orgânicos e após consulta pública de 30 dias, originou a Instrução Normativa nº 006 de janeiro de 2002.

Em 23 de dezembro de 2003, o Brasil passou a contar com a Lei nº 10.831 que dispõe sobre a agricultura orgânica. De acordo com a lei, considera-se sistema orgânico de produção agropecuário “todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente” (BRASIL, 2003).

O regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal ocorreu com a Instrução Normativa (IN) nº 64, em 18 de dezembro de 2008. Posteriormente, essa IN foi revogada pela IN nº 46, que está em vigor desde 6 de outubro de 2011, com a atualização do regulamento técnico e as listas de substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal.

2.1.6.3 Manejo orgânico

Em sistemas orgânicos de produção, há um equilíbrio das populações dos organismos presentes, pois não há uso de agrotóxicos. Isso estimula o controle biológico das espécies potencialmente danosas (PASCHOAL, 1994). Contudo, um sistema agrícola orgânico não deve ser baseado apenas em eliminação ou substituição de insumos – deve priorizar práticas que visem aumentar a biodiversidade, tanto espacial quanto temporal, proporcionando menor ataque de pragas e doenças, proteção contra erosão, melhor utilização da água e da energia radiante pela planta, além de assegurar maior ciclagem de nutrientes no sistema, tais como: como a rotação de culturas, integração lavoura-pecuária, consórcios e cultivo mínimo.

De acordo com Pimentel et al. (2005), em trabalho realizado de 1981 a 2002, no Instituto Rodale FST (Farming System Trial), na Pensilvânia, em 6,1 ha, comparando sistema

orgânico e sistema convencional, concluiu-se que a adoção das práticas realizadas nos sistemas orgânicos pode também beneficiar muito o sistema convencional. As principais práticas a serem adotadas são a rotação de culturas, o aumento da matéria orgânica e da cobertura do solo e o aumento da biodiversidade. Estas práticas, segundo os mesmos autores, proporcionaram redução da taxa de erosão do solo através da rotação de culturas e da cobertura morta. Ainda, o sistema orgânico utilizou em média 15% a mais de mão de obra, e esta estava mais distribuída ao longo do ano do que nos sistemas de produção convencional. Além disso, a entrada de energia fóssil na produção orgânica foi 30% menor do que no sistema convencional. Da mesma forma, a presença de biomassa abundante aumentou a biodiversidade tanto acima quanto abaixo do solo, promovendo o controle biológico de pragas, além de aumentar a população de insetos polinizadores, entre outros.

Valarini et al. (2007) estudaram parâmetros edafobiológicos em unidades de produção de tomate em sistema orgânico e convencional, em Serra Negra (SP). Segundo os autores, por causa do manejo mais simplificado do sistema convencional, isto é, o uso de baixa diversidade genética, a carência de rotação de culturas, excesso de revolvimento do solo e adubação química repetida, constata-se um desbalanço na relação de nutrientes no solo, propiciando maior suscetibilidade do tomateiro a pragas e doenças. Entretanto, nos sistemas orgânicos analisados, também ocorreu a presença de patógenos. Ainda de acordo com os autores, o patógeno do solo *Sclerotinia sclerotiorum*, causador do mofo branco em tomateiro, apresentou reduções expressivas em termos de número de propágulos por grama de solo no sistema orgânico, quando comparado aos sistemas convencionais analisados. Como resultado, a produção de tomate em sistema orgânico apresentou maior diversidade microbiana no solo, disponibilidade de nutrientes, melhoria da estrutura e da fertilidade do solo, e redução de inóculo de patógenos de solo em relação ao convencional.

A maior atividade biológica do solo em tomate orgânico também foi identificada no trabalho de Giotis et al. (2009), onde o acréscimo de matéria orgânica reduziu significativamente a severidade de doenças de solo, como *Verticillium albo-atrum*, e proporcionou maior produtividade e peso fresco de raiz. Assim, o aumento da matéria orgânica no solo proporciona maior competição na biota, reduzindo a severidade de doenças de solo.

A adubação orgânica é prática comum no sistema orgânico de produção e, devido a isso, a maior parte dos produtos orgânicos analisados apresenta menores teores de nitrato (NO_3^-). A importância dessa informação reside no fato que o nitrato ingerido a partir dos alimentos pode ser reduzido a nitrito (NO_2^-), que ao atingir a corrente sanguínea, oxida o ferro

da hemoglobina, produzindo a metahemoglobina. Essa substância não transporta oxigênio para a respiração celular, ocasionando a doença metahemoglobinemia ou doença do “sangue azul” (WRIGHT; DAVISON, 1964 apud LUZ et al., 2008). O nitrito também pode combinar-se com aminas, formando as “nitrosaminas”, substâncias conhecidas como mutagênicas e carcinogênicas (LUZ et al., 2008).

Além das diferenças no manejo da adubação, o sistema orgânico de produção também se diferencia no maior uso do controle biológico de pragas. Para a traça do tomateiro, *Tuta absoluta*, uma das principais pragas da cultura, é comumente empregado o uso do parasitóide *Trichogramma pretiosum*. O nível de parasitismo é maior quanto mais o parasita explorar o habitat de seus hospedeiros. No tomateiro, o terço superior da planta é o preferido para a oviposição de *T. absoluta* e de *T. pretiosum*, tornando-o um ótimo parasitóide para controle da traça-do-tomateiro (FARIA et al., 2008).

Araujo e Marchesi (2009) relatam que o controle biológico para nematóides do gênero *Meloidogyne* com o uso de *Bacillus subtilis* (estirpe PRBS-1) aumentou a biomassa da parte aérea do tomateiro e reduziu a reprodução dos nematóides formadores de galhas em raiz de tomate.

Pereira et al. (2009) avaliou a mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania*, no primeiro e terceiro instares, por meio de tratamento com *B. thuringiensis*, em condições de laboratório. Após 84 horas da aplicação, a mortalidade das lagartas de primeiro instar foi acima de 80%, e, para as lagartas de terceiro instar, 100% de mortalidade.

Segundo trabalho de Menendez e Godeas (1998), aplicação de *Trichoderma harzianum* pode reduzir em 62,5% o número de escleródios viáveis de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) no solo. Görgen et al. (2009) também verificaram que a aplicação de *Trichoderma harzianum* aumentou o rendimento da soja e o parasitismo de escleródios, com redução da incidência do mofo-branco.

Os ácaros predadores da família Phytoseiidae vêm sendo considerados bons agentes de controle biológico (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003). Os fitoseídeos são predadores rápidos, que buscam ativamente suas presas e têm ciclo de vida curto de 6 a 7 dias, a depender das condições ambientais (JEPPSON; KEIFER; BAKER, 1975 apud BELLINI, 2008). Esses ácaros podem se alimentar de pólen, fungos, exsudatos, insetos e outros ácaros (BELLINI, 2008).

O percevejo predador *Orius insidiosus* vem sendo utilizado com sucesso no controle de trips e ácaros em plantios comerciais de flores e hortaliças em cultivos protegidos e em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), especialmente no Canadá, EUA e Europa

(LENTEREN, 2000). Esses predadores são pequenos e ágeis, fazem parte de diversos agroecossistemas e alimentam-se também de ácaros, afídeos, ovos e pequenas lagartas de lepidópteros (TORRES et al., 2007).

Para os fungos antagônicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* existem diversos estudos demonstrando sua patogenicidade. Trabalho de Potrich et al. (2011) avaliou isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* para o controle de ninfas de *Bemisia tabaci*, de terceiro instar. Os isolados de *B. bassiana*, promoveram mortalidade de 84%, nas ninfas, enquanto que os isolados de *M. anisopliae*, apresentaram um menor controle, com mortalidade de 23%.

Além do uso do controle biológico, o estabelecimento do equilíbrio no sistema agropecuário é fundamental. Dessa forma, é importante proporcionar a integração das atividades no sistema. Na propriedade estudada, o produtor utilizou cama de galinhas poedeiras orgânicas, criadas na propriedade, como fonte de nitrogênio. Assim, foi possível integrar as atividades vegetal e animal, otimizando recursos humanos e materiais.

2.1.7 Características qualitativas do tomate

O tomate contém vários componentes potencialmente benéficos para a saúde e apresenta importante papel na dieta e nutrição global (ATKINSON et al., 2011).

O maior interesse nos alimentos funcionais colocou o tomate como o foco de muitas pesquisas que estudam a influência da qualidade nutricional.

Os teores de compostos benéficos nos frutos de tomate variam de acordo com a cultivar, estágio de amadurecimento, sistema de produção e com o nível de exposição ao estresse ambiental (SLIMESTAD; VERHEUL, 2009). O estresse abiótico mais danoso é o déficit de água. A exposição ao estresse osmótico ou hídrico desencadeia a produção de oxigênio ativo que pode ser extremamente prejudicial às células das plantas, ocasionando danos oxidativos e inativação de enzimas. Com o objetivo de reduzir os danos, as células produzem antioxidantes que expulsam o oxigênio ativo (ATKINSON et al., 2011). Os flavonóides são um grupo de compostos fenólicos bioativos importantes na resposta ao estresse de plantas tanto como antioxidantes, como moléculas de sinalização (WILLIAMS; SPENCER; RICE-EVANS, 2004).

A qualidade do tomate para mercado fresco é determinada pela aparência, firmeza e sabor, enquanto a qualidade do tomate processado é determinada principalmente pelo teor total de sólidos solúveis, cor, pH e firmeza. No entanto, as características que influenciam

estes atributos são muitas vezes o mesmo: açúcares e ácidos orgânicos são os principais componentes do peso de matéria seca, mas também contribuem para o sabor do produto. Eventos que ocorrem durante o amadurecimento (biossíntese de etileno, modificações da parede celular) também controlam características de textura, que são importantes tanto para a qualidade organoléptica, como para qualidade do tomate processado (CAUSSE; DAMIDAUX; ROUSSELLE, 2007).

Os sólidos solúveis (SS) conferem sabor e doçura aos frutos, através do equilíbrio com os ácidos orgânicos. Os principais componentes são compostos solúveis em água como os açúcares, ácidos, vitamina C e algumas pectinas. Os valores observados pelas pesquisas variam muito, apresentando valores menores de 3,1 °Brix, passando por valores médios de 4,8 °Brix e sendo encontrados valores maiores, de 5,3 °Brix (FERREIRA, 2004).

A textura do tomate é influenciada pela espessura da casca, firmeza da polpa e pela estrutura interna do fruto, ou seja, a relação pericarpo/material placentário. Dessa forma, uma maior textura pode ser explicada pela maior espessura da polpa e menor número de lóculos. Outro fator de influência seria a ausência da rápida síntese da parede celular (RESENDE et al., 2004), característica de frutos com perfil diferente de amadurecimento (redução no pico de etileno, climatérico respiratório atrasado e redução na atividade da enzima poligalacturonase) (LOBO; BASSETT; HANNAH, 1984).

Em tomates de amadurecimento normal, a rápida aceleração na síntese da parede celular ocasiona a liberação de fragmentos da parede celular biologicamente ativos, com resíduos de galactosil de baixo peso molecular. Isso acontece antes da elevação inicial do ácido carboxílico 1-amino ciclopropano e etileno, os quais podem alterar a estrutura da parede celular levando a um amaciamento do tecido mais rápido (TONG; GROSS, 1990).

Outro fator de grande influência para manter a estrutura da parede celular é a presença de Ca^{2+} , que afeta a ação da pectinametilesterase sobre as pectinas. Há o surgimento de grupos carboxílicos com carga (COO^{-}) decorrente da atividade da pectinametilesterase, ocasionando a redução do grau de esterificação e aumento da densidade de cargas negativas ao longo da cadeia de pectina. Dessa forma, há um aumento da afinidade por ligação com o Ca^{2+} , impedindo a ação da poligalacturonase e, assim, conservando a estrutura da parede celular (BURNS; PRESSEY, 1987 apud RESENDE et al., 2004).

Vários estudos têm comparado parâmetros qualitativos, especialmente em frutas e oleráceas produzidas em sistemas orgânico e convencional de produção, contudo não há evidência conclusiva sobre a superioridade nutricional ou qualitativa de nenhum dos sistemas (PIEPER; BARRETT, 2009). Trabalho de Toor, Savage e Heeb (2006) corrobora com a

influência de outras variáveis na qualidade nutricional do produto orgânico. O tipo de fertilizante usado na adubação influenciou a concentração de componentes antioxidantes de tomates, aumentando a quantidade de fenólicos totais e ácido ascórbico, em tomates que foram adubados com adubo orgânico.

Em pesquisa realizada por Asami et al. (2003), os resultados apontaram diferenças quanto aos teores de ácido ascórbico e compostos fenólicos em morangos cultivados nos dois sistemas, sendo estes mais elevados no sistema orgânico de produção. Entretanto, Vian et al. (2006) não evidenciaram diferenças entre os dois sistemas em uvas. Pesquisas recentes verificaram que o tomate orgânico apresenta maior qualidade quando comparado com aquele produzido no sistema convencional, baseado nos teores de sólidos solúveis (°Brix) e nos valores da consistência Bostwick (CHASSY et al., 2006).

Trabalho de Smith (1993) analisou maçã, pera, batata e milho, tanto de manejo orgânico quanto convencional, por dois anos, amostradas em lojas da cidade de Chicago, utilizando-se de cultivares similares. O autor revela que os alimentos orgânicos apresentaram, na média, níveis superiores dos seguintes minerais: potássio (125%), cálcio (63%), sódio (159%), magnésio (138%), selênio (390%), ferro (59%) e fósforo (91%). Contrariamente, os níveis de alumínio, chumbo e mercúrio foram 40%, 29% e 25% menores, respectivamente. Assim, este trabalho indica que existem diferenças significativas nos teores de nutrientes nos alimentos, dependendo do manejo de produção adotado.

Revisões feitas por outros pesquisadores evidenciaram uma maior quantidade de estudos com resultados favoráveis ao sistema orgânico, principalmente com relação à menor quantidade de nitrato presente, quando comparado ao sistema convencional (WINTER; DAVIS, 2006; ZHAO et al., 2006). Segundo Ferreira et al. (2006), ao se comparar a qualidade de frutos de tomate em sistema convencional de produção com doses crescentes de nitrogênio (N) e com ou sem o uso da adubação orgânica, verificaram que não houve diferenças entre o pH dos frutos, nem do teor de sólidos solúveis, com o aumento das doses de N, na presença ou ausência da matéria orgânica. Contudo, o teor de nitrato aumentou com a elevação das doses de N sem adição de matéria orgânica, ao passo que permaneceu constante com a adição de matéria orgânica.

Vallverdú-Queralt et al. (2012) estudaram as diferenças do perfil fenólico de tomates orgânicos e convencionais no conteúdo de flavonóides (kaempferol, rutina e quercetina), flavononas (naringenina e naringenina-7-O-glucosídeo), flavonas (apigenina-7-O-glucosídeo) e ácidos hidroxicinâmicos (ferulico, *p*-cumarico, cafeico e ácidos clorogênicos). Os frutos comprados foram da mesma cultivar ('Daniella'), em dois anos consecutivos (2010 e 2011),

no mesmo grau de amadurecimento e de mesmo tamanho. A concentração fitoquímica, incluindo o nível dos flavonóides, apresentou maior valor nos frutos produzidos em sistema orgânico.

Bourn e Prescott (2002) compararam trabalhos que avaliaram o valor nutricional, a segurança e a qualidade sensorial do alimento. Segundo os autores, o conteúdo de nitratos foi estatisticamente menor em alimentos produzidos organicamente quando comparados à produção convencional, entretanto, o teor de nutrientes não apresentou diferença.

Estudo realizado por Hallmann (2012) em dois anos consecutivos, ao avaliar o conteúdo de açúcar total, ácidos orgânicos, vitamina C e compostos fenólicos (quercetina-3-orutinosida, miricetina e quercetina) concluiu que os tomates orgânicos apresentaram maiores teores destes compostos, quando comparados com os tomates oriundos do sistema de produção convencional.

Trabalho de Ishida e Chapman (2004), apenas com *ketchup* orgânico e convencional, observaram maiores níveis de carotenóides totais e de licopeno no *ketchup* orgânico.

Borguini (2006) encontrou maiores teores de fenólicos totais e de ácido ascórbico nos tomates provenientes de sistema orgânico, quando comparados com os oriundos do manejo convencional. Esse mesmo trabalho também mostrou que os tomates convencionais apresentaram resíduos de agrotóxicos, fato que não ocorreu com o tomate orgânico.

Maior conteúdo de fenólicos totais também foram encontrados em tomate orgânico por Györe-Kis et al. (2012), quando comparados aos convencionais, em três anos (2008, 2009 e 2011) de experimento em ambiente aberto na Hungria, com nove cultivares. Contudo, os valores de °Brix, carboidrato e licopeno foram significativamente maiores na produção convencional.

De acordo com Gilsenan (2010), tomates de produção convencional, crus ou cozidos, foram classificados como mais doces e continham maiores teores de glucose e frutose quando comparados com os tomates oriundos de sistema orgânico (crus ou cozidos).

Kapoulas et al. (2011) não identificaram diferenças significativas nos teores de vitamina C, acidez total, licopeno e carboidrato, entre os frutos de tomate provenientes do sistema orgânico e do convencional.

Segundo Pieper e Barrett (2009) são vários os parâmetros que afetam a qualidade e a nutrição de frutas e oleráceas, tais como: cultivar, clima, tipo de solo, práticas de irrigação, adubação, maturidade na colheita e cuidado pós-colheita, que também afetam a qualidade dos produtos colhidos, e para determinar o nível de importância dentro do sistema de produção, estas variáveis deveriam ser controladas.

Pesquisa realizada por Oliveira et al. (2013) mostrou que tomates cultivados sob manejo orgânico possuem maior quantidade de compostos com ação antioxidante, como polifenóis e vitamina C, em comparação com os produzidos pela agricultura tradicional. De acordo com os autores, os teores de acidez titulável, vitamina C e sólidos solúveis nos tomates orgânicos foram 29, 55 e 57%, respectivamente, mais elevados nos frutos maduros em relação aos tomates de cultivo tradicional. Sabe-se que no sistema convencional a planta possui os recursos necessários, como fertilizantes, disponíveis para o seu desenvolvimento, enquanto no sistema orgânico de produção, há uma maior dificuldade na disponibilização do nutriente, ocasionando estresse. Neste mesmo trabalho, realizou-se a análise de peroxidação de lipídeos, para determinar o grau de oxidação das células dos frutos e foi comprovado que há um maior estresse no sistema orgânico do que no tradicional. Assim, frutos de tomate sob manejo orgânico, acumulam maiores teores de sólidos solúveis e metabólitos secundários, para auxiliar no seu mecanismo de defesa, em condições de estresse e acumulam maior teor de compostos nutricionais.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas no tempo, com 14 tratamentos, sendo oito cultivares comerciais e seis cultivares experimentais do IAC (Tabela 1), em 11 colheitas. O ensaio foi realizado em condições de campo com seis repetições e 10 plantas por parcela, sendo cinco plantas avaliadas (plantas úteis). As plantas foram conduzidas em haste simples. O espaçamento utilizado foi de 1,20 m entre linhas e 0,35 m entre plantas na linha, constituindo parcela experimental com área total de 4,20 m², com 840 plantas totais, sendo 420 plantas úteis. O estande foi de 23.809 plantas ha⁻¹. O croqui da área experimental se encontra a seguir (Figura 1).

Figura 1 - Croqui da área experimental. Piracicaba, SP, 2010

2.2.2 Cultivares utilizadas

Foram utilizados seis cultivares experimentais oriundas do programa de melhoramento genético do IAC, sendo três do grupo Italiano e três do grupo Santa Cruz. Outras oito cultivares comerciais também foram utilizadas, sendo quatro do grupo Italiano e quatro do grupo Santa Cruz. As características de cada cultivar estão apresentadas na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Principais características das cultivares utilizadas no experimento. Piracicaba, SP, 2010

(continua)

Cultivar	Grupo varietal	Tipo de cultivar	Características varietais
IAC 01	Santa Cruz	Híbrido	Genótipo experimental com plantas bem enfolhadas, planta de porte mediano, frutos de maior massa, firmes, comparáveis aos da 'Santa Clara', com três lóculos, cicatriz peduncular pequena; alto potencial produtivo.
IAC 02	Santa Cruz	Polinização Aberta	Genótipo do programa de melhoramento de tomate de mesa do IAC com frutos tipicamente Santa Cruz com predominância de três lóculos, boa firmeza.
IAC 03	Italiano	Híbrido	Genótipo experimental com plantas altas de bom enfolhamento; frutos alongados do tipo Italiano, com três lóculos, boa firmeza, ombros uniformes, cicatriz peduncular pequena; destaca-se pelo alto potencial produtivo em vista do elevado pegamento de frutos.
IAC 04	Italiano	Polinização Aberta	Genótipo experimental do programa de melhoramento de tomate de mesa do IAC com frutos tipicamente Italiano com três lóculos, firmes, ombros esverdeados, cicatriz peduncular pequena.
IAC 05	Santa Cruz	Híbrido	Genótipo experimental tipicamente Santa Clara; frutos grandes com boacor externa e interna, três lóculos, cicatriz peduncular pequena e boa firmeza.
IAC 06	Italiano	Híbrido	Genótipo experimental do tipo Italiano com frutos uniformes, duros e se destaca pelo elevado pegamento de frutos; apresenta maior suscetibilidade à podridão apical.

Tabela 1 - Principais características das cultivares utilizadas no experimento. Piracicaba, SP, 2010

(continuação)

Cultivar	Grupo varietal	Tipo de cultivar	Características varietais
Avalon (Hortivale)	Santa Cruz	Híbrido	Genótipo do grupo Santa Cruz, produz fruto firme, grande (170-200g), trilocular, ombro de cor uniforme e boa conservação pós-colheita (longa vida estrutural), com bom enfolhamento, resistência a <i>Verticillium dahliae</i> (raça 1), <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raças 1 e 2) e ao vírus do mosaico do tomateiro (ToMV).
HTV 0601 (Hortivale)	Santa Cruz	Híbrido	Genótipo comercial com características semelhantes ao do Avalon diferindo pela resistência a nematoides-de-galhas.
Netuno (BHN SEEDS)	Italiano	Híbrido	Híbrido do grupo Italiano bom enfolhamento, frutos compridos, graúdos (170 a 210 g) com 2/3 lóculos, ciclo de maturação tardio (colheita inicia 95 dias após o transplante), resistência a <i>Verticillium dahliae</i> (raça 1), <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raças 1 e 2), vírus do mosaico do tomateiro (ToMV) e a nematoides-de-galhas (<i>Meloidogyne</i> spp.).
Granadero (Enza Zaden)	Italiano	Híbrido	Híbrido do tipo roma indeterminado, bem enfolhamento; frutos de 150-160 g, maturação precoce, resistências a <i>Verticillium dahliae</i> (raça 1), <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raças 1 e 2), vírus do mosaico do tomateiro (ToMV), a nematoides-de-galhas (<i>Meloidogyne</i> spp.) e a tospovírus (vira-cabeça).
Débora Victory (Sakata)	Santa Cruz	Híbrido	Híbrido do grupo santa cruz indeterminado, frutos pesando entre 160 e 180g. Possui alto nível de resistência a <i>Verticillium dahliae</i> raça 1 (Vd1), <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raça 1 e 2), vírus do bronzeamento do tomateiro (TSWV), nematoides-de-galha (<i>Meloidogyne incognita</i> raças 1,2,3 e 4 e <i>Meloidogyne javanica</i>).
Pizzadoro (Nunhems do Brasil)	Italiano	Híbrido	Híbrido do tipo Italiano com hábito de crescimento indeterminado; alta resistência à murcha de verticílio (<i>Verticillium albo-atrum</i> - Va e <i>V. dahliae</i> - Vd); <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raças 0 e 1); pinta bacteriana – Pst (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>) e vírus do mosaico do tomateiro - ToMV. Resistência intermediária a nematoides-de-galhas (<i>Meloidogyne arenaria</i> - Ma; <i>M. javanica</i> - Mj; <i>M. incognita</i> - Mi).

Tabela 1 - Principais características das cultivares utilizadas no experimento. Piracicaba, SP, 2010

(conclusão)			
Cultivar	Grupo varietal	Tipo de cultivar	Características varietais
Bari (Syngenta)	Italiano	Híbrido	Planta de crescimento indeterminado; fruto alongado, tipo italiano. Alta resistência a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raças 0 e 1); <i>Stenfilium</i> spp.; Murcha de Verticílio (<i>Verticillium alboatrum</i> - Va e <i>V. dahliae</i> - Vd); nematoides-de-galhas (<i>Meloidogyne arenaria</i> - Ma; <i>M. javanica</i> - Mj; <i>M. incognita</i> - Mi), vírus do mosaico do tomateiro - ToMV.
Santa Clara (Hortivale)	Santa Cruz	Polinização Aberta	Planta de crescimento indeterminado; frutos do tipo Santa Cruz. Tolerância à podridão apical e resistência a <i>Verticillium</i> spp., à mancha-de-estenfilio (<i>Stemphylium solani</i>) e a <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>lycopersici</i> (raça 1).

2.2.3 Local de instalação do experimento

O experimento foi conduzido no período de março (semeadura) a setembro de 2010, onde o transplante das mudas no campo foi feito no dia 17 de abril e a última colheita foi realizada em 18 de setembro de 2010, na área de um produtor orgânico em Piracicaba, SP, a 540 m de altitude. As temperaturas, umidades relativas e precipitações registradas no período, estão apresentadas na Tabela 2. Os dados climáticos foram obtidos da Base de Dados de Estação Meteorológica Automática da Área de Física e Meteorologia da ESALQ.

Tabela 2 - Valores médios mensais de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação mensal. Estes dados foram registrados no período do experimento, de abril a setembro de 2010. Piracicaba, SP, 2010

Meses	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)			Precipitação (mm)
	Min.	Méd.	Máx.	Min.	Méd.	Máx.	
Abril	16,6	21,9	28,5	52,7	81,9	99,7	76,0
Maio	13,2	19,0	25,7	51,8	83,4	99,9	24,6
Junho	10,2	17,4	25,7	43,6	79,0	99,8	16,9
Julho	12,8	19,3	27,0	43,8	76,1	98,7	59,2
Agosto	10,6	18,9	28,1	32,0	65,8	96,5	0,0
Setembro	15,5	21,7	29,4	43,1	70,8	94,5	106,4

O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico e a caracterização físico-química do solo se encontra na Tabela 3.

2.2.4 Instalação do experimento

A semeadura foi realizada em 23 de março de 2010, em Piracicaba, SP. As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, em telado antiafídeo com cobertura plástica e foi utilizado substrato de composto orgânico e vermiculita. O composto orgânico foi produzido no local com o uso de cama de galinha poedeira orgânica e braquiária roçada. A irrigação foi realizada por sistema de microaspersão. O transplante para o local definitivo foi feito no estádio de quatro a cinco folhas definitivas, no dia 17 de abril.

A correção do solo e a adubação de plantio e de cobertura foram realizadas com base em análise de solo (Tabela 3). O experimento foi conduzido em área de pastagem de braquiária e grama batatais, portanto era uma área que não havia sido cultivado tomateiro.

Tabela 3 - Caracterização físico-química do solo Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico, na profundidade de 0 a 20 cm, onde foi realizado o experimento. Piracicaba, SP, 2010

Análise química												
Macronutrientes												
pH	M.O	P resina	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	CTC	Sat. Bases	Sat. Al	S - SO ₄
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----						V%	m%	mg dm ⁻³	
5,1	20	9	1,8	36	19	22	2	57	79	72	3	3
Micronutrientes												
Cu			Fe		Zn			Mn		B		
-----DTPA-----										(água quente)		
mg dm ⁻³												
0,5			64		0,9			17,6		0,15		
Análise física												
Argila		Silte			Areia Total			Areia Grossa		Areia Fina		
<0,002mm		0,053 - 0,002mm						2,00 - 0,210mm		0,210 - 0,053mm		
g kg ⁻¹												
129		11			860			310		550		

O preparo de solo foi realizado com gradagem seguida de enxada rotativa, levando-se em consideração o ponto ideal de umidade para o preparo de solo. Utilizou-se o sistema de irrigação localizado por gotejamento e nas linhas colocou-se filme plástico preto para evitar o crescimento de plantas infestantes.

A adubação foi feita de acordo com a análise de solo e as recomendações para a cultura do tomateiro, distribuídas com base no estádio de desenvolvimento, segundo Alvarenga (2004). Na adubação foliar, o volume aplicado em cada pulverização permitiu

cobrir as folhas sem escorrer. A adubação de plantio, as adubações de cobertura e as foliares estão detalhadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Época, quantidade e produtos aplicados nas adubações de plantio, foliares e de coberturas durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010

(continua)		
Data	Produtos e quantidades aplicados	Local de aplicação principal
13/04/10	1080 kg ha ⁻¹ de gesso	Solo
16/04/10	Adubação de plantio: 974 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ , na forma de 6090 kg ha ⁻¹ de Yoorin Master 1® (16% P ₂ O ₅ , 18% Ca, 7% Mg, 0,10% B, 0,05% Cu, 0,30% Mn, 10% Si e 0,55% Zn); 40 kg ha ⁻¹ de N, na forma de 40 t ha ⁻¹ de composto (1% N); 80 kg ha ⁻¹ de K ₂ O, na forma de 160 kg ha ⁻¹ de sulfato de potássio (50% K ₂ O, 18% S na forma de sulfato (SO ₄ ²⁻)); 9 kg ha ⁻¹ de magnésio, na forma de sulfato de magnésio (9% Mg e 12% S na forma de sulfato (SO ₄ ²⁻))	Solo
26/04/10	Pulverização com 10 L de água, 34g sulfato de zinco heptahidratado (21% Zn, 11% S na forma de sulfato (SO ₄ ²⁻)), 24 g de sulfato manganoso monohidratado (31% Mn, 18% S na forma de sulfato (SO ₄ ²⁻)), 10 g sulfato de cobre pentahidratado (25% Cu, 12% S na forma de sulfato (SO ₄ ²⁻)), 10 g de bórax decahidratado (11% B) e 5 g molibdato de sódio (39% Mo).	Folhas
01/05/10	Adubação de cobertura aos 15 dias: 18 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N); 63 kg ha ⁻¹ P ₂ O ₅ (Yoorin Master 1® com 16% P ₂ O ₅) e 36 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
04/05/10	Pulverização com Chelal Kubig® a 0,3% (com 8% cobre quelatizado) e de Chelal Omnical® a 0,3% (com 8,5% óxido de cálcio solúvel em água) em 15L de água.	Folhas e frutos
13/05/10	Pulverização com 20 L de água, 68 g de sulfato de zinco, 20 g de bórax, 10 g de molibdato de sódio, 60 mL de Chelal Kubig® e 60 mL de Chelal Omnical®	Folhas e frutos
15/05/10	Adubação de cobertura aos 30 dias: 45 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 45 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
17/05/10	Pulverização com 60 mL de Chelal Kubig® em 20 L de água	Folhas e frutos
29/05/10	Pulverização com 20 L de água, 80 g de ferro quelato a 13%, 50 g de sulfato de zinco, 20 g de bórax, 200 g de sulfato de magnésio, 60 g de sulfato manganoso, 40 mL de Chelal Omnical® e 20 g de sulfato de cobre.	Folhas e frutos

Tabela 4 - Época, quantidade e produtos aplicados nas adubações de plantio, foliares e de coberturas durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010

(continuação)

Data	Produtos e quantidades aplicados	Local de aplicação principal
29/05/10	Adubação de cobertura aos 45 dias: 60 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 60 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
12/06/10	Adubação de cobertura aos 60 dias: 60 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 60 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
14, 21 e 28/06/10	Pulverização com 40 g de ferro quelato a 13%, 50 g de sulfato de zinco, 10 g de bórax, 100 g de sulfato de magnésio, 60 mL de Chelal Omnical® e 60 mL de Chelal Kubig® em 20 L de água.	Folhas e frutos
26/06/10	Adubação de cobertura aos 75 dias: 45 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 90 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
09/07/10	Pulverização com 20 L de água, 50 g de sulfato de zinco, 60 g de bórax, 100 g de sulfato de magnésio, 40 mL de Chelal Omnical®, 60 mL de Chelal Kubig®, 20 g de sulfato manganoso e 20 g de sulfato de potássio	Folhas e frutos
10/07/10	Adubação de cobertura aos 90 dias: 57 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 113 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
19/07/10	Pulverização com 20 L de água, 50 g de sulfato de zinco, 60 g de bórax, 100 g de sulfato de magnésio, 40 mL de Chelal Omnical®, 60 mL de Chelal Kubig®, 20 g de sulfato manganoso e 20 g de sulfato de potássio	Folhas e frutos
23/07/10	Pulverização com 40 g de bórax, 40 mL de Chelal Omnical® e 5 g de ferro quelatado em 20 L de água	Folhas e frutos
24/07/10	Adubação de cobertura aos 105 dias: 57 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 113 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
30/07/10	Pulverização com 15 g de sulfato de zinco, 25 g de bórax, 50 g de sulfato magnésio, 40 mL Chelal Omnical®, 40 mL de Chelal Kubig®, 5 g de sulfato manganoso, 25 g de sulfato de potássio e 2 g de molibdato de sódio em 20 L de água	Folhas e frutos
04/08/10	4 kg de potássio, na forma de sulfato de potássio, via fertirrigação para 1050 plantas	Solo

Tabela 4 - Época, quantidade e produtos aplicados nas adubações de plantio, foliares e de coberturas durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010

(conclusão)		
Data	Produtos e quantidades aplicados	Local de aplicação principal
05/08/10	Pulverização com 40 g de ferro quelatado, 50 g de sulfato de zinco, 20 g de bórax, 100 g de sulfato de magnésio, 40 mL de Chelal Omnical® e 60 mL de Chelal Kubig® em 20 L de água	Folhas e frutos
07/08/10	Adubação de cobertura aos 120 dias: 57 kg ha ⁻¹ N (cama de galinha poedeira orgânica com 3% de N) e 113 kg ha ⁻¹ K ₂ O (sulfato de potássio com 50% K ₂ O)	Solo
10/08/10	Pulverização com 40 mL de Chelal Omnical® e 10 g de bórax em 20 L de água	Folhas e frutos

2.2.5 Tratos culturais

As frequências de irrigação variaram de uma a três vezes por dia, dependendo do estágio fenológico da planta e das condições climáticas. A vazão foi de, aproximadamente, de 3,2 L h⁻¹ planta com duração de 15 minutos cada irrigação.

O tutoramento consistiu de mourões instalados a cada 4,0 m, utilizando-se o sistema de condução no fitilho, com arame n.º 14, o qual foi esticado horizontalmente sobre as fileiras de tomateiro, a uma altura de 1,8 m, sendo os mesmos fixados em mourões fincados nas cabeceiras das fileiras de plantio. A cada vão entre dois mourões foram colocadas duas estacas de bambu, para que o arame permanecesse esticado, sob o peso das plantas. A condução das plantas, com os fitilhos, presos ao arame, foi feita em haste única, sem poda apical, com média de 8 pencas, sendo as plantas distribuídas em fileiras simples (0,35 m x 1,2 m).

As particularidades da estrutura experimental, condução da cultura, sistema de irrigação, coleta dos dados e do procedimento das análises das características avaliadas, podem ser visualizados nas ilustrações apresentadas nos apêndices A, B e C.

Realizou-se o controle fitossanitário com produtos registrados para a cultura sempre que necessário (Tabela 5). Todos os produtos utilizados são permitidos pela legislação brasileira para a agricultura orgânica.

Tabela 5 - Época, quantidade e produtos para controle fitossanitário aplicados durante o experimento. Piracicaba, SP, 2010

Data	Produtos e quantidades aplicados	Local de aplicação principal
15/04/10	3 L do produto Nemaplus e 100 g de Nemat (via irrigação)	Solo
26/04/10	Pulverização com 10 L de água e 50 mL de óleo de Neem a 1%, ao final da tarde.	Folhas
05/05/10	Pulverização com óleo de Neem a 1%, em 15 L de água	Folhas
08/05/10	Pulverização com 20 L de água, 100 g de Metarril WP® (<i>Metarhizium anisopliae</i>), 100 g de Boveril WP® (<i>Beauveria bassiana</i>) e 12 g do produto Dipel WP® (<i>Bacillus thuringiensis</i>).	Folhas
14/05/10	Pulverização com óleo de neem a 1% em 15L de água	Folhas
17/05/10	Pulverização com 60 g de Metarril WP®, 60 g de Boveril WP® e 12 g de Dipel WP® em 20 L de água	Folhas e frutos
25/05/10	500 g de Trichodermil WP® (<i>Trichoderma harzianum</i>) em 30 L de água	Solo (no colo da planta)
01/06/10	Pulverização com 200 g de Metarril WP®, 200 g de Boveril WP® e 30 g de Dipel WP® em 20 L de água	Folhas
05/07/10	Pulverização com 30 g de Dipel WP® e 80 mL de Chelal Omnical® em 20 L de água	Folhas e frutos
23/07/10	Pulverização com 20 g de Dipel WP® em 20 L de água	Folhas e frutos
10/08/10	Pulverização com 20 g de Dipel WP®, 40 mL de Chelal Omnical® e 10 g de bórax em 20 L de água	Folhas e frutos

O controle biológico também foi realizado no experimento, por meio da liberação inundativa (cartelas com 40 mil ovos) do parasitóide *Trichogramma pretiosum* Ridley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), quinzenalmente, associado com aplicações do entomopatógeno *Bacillus thuringiensis* Berliner (HAJI et al., 2002) para o controle da traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick).

O percevejo predador *Orius insidiosus* foi utilizado para controle de tripes (*Frankliniella occidentalis*, *Caliothrips phaseoli*, etc). As liberações foram quinzenais.

Os ácaros utilizados no controle biológico foram: o ácaro *Phytoseiulus macropilis*, liberado quinzenalmente – é um predador especialista, alimentando-se exclusivamente do ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch).

O ácaro *Neoseiulus barkeri* é um inimigo natural que tem sido utilizado comumente para o controle biológico do ácaro-branco (*Polyphagotarsonemus latus*) em diversos países. As liberações de *Neoseiulus barkeri* foram quinzenais.

A broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) e a broca-grande-do-fruto (*Helicoverpa zea* Boddie) foram controladas pela pulverização com *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, linhagem HD-1 (DiPel® WG). As pulverizações foram realizadas no início da manhã ou ao final da tarde. A broca-pequena-do-fruto foi a praga mais observada no experimento.

Outras formas auxiliares de manejo utilizadas para a redução da pressão de incidência de pragas foram: a utilização de mudas sadias e adubação e irrigação sempre de acordo com a necessidade da cultura (MEDEIROS et al., 2005).

A desbrota foi efetuada pelo menos uma vez por semana, durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura, quando os brotos ainda estavam com quatro a cinco centímetros de comprimento. O procedimento constou da quebra do broto, de forma manual rente à axila da folha.

Os frutos foram colhidos no estágio “de vez” considerado ideal de maturação, quando a porção apical dos frutos começa a se tornar avermelhada. A primeira colheita ocorreu em 17 de julho de 2010, seguida de mais dez em 20/07, 24/07, 31/07, 07/08, 12/08, 20/08, 26/08, 03/09, 11/09 e 18/09, perfazendo onze colheitas durante o ciclo de condução do experimento.

2.2.6 Avaliações

As avaliações foram realizadas com base em cinco plantas por parcela, totalizando 420 plantas. Os dados foram anotados individualmente por planta e as médias foram calculadas por parcela de cada tratamento. Foram avaliadas as seguintes características:

2.2.6.1 Componentes de produtividade e caracterização

Para os dados de componentes de produtividade, realizou-se análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados com 14 cultivares, em nove colheitas (as duas primeiras foram descartadas). As médias das cultivares foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de significância, utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2007).

Os componentes de produtividade avaliados foram:

- a) Produtividade total de frutos (PT): obtida pela massa total dos frutos de cada parcela, com resultados expressos em toneladas por hectare;

- b) Produtividade comercial de frutos (PC): obtida pela massa total de frutos com diâmetro transversal maior que 33 mm e sem defeitos (sintomas de doenças, pragas, distúrbios fisiológicos e, ou danos físicos), com resultado expresso em toneladas por hectare;
- c) Produtividade de frutos não-comercializáveis (NC): obtida pela massa total de frutos com diâmetro transversal menor que 33 mm e com algum defeito (sintomas de doenças, pragas ou distúrbios fisiológicos e/ou danos físicos), com resultado expresso em toneladas por hectare;
- d) Número de frutos comerciais por planta (FC): obtido pela contagem dos frutos de cada parcela dividindo-se pela quantidade de planta, multiplicado pelo total de colheitas com resultado expresso por planta.

Para os dados de caracterização dos frutos realizou-se análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram representadas pelas 14 cultivares e as subparcelas pelas 11 colheitas. As médias das cultivares e das colheitas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de significância, utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2007). As avaliações englobaram 10 frutos comerciais por colheita, ao acaso. As características avaliadas foram:

- a) Massa média do fruto (MM): relação entre a produtividade comercial de frutos e o número de frutos comerciais, em termos médios, com resultado expresso em gramas por fruto;
- b) Comprimento do fruto (CM): avaliação realizada com uso de paquímetro digital, marca Digital Caliper, de 0 a 150 mm, com resultados expressos em centímetros;
- c) Diâmetro do fruto (DM): avaliação realizada com uso de paquímetro digital, marca Digital Caliper, de 0 a 150 mm, com resultados expressos em centímetros;
- d) Número de lóculos por fruto (LC): avaliação visual através da contagem do número de lóculos de cada fruto, após corte transversal do mesmo;
- e) Relação entre comprimento e diâmetro do fruto (CM/DM): obtida pela relação entre o comprimento e a diâmetro do fruto;
- f) Diâmetro da cicatriz peduncular (CP): realizada com o uso de paquímetro digital, marca Digital Caliper, de 0 a 150 mm, e os resultados são expressos em centímetros;
- g) Espessura da parede do fruto (EP): avaliação após corte transversal dos frutos, com o auxílio do paquímetro digital. Os resultados são expressos em centímetros.

2.2.6.2 Parâmetros de qualidade do fruto

As análises das características de qualidade do fruto foram realizadas no Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP.

Os frutos foram colhidos no estágio maduro de maturação e armazenados sob refrigeração a 5 °C até o momento das análises. As análises de cor, pH, sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas em triplicata para as 14 cultivares. Os tomates foram coletados de cinco plantas por parcela, perfazendo um total de 30 plantas por tratamento, misturados e triturados para as análises.

Avaliou-se o pH, o teor de sólidos solúveis (°Brix) e a acidez titulável (%) de acordo com Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005) e a cor instrumental (L*, ângulo Hue e Croma) segundo Minolta (1998) para amostras de polpa de tomate de cada cultivar. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento em blocos casualizados e as médias das 14 cultivares foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de significância, utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2007).

a) Cor instrumental

A cor instrumental foi avaliada através do colorímetro, marca Color Meter-Minolta, modelo 200b de 8 mm de diâmetro. Registraram-se mudanças na coloração, brilho e saturação das cores através do valor L (Luminosidade), que varia do preto (L = 0) ao branco (L = 100); do valor a*, que caracteriza coloração na região do vermelho (+a*) ao verde (-a*); e do valor b*, que indica coloração no intervalo do amarelo (+b*) ao azul (-b*). O aparelho foi previamente calibrado em superfície branca de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE). Com os valores L, a* e b* foi possível a obtenção do valor Croma, que é a saturação da cor da amostra, a partir da relação entre a* e b*, e o ângulo de cor Hue (graus), formado por a* e b*, indicando a tonalidade do objeto isto é, a sua cor real. Duas leituras foram realizadas em cada um dos lados opostos da região equatorial.

Tanto o valor Croma quanto o Hue foram calculados segundo Minolta (1998):

$$\text{Croma: } C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \qquad \text{Ângulo Hue: } h = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$

A sistematização das leituras dos valores utilizou o modelo matemático para C e h, onde “C” é cromaticidade e “h” tonalidade. De acordo com Almeida (1995) os valores de L, h e C correlacionam-se bem com a percepção dos provadores no que se refere à cor subjetiva.

b) pH

Determinado em potenciômetro da marca TECNAL, modelo TEC3-MP, a partir de amostras liquefeitas, segundo método nº 981.12 da AOAC (2005).

c) Teor de sólidos solúveis (SS)

Quantificado em refratômetro Auto Abbe, modelo 10500/10501, Leica; utilizando-se polpa homogeneizada em triturador doméstico tipo ‘mixer’. Os resultados são expressos em °Brix, segundo método 932.12 da AOAC (2005).

d) Acidez titulável (AT)

Determinada e calculada por titulometria a partir do volume em mililitros de NaOH 0,1 M e potenciômetro até pH 8,1, segundo método nº 942.15 da AOAC (2005). Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por g de polpa.

e) Teor de sólidos solúveis/Acidez titulável (SS/AT) = sabor (*flavor*)

Obtida pela relação entre teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

2.2.6.3 Análise sensorial: Teste de aceitação com escala hedônica

A análise sensorial foi realizada para as 14 cultivares de tomate. Setenta e cinco provadores atuaram como voluntários para o teste. Para a realização do teste, pedaços de fruto de cada tratamento foram servidos à temperatura ambiente, em copos plásticos brancos com 50 mL de capacidade, com palitos de madeira para auxiliar na degustação. Os recipientes foram codificados com números aleatórios de três dígitos, e as amostras apresentadas aos provadores no delineamento experimental em Blocos Incompletos, utilizando-se a Planilha 11.25 segundo Cochran e Cox (1957), com o objetivo de se eliminar eventual erro de provador não treinado. Cada bloco casualizado constava de 15 provadores e foi repetido cinco vezes até obter-se o número necessário de respostas para cada tratamento (Tabela 6). Cada provador recebeu quatro amostras (tratamentos). Para o delineamento experimental foram

necessários 15 tratamentos, assim, repetiu-se uma das cultivares no 15º tratamento, cujos dados foram excluídos da avaliação estatística.

Cada provador foi orientado a degustar as amostras da esquerda para a direita e tomar água mineral, servida juntamente com as amostras, no início e entre cada uma, e apresentar na escala hedônica estruturada de sete pontos o quanto gostou ou desgostou de cada amostra para os atributos sabor, cor da casca, cor interna, textura e impressão global dos frutos. A escala hedônica variou entre 1 (desgostei extremamente), 2 (desgostei muito), 3 (desgostei), 4 (nem gostei, nem desgostei), 5 (gostei), 6 (gostei muito) e 7 (gostei extremamente).

Tabela 6 – Esquema do delineamento experimental em Quadrados Latinos Incompletos utilizando 15 tratamentos para as amostras de tomate. Piracicaba, SP, 2010

Provador	Posição dos tratamentos						
1	13	8	12	6	7	1	9
2	5	14	10	7	12	2	8
3	15	12	11	5	8	3	6
4	12	11	6	9	2	4	14
5	4	5	8	1	14	9	15
6	11	9	7	2	13	15	5
7	1	2	3	4	5	6	7
8	2	3	1	13	15	14	12
9	8	6	4	15	10	13	2
10	10	4	5	11	1	12	13
11	9	13	14	10	6	5	3
12	14	7	13	3	4	8	11
13	7	15	9	12	3	10	4
14	3	1	2	8	9	11	10
15	6	10	15	14	11	7	1

É importante ressaltar que as escalas hedônicas expressam a opinião do provador, baseando-se na avaliação sensorial do produto. Todos os indivíduos provaram as amostras em cabines individuais equipadas com lâmpadas amarelas para a sua avaliação global.

Os dados obtidos nas avaliações físico-químicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância considerando o delineamento em quadrados latinos incompletos e as médias das 14 cultivares foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, utilizando-se o programa Statistical Analysis System (SAS, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de variância dos componentes da produtividade

A análise de variância os componentes de produtividade foi realizada descartando as duas primeiras colheitas, pois apresentaram valores discrepantes devido ao grande número de cultivares utilizado e às suas diferenças. Além disso, para estes parâmetros, não houve a avaliação de parcelas subdividas no tempo, visto que se utilizou a média total das nove colheitas.

Nas características dos componentes de produtividade, os valores dos quadrados médios indicam que houve efeito significativo entre as cultivares a 5% para a produtividade total e a 1% para o número total de frutos comerciais por planta e para a produtividade comercial (Tabela 7).

Tabela 7 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para produtividade total de frutos (PT); produtividade comercial de frutos (PC), número de frutos comerciais por planta (FC) e produtividade não comercial (NC), em cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010

Fonte de Variação	GL	QM ¹			
		PT	PC	FC	NC
Bloco	5	351,16 ^{ns}	183,77 ^{ns}	0,42 ^{ns}	116,30 ^{ns}
Cultivares	13	393,69 [*]	448,72 ^{**}	4,04 ^{**}	78,58 ^{ns}
Erro	728 (724;724;386) ²	200,52	183,91	965,7	64,08
CV (%)		50,99	55,41	27,77	52,53
Média Geral ³		51,0	41,2	39,7	9,8

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns} Não significativo. ¹Dados transformados para raiz (x+0,5). ² Relativo às variáveis PC, PT e NC, respectivamente. ³ Média Geral em t ha⁻¹ para as variáveis PC, PT e NC.

3.1.1 Produtividade total

A produtividade total (PT) variou significativamente entre as cultivares de cada grupo varietal e dentro de cada grupo, entre as cultivares híbridas e de polinização aberta (Tabela 8).

As cultivares HTV 0601, Granadero, Netuno, Santa Clara e Bari apresentaram produtividades totais superiores, 68,7, 63,6, 57,8, 56,7 e 55,9 t ha⁻¹, respectivamente. Dessas cinco cultivares com maior produtividade, apenas a Santa Clara é de polinização aberta. A produtividade média brasileira em 2011, foi de 62,6 t ha⁻¹.

Tabela 8 - Produtividade total de frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Grupo varietal	Cultivares	Produtividade total (t ha ⁻¹)
Santa Cruz	IAC 1	48,9 b
Santa Cruz	IAC 2	43,5 b
Italiano	IAC 3	46,6 b
Italiano	IAC 4	53,0 b
Santa Cruz	IAC 5	48,0 b
Italiano	IAC 6	40,5 b
Santa Cruz	Avalon	38,8 b
Santa Cruz	HTV 0601	68,7 a
Italiano	Netuno	57,8 a
Italiano	Granadero	63,6 a
Santa Cruz	Debora Victory	49,1 b
Italiano	Pizzadoro	42,4 b
Italiano	Bari	55,9 a
Santa Cruz	Santa Clara	56,7 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Trabalho de Machado, Alvarenga e Florentino (2007) variou o espaçamento entre plantas entre 20, 35 e 50 cm. A produtividade total em plantas com espaçamento de 35 cm foi de 87,9 e 87,2 t ha⁻¹ para a cultivar Heinz 9780 e Kátia, respectivamente.

Em ambiente protegido e sob manejo convencional, trabalho de Shirahige (2009) com os híbridos Italianos Sahel e Netuno, quando não raleados, apresentaram PT de 153,1 e 136,6 t ha⁻¹, respectivamente. No mesmo trabalho, os híbridos do grupo Santa Cruz obtiveram 111,0 t ha⁻¹ (Avalon) e 111,6 t ha⁻¹ (Débora Max). A única cultivar de polinização aberta, Maravilha, do grupo varietal Santa Cruz, atingiu 102,2 t ha⁻¹.

Melo et al. (2009) obtiveram produtividade total para o genótipo Avalon de aproximadamente 62,5 t ha⁻¹, sob sistema orgânico de produção, em ambiente protegido. A produtividade total variou de 43,6 t ha⁻¹ (Colibri F1) à 115,3 t ha⁻¹ (Sahel).

Trabalho de Matos, Shirahige e Melo (2012) em ambiente aberto sob manejo convencional, encontrou produtividade total variando de 89,2 a 103,3 t ha⁻¹, nas cultivares Débora Pto e Alambra, respectivamente.

3.1.2 Número de frutos comerciais por planta (FC)

A Tabela 9 mostra o número total de frutos comerciais por planta, ao final das 11 colheitas. As cultivares HTV 0601, Netuno, Bari, Granadero e IAC 5, apresentaram maior FC,

com valores de 48,9, 48,7, 44,7, 44,0 e 42,1 frutos planta⁻¹, respectivamente. As demais cultivares variaram de 32,3 (Pizzadoro) a 40,5 frutos planta⁻¹ (IAC 4).

Shirahige (2009) obteve valores médios de 57,1 frutos planta⁻¹ em plantas sem raleio de frutos e 47,7 frutos planta⁻¹ para plantas com raleio de frutos, em ambiente protegido sob manejo convencional.

Tabela 9 - Número de frutos comerciais das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Grupos varietais	Cultivares	Número de frutos comerciais planta ⁻¹
Santa Cruz	IAC 1	38,5 b
Santa Cruz	IAC 2	34,5 b
Italiano	IAC 3	34,5 b
Italiano	IAC 4	40,5 b
Santa Cruz	IAC 5	42,1 a
Italiano	IAC 6	35,4 b
Santa Cruz	Avalon	34,8 b
Santa Cruz	HTV 0601	48,9 a
Italiano	Netuno	48,7 a
Italiano	Granadero	44,0 a
Santa Cruz	Debora Victory	37,9 b
Italiano	Pizzadoro	32,3 b
Italiano	Bari	44,7 a
Santa Cruz	Santa Clara	39,5 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Melo et al. (2009) obtiveram valor de 17,2 frutos comerciais por planta para o genótipo Avalon, sob sistema orgânico de produção, em ambiente protegido. O número de frutos comerciais por planta variou de 13 (Colibri F1) à 30,7 (San Vito).

Utilizando o sistema de condução por fitilho e haste única, Matos, Shirahige e Melo (2012) alcançaram número médio de 29,9, 26,9, 29,6, 31,1 e 33,9 de frutos comerciais por planta, nas cultivares Alambra, Paron, Forty, Débora Pto e Ellus, respectivamente. Entretanto, esse sistema apresentou frutos maiores quando comparado com o sistema de condução com estaca de bambu e duas hastes por planta.

3.1.3 Produtividade comercial

Para a produtividade comercial (PC), as cultivares HTV 0601, Granadero, Netuno, Bari e IAC 4 obtiveram os maiores valores: 59,3, 50,2, 49,3, 48,8 e 45,8, t ha⁻¹, respectivamente (Tabela 10). Nesse grupo, apenas a ‘IAC4’ é oriunda de polinização aberta e a ‘HTV 0601’ é a única representante do grupo Santa Cruz.

Em ambiente protegido e sob manejo convencional, Shirahige (2009) obteve a maior produtividade comercial com o híbrido Italiano Sahel, com 140,5 t ha⁻¹. Os híbridos do grupo Santa Cruz, ‘Avalon’ e ‘Débora Max’, apresentaram 99,7 e 99,6 t ha⁻¹, respectivamente. ‘Netuno’ obteve PC de 100,6 t ha⁻¹ e a cultivar de polinização aberta Maravilha, atingiu 90,2 t ha⁻¹.

Matos, Shirahige e Melo (2012) obtiveram produtividade comercial média de 94,5 t ha⁻¹ em plantas conduzidas com fitilho, em haste única no cultivo convencional. A produtividade comercial foi de 100,8, 95,6, 95,7, 92,9 e 88,6 t ha⁻¹ para as cultivares Alambra, Paron, Forty, Ellus e Débora Pto, respectivamente.

Tabela 10 - Produtividade comercial de frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Grupos varietais	Cultivares	Produtividade comercial de frutos (t ha ⁻¹)
Santa Cruz	IAC 1	38,1 b
Santa Cruz	IAC 2	35,0 b
Italiano	IAC 3	33,8 b
Italiano	IAC 4	45,8 a
Santa Cruz	IAC 5	38,2 b
Italiano	IAC 6	30,7 b
Santa Cruz	Avalon	33,6 b
Santa Cruz	HTV 0601	59,3 a
Italiano	Netuno	49,3 a
Italiano	Granadero	50,2 a
Santa Cruz	Debora Victory	38,0 b
Italiano	Pizzadoro	32,4 b
Italiano	Bari	48,8 a
Santa Cruz	Santa Clara	43,3 b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Trabalho de Gualberto, Braz e Banzatto (2002), avaliou 5 híbridos de tomate em ambiente protegido e em campo aberto. A média da produtividade comercial (t ha⁻¹) no campo foi de 91,84 t ha⁻¹, sendo que variou de 63,11 a 112,97 t ha⁻¹.

Caliman et al. (2005) avaliou a produtividade comercial e total de frutos de tomate de três cultivares ('BGH-320', 'Carmen' e 'Santa Clara') em ambiente protegido e em campo aberto. A cultivar Santa Clara apresentou produtividade total e comercial de 84,04 e 60,17 t ha⁻¹, respectivamente, em ambiente protegido. No campo, a produtividade total e comercial foi de 30,04 e 24,78 t ha⁻¹, respectivamente.

Os autores também concluíram que a produtividade comercial reduziu 29%, quando comparada com a produtividade total, da cultivar Santa Clara, em ambiente protegido. No campo, a redução da produtividade total para a comercial foi de 18%. No presente trabalho, a cultivar Santa Clara apresentou redução de 23% da produtividade total para a comercial.

Fayad et al. (2001) encontraram valores de 94,8 e 88,6 t ha⁻¹, para produtividade total e comercial da cultivar Santa Clara, em cultivo no campo.

Em ambiente protegido e sob sistema orgânico, Melo et al. (2009) obtiveram produtividade comercial para o genótipo Avalon de aproximadamente 35,8 t ha⁻¹. A produtividade comercial variou de aproximadamente 23,1 t ha⁻¹ (Colibri F1) à 77,1 t ha⁻¹ (Sahel).

Trabalho de Machado, Alvarenga e Florentino (2007) obteve produtividade comercial média de 88,1 e 76,5 t ha⁻¹ para as cultivares Heinz 9780 e Kátia, respectivamente. Ao se comparar com a produtividade total, 106,5 e 97,2 t ha⁻¹, para Heinz 9780 e Kátia, verifica-se que a redução na produtividade foi de 17,3 e 21,3%, respectivamente.

3.1.4 Produtividade de frutos não-comercializáveis

Na Tabela 11 é possível observar que não foram observadas diferenças significativas. O grupo varietal Santa Cruz teve média da produtividade de frutos não-comercializáveis (PR) de 5,2 (Avalon) a 13,4 t ha⁻¹ (Santa Clara). No grupo Italiano, a variação ocorreu de 7,2 (IAC4 e Bari) a 13,5 t ha⁻¹ (Granadero).

Shirahige (2009) encontrou média da produtividade de frutos não-comercializáveis de 20,9 t ha⁻¹, em plantas que não sofreram o raleio dos frutos, contudo, em ambiente protegido.

O presente trabalho apresentou produtividade comercial e total com valores inferiores a trabalhos de comparação de cultivares em sistema convencional, em sua maioria, em ambiente protegido, sendo na média, metade da produtividade. Contudo, é necessário lembrar que o sistema utilizado foi implantado em ambiente aberto, ou seja, em condições climáticas que poderiam deixar a planta mais suscetível ao ataque de pragas e doenças, e, provavelmente, com maiores níveis de perda de frutos (produtividade de frutos não-

comercializáveis). No experimento, a principal praga foi a broca-pequena-do-fruto (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée). Entretanto, seus danos não afetaram a produção, pois verifica-se que a produtividade de frutos não-comercializáveis, também foi metade da produzida por Shirahige (2009), em plantas que não tiveram raleio de frutos, como este trabalho. Dessa forma, manteve-se a proporção de metade da produtividade, tanto comercial quanto não-comercial.

Tabela 11 - Produtividade de frutos não-comercializáveis das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Grupos varietais	Cultivares	Produtividade de frutos não-comercializáveis (t ha ⁻¹)
Santa Cruz	IAC 1	10,8 a
Santa Cruz	IAC 2	8,5 a
Italiano	IAC 3	12,8 a
Italiano	IAC 4	7,2 a
Santa Cruz	IAC 5	9,8 a
Italiano	IAC 6	9,8 a
Santa Cruz	Avalon	5,2 a
Santa Cruz	HTV 0601	9,4 a
Italiano	Netuno	8,5 a
Italiano	Granadero	13,5 a
Santa Cruz	Debora Victory	11,1 a
Italiano	Pizzadoro	10,0 a
Italiano	Bari	7,2 a
Santa Cruz	Santa Clara	13,4 a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Com relação à avaliação dos componentes de produção, é possível observar que as cultivares HTV 0601, Netuno, Granadero e Bari apresentaram os maiores valores de produtividade total, número de frutos comerciais e de produtividade comercial. Entretanto, os valores médios das características avaliadas foram metade da produção em sistema convencional.

Provavelmente, um dos fatores que influenciaram a menor produtividade foi a nutrição da planta. A área do experimento apresentava baixíssimo teor de fósforo, pouca matéria orgânica e estava em pousio há vários anos. Assim, este foi o primeiro ciclo de produção onde se realizou adubação na área. Em sistemas orgânicos de produção, as fontes de nutrientes são geralmente de menor solubilização, liberando mais lentamente o nutriente na solução do solo.

Dessa forma, as características químicas do solo e a fontes de nutrientes assumem grande importância na produção final.

3.2 Análise de variância dos componentes da caracterização dos frutos

3.2.1 Interação entre as cultivares e as colheitas

A análise permitiu avaliar as interações entre as cultivares e as colheitas, com relação ao grupo varietal ao qual pertencem, se Italiano ou Santa Cruz e, com relação ao tipo de cultivar, se híbrido ou de polinização aberta.

A análise de variância englobou as onze colheitas e os dados foram analisados por meio de parcelas subdivididas no tempo. Dessa forma, é possível verificar o comportamento das cultivares ao longo do ciclo produtivo.

Os valores dos quadrados médios (Tabela 12) indicam que houve efeito significativo da interação entre os tratamentos (cultivares) e as colheitas para as variáveis massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM) e diâmetro da cicatriz peduncular (CP).

Tabela 12 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate e as colheitas. Piracicaba, SP, 2010

Fonte de Variação	GL	QM						
		MM	CM	DM	LC	CM/DM	CP	EP
Bloco	5	1056,04 ^{ns}	78,11 ^{ns}	7,63 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,01 ^{ns}	6,70 ^{ns}	7,13 [*]
Cultivar (Cv)	13	4127,50 [*]	1570,37 ^{**}	878,58 ^{**}	1,43 ^{**}	1,92 ^{**}	28,73 ^{**}	6,54 ^{**}
Erro a	65	1553,17	74,34	55,67	0,10	0,02	2,43	2,69
Colheita (C)	10	35689,53 ^{**}	949,59 ^{**}	1005,62 ^{**}	0,54 ^{**}	0,05 ^{**}	748,76 ^{**}	164,09 ^{**}
Cv*C	130	347,16 ^{**}	22,74 ^{**}	11,96 ^{**}	0,05 ^{ns}	0,01 ^{**}	1,61 [*]	1,69 ^{ns}
Erro b	668	233,41	13,01	8,51	0,05	0,01	1,11	1,64
CV (%)		14,29	5,45	5,38	8,88	4,10	16,81	17,61
Média Geral ¹		106,88	6,62	5,42	2,50	1,23	0,63	0,73

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns}Não significativo. ¹ Média Geral em g, para a variável MM e em cm, para as variáveis CM, DM, CP e EP.

Os resultados das avaliações de caracterização dos frutos são apresentados nas tabelas 13 a 19, cujas médias foram agrupadas de acordo com sua significância estatística pelo teste de Scott-Knott.

3.2.1.1 Massa média do fruto comercial

A massa média do fruto (MM) variou significativamente conforme a cultivar utilizada e as colheitas, em ambos os grupos varietais (Tabela 13). Todas as cultivares apresentaram decréscimo do valor da massa média do fruto ao longo das colheitas (Figura 2). A cultivar IAC 5 (grupo Santa Cruz) foi a que apresentou menor variação da massa média do fruto, ao longo das colheitas. As cultivares que apresentaram maior variação de massa média, entre as colheitas, foram: 'IAC 3', 'IAC 4', 'Granadero', 'Pizzadoro' e 'Bari', todas do grupo Italiano.

As cultivares IAC 1 e IAC 2, ambas do grupo Santa Cruz, apresentaram os maiores valores de massa média do fruto em todas as colheitas, quando comparadas com as outras cultivares (Tabela 13).

Shirahige (2009), em plantas de tomateiro não raleadas, encontrou valores de 147,7 g fruto⁻¹ e 141,1 g fruto⁻¹ para Avalon e Débora Max, respectivamente, ambos híbridos do Grupo Santa Cruz. A cultivar de polinização aberta, Maravilha (Grupo Santa Cruz), teve menor massa, com 129,5 g fruto⁻¹. No tocante ao grupo Italiano, os híbridos Netuno e Sahel, obtiveram 142,0 e 166,8 g fruto⁻¹, respectivamente.

Rosa et al. (2001) caracterizaram frutos de quatro cultivares de tomate, de polinização aberta, em sistema orgânico de produção. O peso médio dos frutos foi de 164, 106, 104 e 83 g fruto⁻¹ para as cultivares Amish Paste, San Marzano, EUA 05 e Chico Grande, respectivamente.

Em trabalho de Matos, Shirahige e Melo (2012), a massa média do fruto variou entre 164,2, 151,1, 148,9, 127,1, 123,1 e g fruto⁻¹ para as cultivares Paron, Forty, Alambra, Débora Pto e Ellus, respectivamente. Machado, Alvarenga e Florentino (2007) encontraram valores médios para a massa do fruto de 111,1 e 110,3 g fruto⁻¹ para as cultivares Heinz 9780 e Kátia, respectivamente.

Ao longo das colheitas a massa média dos frutos diminui, pois no final do ciclo os frutos estão localizados prioritariamente nos racemos superiores, que normalmente apresentam menor massa.

Tabela 13 - Massa média do fruto (MM), em gramas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Colheitas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IAC 1	134,2 aA	148,0 aA	143,8 aA	138,8 aA	125,1 aA	113,8 aB	107,0 aB	91,3 aC	86,6 aC	95,5 aC	83,9 aC
IAC 2	148,0 aA	147,8 aA	154,8 aA	157,9 aA	123,5 aB	115,6 aB	106,9 aB	91,8 aC	86,7 aC	92,6 aC	82,8 aC
IAC 3	131,3 aA	118,7 bB	137,4 aA	140,4 aA	116,8 aB	103,1 aC	86,8 bC	80,5 aD	87,3 aC	79,5 aD	63,8 bD
IAC 4	136,0 aA	136,3 aA	140,4 aA	133,3 bA	116,4 aB	104,5 aC	93,8 bC	79,6 aD	68,0 aD	89,6 aC	81,0 aD
IAC 5	105,5 bA	98,4 cA	110,0 bA	109,7 bA	97,2 aA	89,1 aB	82,6 bB	80,0 aB	87,8 aB	75,8 aB	68,9 bB
IAC 6	117,7 bA	113,1 bA	124,4 bA	127,7 bA	102,0 aB	97,1 aB	95,9 bB	89,5 aB	92,8 aB	91,1 aB	67,4 bC
Avalon	121,1 bB	126,6 bA	131,1 bA	135,0 bA	116,0 aB	110,6 aB	96,5 bC	80,4 aC	78,1 aC	90,0 aC	92,5 aC
HTV 0601	118,8 bB	116,7 bB	131,5 bB	150,1 aA	116,8 aB	120,6 aB	113,2 aB	103,7 aC	105,6 aC	96,6 aC	83,9 aC
Netuno	109,1 bB	103,8 cB	120,5 bA	129,7 bA	109,0 aB	104,5 aB	96,7 bC	86,8 aC	89,1 aC	81,6 aC	71,0 bC
Granadero	108,0 bB	124,0 bA	127,5 bA	134,0 bA	111,3 aB	97,8 aC	92,4 bC	93,0 aC	90,3 aC	93,2 aC	67,6 bD
Debora Victory	129,6 aA	127,5 bA	121,7 bA	133,8 bA	116,1 aA	104,6 aB	90,8 bB	88,2 aB	94,3 aB	88,1 aB	65,2 bC
Pizzadoro	134,7 aA	142,3 aA	134,3 aA	144,3 aA	115,4 aB	105,4 aC	94,4 bC	84,2 aC	79,0 aD	89,9 aC	61,1 bD
Bari	116,0 bA	105,8 cB	122,2 bA	124,3 bA	102,5 aB	92,5 aC	76,2 bC	85,6 aC	81,8 aC	81,7 aC	61,0 bD
Santa Clara	114,4 bB	147,7aA	143,5 aA	152,3 aA	132,7 aA	115,4 aB	107,6 aB	101,8 aB	80,9 aC	99,5 aB	87,9 aC

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Figura 2 - Massa média do fruto durante as colheitas

3.2.1.2 Comprimento do fruto

Para as cultivares IAC 1, IAC 2, Avalon, Débora Victory e Santa Clara observaram-se os menores valores de comprimento do fruto, na maior parte das colheitas, característica do grupo Santa Cruz ao qual pertencem (Tabela 14). O comprimento dos frutos diminuiu ao longo das colheitas, pois acompanha a redução da massa média do fruto, que reduz nos racemos superiores. Os maiores valores de comprimento do fruto foram encontrados nas cultivares do grupo Italiano, na maior parte das colheitas. Como exemplo, ‘Netuno’, ‘Pizzadoro’, ‘Bari’ e ‘IAC 4’ variaram de 6,8 a 7,8; 5,6 a 7,6; 6,4 a 7,9 e de 6,5 a 7,9 cm, respectivamente. Segundo Alvarenga (2004), as cultivares do grupo Italiano ou Saladete apresentam comprimento de fruto entre 7 e 10 cm. Por outro lado, as cultivares do grupo Santa Cruz apresentam frutos com menor comprimento, variando de 6 a 8 cm.

Em trabalho de Shirahige (2009), os híbridos do grupo varietal Santa Cruz, Avalon e Débora Max, não raleados, ambos apresentaram comprimento médio de 6,4 cm e o híbrido Italiano Netuno 7,7 cm. A cultivar de polinização aberta utilizada neste mesmo estudo (Maravilha), apresentou 6,3 cm. O comprimento médio das 12 cultivares foi 7,1 cm, sendo que o maior comprimento do grupo Italiano foi de 9,7 cm (cultivar Giuliana).

Santos et al. (2011), ao avaliarem 36 cultivares, sendo 25 híbridos experimentais, obtiveram valores variando de 5,34 a 6,64 cm entre as cultivares. Ao analisar cultivares de tomateiro de mesa, Melo, Souza e Melo (2007) relataram valores de comprimento médio variando entre 6,0 e 7,6 cm.

Com relação à variação do comprimento ao longo das colheitas, as cultivares IAC 1, IAC 5, Avalon, HTV 0601 e Netuno apresentaram as menores variações, mantendo boa uniformidade de comprimento (Figura 3).

Tabela 14 - Comprimento do fruto (CM) das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Colheitas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IAC 1	6,49 dA	6,73 cA	6,65 cA	6,45 cA	6,22 cB	6,29 bB	6,17 cB	5,9 cB	5,89 cB	6,11 bB	5,82 cB
IAC 2	6,80 cA	6,70 cA	6,75 cA	6,74 cA	6,12 cB	6,23 bB	6,11 cB	6,0 cB	5,87 cB	5,94 bB	5,51 cC
IAC 3	7,52 bA	7,21 bB	7,64 aA	7,72 aA	7,28 aB	6,85 aC	6,40 cD	6,4 bD	6,69 bC	6,44 bD	6,00 bD
IAC 4	7,74 aA	7,99 aA	7,58 aA	7,59 aA	7,19 aB	7,07 aB	6,94 aB	6,8 aC	6,55 bC	7,18 aB	6,74 aC
IAC 5	7,17 bA	6,95 cA	6,88 cA	6,76 cA	6,69 bA	6,52 bB	6,49 bB	6,3 bB	6,68 bA	6,35 bB	6,10 bB
IAC 6	7,25 bB	7,21 bB	7,49 aA	7,57 aA	7,03 bB	7,05 aB	7,10 aB	6,9 aB	7,25 aB	7,07 aB	6,14 bC
Avalon	6,19 dA	6,34 dA	6,14 dA	6,08 dA	5,87 cB	5,97 cA	5,87 cB	5,5 cB	5,44 cB	5,71 bB	5,71 cB
HTV 0601	6,12 dB	6,20 dB	6,45 cA	6,58 cA	6,08 cB	6,29 bA	6,15 cB	5,9 cB	6,08 cB	6,28 bA	5,76 cB
Netuno	7,46 bA	7,28 bB	7,82 aA	7,75 aA	7,49 aA	7,55 aA	7,34 aB	7,0 aB	7,33 aB	7,16 aB	6,84 aB
Granadero	6,79 cB	7,32 bA	7,07 bA	7,12 bA	6,75 bB	6,59 bB	6,55 bB	6,5 bB	6,58 bB	6,78 aB	6,10 bC
Debora Victory	6,35 dA	6,27 dA	6,07 dA	6,18 dA	5,86 cB	5,81 cB	5,67 cB	5,5 cB	5,88 cB	5,95 bA	5,28 cC
Pizzadoro	7,58 bA	7,68 aA	7,26 bA	7,33 bA	6,82 bB	6,85 aB	6,62 b B	6,6 bB	6,40 bB	6,58 aB	5,70 cC
Bari	7,96 aA	7,64 aB	7,91 aA	7,89 aA	7,44 aB	7,18 aC	6,79 b C	6,9 aC	6,88 bC	6,92 aC	6,46 aD
Santa Clara	6,14 aB	6,65 cA	6,62 cA	6,46 cA	6,08 cB	6,08 cB	5,98 c B	5,9 cB	5,60 cC	6,01 bB	5,61 cC

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Figura 3 - Comprimento médio do fruto durante as colheitas.

3.2.1.3 Diâmetro médio do fruto

Assim como para o comprimento médio e massa média do fruto, também houve decréscimo do valor do diâmetro médio do fruto ao longo das colheitas (Figura 4). As cultivares Granadero, Débora Victory e Pizzadoro, todos do grupo Italiano, apresentaram as maiores variações ao longo das colheitas (Tabela 15). As cultivares do grupo Santa Cruz (IAC 1, IAC 2, Avalon, HTV 0601 e Débora Victory), apresentam maior diâmetro que as do grupo Italiano, em quase todas as colheitas.

Shirahige (2009) também confirmou a descrição dos catálogos das empresas de sementes, onde o diâmetro dos frutos do grupo Santa Cruz é maior que o grupo Italiano. Os híbridos do grupo Santa Cruz, Avalon e Débora Max, apresentaram 6,4 e 6,1 cm de diâmetro do fruto. A cultivar de polinização aberta (grupo Santa Cruz), Maravilha, apresentou 6,0 cm de diâmetro do fruto. A média das 12 cultivares foi 5,6 cm. No grupo italiano, os híbridos Sahel e Giuliana atingiram os maiores valores de diâmetro do fruto do grupo, 6,3 e 5,8, respectivamente.

Em trabalho de Santos et al. (2011) os valores de diâmetro do fruto variam de 6,00 a 7,49 cm entre as 36 cultivares.

As cultivares IAC 1, IAC 3, IAC 4, IAC 5, IAC 6, Avalon e Bari mantiveram uniformidade nos valores do diâmetro do fruto, devido à menor variação nos valores, ao longo das colheitas.

Tabela 15 - Diâmetro do fruto (DM), em cm, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Colheitas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IAC 1	6,03 aA	6,23 aA	6,23 aA	6,17 aA	5,91 aA	5,9 aA	5,72 aA	5,33 aB	5,21 aB	5,46 aB	5,21 aB
IAC 2	6,24 aA	6,30 aA	6,38 aA	6,57 aA	6,08 aA	5,8 aB	5,71 aB	5,46 aC	5,16 aC	5,46 aC	5,31 aC
IAC 3	5,71 aA	5,55 bA	5,83 bA	5,88 bA	5,61 aA	5,3 bA	4,93 bB	4,82 bB	4,97 bB	4,89 bB	4,64 bB
IAC 4	5,43 bA	5,73 aA	5,75 bA	5,63 bA	5,25 bB	5,2 bB	5,09 bB	4,78 bC	4,64 bC	5,08 bB	5,12 aB
IAC 5	5,18 bA	5,03 cA	5,38 cA	5,36 bA	5,08 bA	4,9 cB	4,84 bB	4,76 bB	4,93 bB	4,65 bB	4,62 bB
IAC 6	5,59 bA	5,49 bA	5,54 cA	5,59 bA	5,15 bB	5,0 cB	5,08 bB	4,96 bB	5,01 bB	5,08 bB	4,68 bB
Avalon	5,96 aA	6,02 aA	6,07 aA	6,30 aA	5,95 aA	5,9 aA	5,67 aB	5,28 aB	5,18 aB	5,49 aB	5,56 aB
HTV 0601	5,81 aB	5,82 aB	6,10 aA	6,42 aA	5,91 aB	5,9 aB	5,75 aB	5,56 aC	5,59 aC	5,38 aC	5,28 aC
Netuno	4,99 bB	4,92 cB	5,27 cA	5,46 bA	5,03 bB	4,9 cB	4,77 bC	4,65 bC	4,72 bC	4,52 bC	4,33 bC
Granadero	5,33 bB	5,60 bB	5,79 bA	5,92 bA	5,47 bB	5,2 bC	5,03 bC	5,02 bC	5,06 bC	4,94 bC	4,60 bD
Debora Victory	6,10 aA	6,04 aA	5,96 aA	6,23 aA	5,78 aB	5,7 aB	5,41 aC	5,35 aC	5,43 aC	5,27 aC	4,84 bD
Pizzadoro	5,71 aA	5,83 aA	5,96 aA	5,96 bA	5,49 aB	5,4 bB	5,30 bC	4,95 bC	4,95 bC	5,13 bC	4,56 bD
Bari	5,12 aA	4,92 aA	5,19 aA	5,23 bA	4,88 aA	4,7 cB	4,40 bB	4,61 bB	4,67 bB	4,57 bB	4,29 bB
Santa Clara	5,80 aB	6,31 aA	6,28 aA	6,40 bA	6,17 aA	5,8 aB	5,74 bB	5,59 bB	5,21 bC	5,62 bB	5,40 bC

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Figura 4 - Diâmetro médio do fruto durante as colheitas

3.2.1.4 Relação entre o comprimento e diâmetro do fruto (CM/DM)

Na figura 5 é possível observar os valores da relação entre o comprimento e o diâmetro. A parte superior do gráfico mostra as cultivares do grupo Italiano (maior CM/DM) e na parte inferior, as cultivares do grupo Santa Cruz (menor CM/DM).

As cultivares IAC 1, IAC 2, Avalon, HTV 0601, Debora Victory e Santa Clara, do grupo Santa Cruz, apresentaram os menores valores de CM/DM, variando de 0,96 a 1,17. Apesar da cultivar IAC 5 ser classificada como pertencente ao grupo Santa Cruz, ela apresentou valores da CM/DM próximos aos das cultivares do grupo Italiano (IAC 3, IAC 4, IAC 6, Netuno, Granadero, Pizzadoro e Bari). No grupo italiano, os valores variaram de 1,20 a 1,59 (Tabela 16).

Shirahige (2009) obteve valor médio de CM/DM de 1,28. Com relação às cultivares do grupo Santa Cruz, a variação foi de 1,00 ('Avalon') a 1,11 ('THX-02 e THX-03'). No grupo Italiano, a relação variou de 1,22 ('Sahel') a 1,65 ('Giuliana'). O híbrido 'Netuno' apresentou valor de 1,58. De acordo com Alvarenga (2004), frutos do tipo Italiano possuem relação comprimento e diâmetro maior que um, demonstrando formato oblongo.

As cultivares IAC 1, IAC 2, IAC 3, IAC 5, HTV 0601, Granadero, Debora Victory, Pizzadoro, Bari e Santa Clara apresentaram valores da relação comprimento/fruto constantes durante as colheitas, indicando frutos de formato uniforme durante todo o ciclo, característica desejável para a comercialização.

Para o grupo Italiano, quanto maior a relação comprimento/diâmetro do fruto, isto é, quanto mais comprido é o fruto, maior a sua aceitabilidade. Observa-se que as cultivares Netuno e Bari fazem parte do grupo com maiores valores da relação comprimento/diâmetro (Tabela 16) em todas as colheitas.

Tabela 16 - Relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto (CM/DM), das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Colheitas										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IAC 1	1,08 cA	1,08 cA	1,07 dA	1,05 eA	1,06 cA	1,07 dA	1,08 dA	1,11 cA	1,13 cA	1,12 cA	1,12 cA
IAC 2	1,09 cA	1,07 cA	1,06 dA	1,03 eA	1,01 cA	1,07 dA	1,07 dA	1,10 cA	1,14 cA	1,09 cA	1,04 cA
IAC 3	1,32 bA	1,30 bA	1,32 bA	1,32 cA	1,31 bA	1,29 cA	1,30 cA	1,34 bA	1,35 bA	1,33 bA	1,32 bA
IAC 4	1,42 aA	1,40 bA	1,34 bB	1,36 cB	1,38 bB	1,35 bB	1,37 bB	1,44 aA	1,42 aA	1,42 bA	1,33 bB
IAC 5	1,39 bA	1,38 bA	1,28 cA	1,26 dA	1,32 bA	1,32 cA	1,34 bA	1,33 bA	1,36 bA	1,37 bA	1,32 bA
IAC 6	1,29 bC	1,32 bC	1,36 bB	1,36 cB	1,37 bB	1,39 bA	1,40 bA	1,41 bA	1,45 aA	1,40 bA	1,31 bC
Avalon	1,04 cA	1,05 cA	1,02 dA	0,96 eB	0,99 cB	1,00 dB	1,04 dA	1,06 cA	1,05 cA	1,04 cA	1,03 cA
HTV 0601	1,05 cA	1,07 cA	1,06 dA	1,03 eA	1,03 cA	1,06 dA	1,07 dA	1,08 cA	1,09 cA	1,17 cA	1,09 cA
Netuno	1,49 aB	1,48 aB	1,49 aB	1,42 bB	1,50 aB	1,53 aA	1,56 aA	1,54 aA	1,56 aA	1,59 aA	1,58 aA
Granadero	1,28 bA	1,31 bA	1,23 cA	1,20 dA	1,25 bA	1,27 cA	1,31 cA	1,32 bA	1,30 bA	1,38 bA	1,33 bA
Debora Victory	1,04 cA	1,04 cA	1,02 dA	0,99 eA	1,02 cA	1,00 dA	1,05 dA	1,05 cA	1,08 cA	1,13 cA	1,10 cA
Pizzadoro	1,33 bA	1,32 bA	1,23 cA	1,23 dA	1,24 bA	1,27 cA	1,26 cA	1,34 bA	1,30 bA	1,28 bA	1,25 bA
Bari	1,56 aA	1,55 aA	1,53 aA	1,51 aA	1,54 aA	1,52 aA	1,55 aA	1,51 aA	1,48 aA	1,52 aA	1,52 aA
Santa Clara	1,06 cA	1,06 cA	1,07 dA	1,01 eA	1,00 cA	1,04 dA	1,04 dA	1,07 cA	1,07 cA	1,07 cA	1,04 cA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Figura 5 - Relação do comprimento pelo diâmetro do fruto, durante as colheitas

3.2.1.5 Diâmetro da cicatriz peduncular do fruto

O diâmetro da cicatriz peduncular influencia a taxa de respiração do fruto (LEAL; MIZUBUTI, 1975). Segundo os autores, frutos com menor tamanho de cicatriz peduncular apresentam menor redução de massa, pois ocorre menor taxa de respiração e menor perda de água dos frutos, deixando-os mais consistentes e auxiliando na conservação pós-colheita.

O tamanho médio da cicatriz peduncular diminuiu ao longo das colheitas, para todas as cultivares (Tabela 17). Acredita-se que isso ocorreu devido à diminuição da massa média do fruto. A partir da 9ª colheita as cultivares não variaram significativamente no diâmetro da cicatriz peduncular. Entretanto, nas primeiras três colheitas, houve maior diferenciação entre as cultivares, sendo que o genótipo Debora Victory foi o único que se encaixou no grupo das cultivares com maior diâmetro da cicatriz peduncular nessas três colheitas.

Tabela 17 - Diâmetro médio da cicatriz peduncular do fruto, em cm, ao longo das colheitas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Colheitas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
IAC 1	1,06 bA	1,05 aA	1,10 aA	0,86 bB	0,95 bB	0,57 aC	0,41 aD	0,38 aD	0,33 aD	0,35 aD	0,32 aD	
IAC 2	1,09 bA	0,98 aA	1,05 aA	0,89 bB	0,87 cB	0,56 aC	0,44 aD	0,42 aD	0,36 aD	0,35 aD	0,35 aD	
IAC 3	0,91 cA	0,85 bA	0,96 bA	0,84 bA	0,88 cA	0,52 aB	0,35 aC	0,31 bC	0,31 aC	0,27 aC	0,23 aC	
IAC 4	1,05 bA	1,02 aA	1,04 aA	0,80 bB	0,82 cB	0,56 aC	0,37 aD	0,31 aD	0,22 aD	0,27 aD	0,26 aD	
IAC 5	0,79 dA	0,75 bA	0,80 cA	0,81 bA	0,76 cA	0,48 aB	0,32 aC	0,30 bC	0,32 aC	0,26 aC	0,24 aC	
IAC 6	1,05 bA	0,89 bB	0,88 cB	0,85 bB	1,08 aA	0,52 aC	0,37 aD	0,32 bD	0,32 aD	0,28 aD	0,25 aD	
Avalon	1,11 bA	1,03 aA	1,01 aA	0,96 aB	0,91 cB	0,61 aC	0,41 aD	0,41 aD	0,32 aD	0,35 aD	0,35 aD	
HTV 0601	1,10 bA	1,02 aB	1,13 aA	0,93 aB	0,95 bB	0,64 aC	0,46 aD	0,44 aD	0,41 aD	0,35 aE	0,30 aE	
Netuno	0,77 dA	0,76 bA	0,85 cA	0,84 bA	0,79 cA	0,54 aB	0,35 aC	0,33 bC	0,32 aC	0,28 aC	0,26 aC	
Granadero	0,95 cA	0,95 aA	0,94 bA	0,91 aA	0,86 cA	0,54 aB	0,35 aC	0,33 bC	0,31 aC	0,30 aC	0,24 aC	
Debora Victory	1,40 aA	1,07 aB	1,09 aB	0,99 aB	1,06 aB	0,62 aC	0,43 aD	0,47 aD	0,40 aD	0,35 aD	0,31 aD	
Pizzadoro	1,02 bA	0,99 aA	0,97 bA	0,95 aA	0,81 cB	0,55 aB	0,34 aD	0,33 bD	0,30 aD	0,30 aD	0,25 aD	
Bari	0,86 cA	0,83 bA	0,80 cA	0,81 bA	0,74 cA	0,45 aB	0,28 aC	0,26 bC	0,23 aC	0,24 aC	0,18 aC	
Santa Clara	1,04 bA	1,08 aA	0,95 bB	0,93 aB	0,89 cB	0,60 aC	0,45 aD	0,44 bD	0,41 aD	0,35 aD	0,37 aD	

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Figura 6 - Diâmetro da cicatriz peduncular do fruto, durante as colheitas

3.2.1.6 Número de lóculos por fruto e espessura da parede do fruto

As variáveis número de lóculos por fruto e espessura da parede do fruto, não apresentaram efeito significativo na interação entre as cultivares e as colheitas.

Com relação ao número médio de lóculos por fruto, as cultivares que apresentaram maior valor foram a IAC 5 e a Bari, com 2,72 e 2,69 lóculos por fruto, respectivamente. A IAC 6 foi o genótipo que apresentou o menor número médio de lóculos por fruto, 2,18 (Tabela 18).

Shirahige (2009), ao avaliar 12 cultivares dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano, encontrou valor médio de 2,5 lóculos por fruto. A cultivar Sahel foi a que apresentou a maior média de 3,2 lóculos por fruto e a cultivar experimental THX-05 teve o menor valor, 2,1 lóculos por fruto.

Trabalho de Melo, Souza e Melo (2007) obteve valores semelhantes, com médias que variaram de 2,1 a 3,9 lóculos por fruto. Tamiso (2005) avaliou cultivares tipo Santa Cruz e Italiano em sistema orgânico, verificando valores de dois a quatro lóculos por fruto.

A espessura da parede do fruto afeta diretamente a qualidade do fruto, visto que paredes mais grossas proporcionam frutos com maior firmeza e menor possibilidade de murchamento, aumentando a conservação pós-colheita.

Shirahige (2009) encontrou valor médio de 0,87 cm para a espessura da parede do fruto, sendo que o menor valor foi obtido na cultivar ‘THX-06’, de 0,73 cm e o maior na cultivar ‘Giuliana’, 1,01 cm. Esses valores são confirmados por Melo, Souza e Melo (2007) que obtiveram valores de 0,90 a 1,10 cm. Os híbridos com os maiores valores de espessura do fruto, ‘Sahel’ (0,92 cm) e ‘Giuliana’ (1,01 cm), também obtiveram maior massa média do fruto, 169,8 e 169,3 g por fruto, respectivamente.

No presente trabalho, o genótipo com maior valor de espessura da parede do fruto foi o Pizzadoro. As demais cultivares, tiveram valores variando de 0,69, para Netuno e Bari à 0,76 (HTV 0601).

Tanto o número de lóculos por fruto quanto a espessura da parede do fruto variaram durante as colheitas, com decréscimo no valor (Tabela 19).

A espessura da parede do fruto, assim como a massa média, diminuiu ao longo das colheitas. As quatro primeiras colheitas se relacionam com os racemos do terço inferior da planta, ou seja, frutos com maior massa. Da quinta à sétima colheita, os frutos são do terço médio da planta, enquanto as últimas colheitas correspondem aos frutos do terço superior da planta, de menor massa.

Tabela 18 - Número de lóculos por fruto e espessura da parede do fruto, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Cultivares	Número de lóculos por fruto	Espessura da parede do fruto (mm)
IAC 1	2,39 d	0,73 b
IAC 2	2,49 c	0,70 c
IAC 3	2,30 e	0,74 b
IAC 4	2,62 b	0,74 b
IAC 5	2,72 a	0,72 c
IAC 6	2,18 f	0,75 b
Avalon	2,55 b	0,70 c
HTV 0601	2,62 b	0,76 b
Netuno	2,60 b	0,69 c
Granadero	2,40 d	0,75 b
Debora Victory	2,41 d	0,74 b
Pizzadoro	2,45 c	0,80 a
Bari	2,69 a	0,69 c
Santa Clara	2,56 b	0,70 c
CV (%)	8,8	17,6

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Tabela 19 - Variação do número de lóculos por fruto e da espessura da parede do fruto, ao longo das colheitas, das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano. Piracicaba, SP, 2010

Colheitas	Número de lóculos por fruto	Espessura da parede do fruto
1	2,46 b	0,87 a
2	2,55 a	0,87 a
3	2,54 a	0,88 a
4	2,59 a	0,89 a
5	2,54 a	0,81 a
6	2,59 a	0,77 b
7	2,56 a	0,62 c
8	2,49 a	0,58 d
9	2,41 c	0,59 c
10	2,38 c	0,55 d
11	2,37 c	0,58 d
CV (%)	8,8	17,6

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

3.2.2 Interação entre grupos varietais e as colheitas

Na Tabela 20, os valores dos quadrados médios indicam que não houve efeito significativo da interação entre os grupos varietais (Italiano e Santa Cruz) e as colheitas. Além disso, percebe-se que o grupo varietal influenciou significativamente a massa média do fruto (MM), o comprimento do fruto (CM), o diâmetro do fruto (DM), o número de lóculos do fruto (LC), a relação entre comprimento/diâmetro (CM/DM) e o diâmetro da cicatriz peduncular (CP). As colheitas influenciaram todas as variáveis. Os coeficientes de variação variaram de 7,42 a 19,76%.

Tabela 20 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate dos grupos varietais Santa Cruz e Italiano e as colheitas. Piracicaba, SP, 2010

FV	GL	QM						
		MM	CM	DM	LC	CM/DM	CP	EP
Bloco	5	595,6 ^{ns}	75,9 ^{ns}	5,7 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4,42 ^{ns}	10,8 ^{ns}
Grupo (G)	1	7536,3 [*]	18313,4 ^{**}	5417,1 ^{**}	1,3 [*]	17,4 ^{**}	113,0 ^{**}	3,7 ^{ns}
Erro a	5	794,5	78,5	28,4	0,1	0,02	4,99	2,6
Colheitas (C)	10	35983,3 ^{**}	957,6 ^{**}	1024,6 ^{**}	0,5 ^{**}	0,05 ^{**}	761,81 ^{**}	167,1 ^{**}
G*C	10	184,5 ^{ns}	42,1 ^{ns}	11,1 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,77 ^{ns}
Erro b	860	405,2	24,1	19,3	0,07	0,01	1,54	1,79
CV (%)		18,83	7,42	8,11	10,85	9,54	19,76	18,38
Média Geral ¹		106,89	6,62	5,42	2,5	1,23	0,63	0,73

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns} Não significativo. ¹ Média Geral em g, para a variável MM e em cm, para as variáveis CM, DM, CP e EP.

Os frutos do grupo Santa Cruz apresentaram massa média maior que os frutos do grupo Italiano (Tabela 21). Ao se comparar os frutos do grupo varietal Italiano com o Santa Cruz, verifica-se que o CM e a relação CM/DM foi maior no primeiro. Já a MM, DM, LC e CP, foram maiores no grupo Santa Cruz. Os resultados corroboram com a descrição encontrada nos catálogos das empresas de sementes de que o padrão de diâmetro dos frutos das cultivares do tipo Santa Cruz é mais largo que o dos híbridos do grupo Italiano.

A interação entre os grupos varietais e as colheitas não apresentou efeito significativo para as variáveis analisadas. Os valores médios dessas características por colheita podem ser verificados na Tabela 22.

Tabela 21 - Valores médios da massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por fruto (LC), relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM) e diâmetro da cicatriz peduncular (CP) do fruto em função dos grupos varietais. Piracicaba, SP, 2010

Grupo	MM	CM	DM	LC	CM/DM	CP
	g	cm	cm	nº fruto ⁻¹		cm
Italiano	104,08 b	7,08 a	5,17 b	2,45 b	1,37 a	5,96 b
Santa Cruz	109,91 a	6,17 b	5,67 a	2,53 a	1,10 b	6,68 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de significância.

Tabela 22 - Valores médios da massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por fruto (LC), relação entre comprimento e diâmetro (CM/DM), diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP) dos frutos em função das colheitas. Piracicaba, SP, 2010

Colheitas	MM	CM	DM	LC	CM/DM	CP	EP
	g	cm	cm	nº fruto ⁻¹		cm	cm
1	123,17 b	6,96 a	5,65 b	2,46 b	1,25 a	1,02 a	0,88 a
2	126,57 b	7,02 a	5,72 b	2,54 a	1,24 a	0,96 b	0,88 a
3	132,22 a	7,03 a	5,84 a	2,53 a	1,21 b	0,97 b	0,88 a
4	137,20 a	7,02 a	5,95 a	2,59 a	1,19 b	0,89 c	0,89 a
5	114,96 c	6,65 b	5,57 c	2,54 a	1,21 b	0,89 c	0,80 b
6	105,97 d	6,60 b	5,46 c	2,58 a	1,22 b	0,56 d	0,77 b
7	96,36 e	6,45 c	5,26 d	2,56 a	1,24 a	0,39 e	0,62 c
8	89,08 f	6,36 c	5,09 e	2,49 a	1,26 a	0,36 e	0,58 d
9	87,26 f	6,38 c	5,07 e	2,41 b	1,27 a	0,33 f	0,60 c
10	89,57 f	6,47 c	5,12 e	2,38 b	1,27 a	0,31 f	0,55 d
11	74,61 g	5,99 d	4,89 f	2,37 b	1,24 a	0,28 f	0,58 d

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

3.2.3 Interação entre os tipos de cultivares e as colheitas

Ao se avaliar a interação entre os tipos de cultivares estudados (polinização aberta e híbridos) e as colheitas, observou-se que houve efeito significativo da interação para a massa média do fruto. Para tipos de cultivares houve efeito significativo para a massa média do fruto e a relação entre o comprimento e o diâmetro do fruto, provavelmente porque das três cultivares de polinização aberta, duas pertenciam ao grupo varietal Santa Cruz, caracterizado por frutos de maior peso e diâmetro. Os coeficientes de variação variaram de 8,77 a 20,30% (Tabela 23).

Tabela 23 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para massa média (MM); comprimento médio (CM); diâmetro médio (DM); número de lóculos por fruto (LC); relação entre o comprimento e o diâmetro (CM/DM); diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP), dos frutos das cultivares de tomate na interação tipos de cultivares e colheitas. Piracicaba, SP, 2010

Fonte de Variação	GL	QM						
		MM	CM	DM	LC	CM/DM	CP	EP
Bloco	5	1230,48 ^{ns}	85,55 ^{ns}	22,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,15 ^{ns}	10,85 ^{ns}
Tipos de cultivares (TC)	1	25911,39*	186,47 ^{ns}	2215,41**	0,83 ^{ns}	1,77**	38,91 ^{ns}	9,77 ^{ns}
Erro a	5	3039,45	119,66	71,04	0,03	0,01	3,31	5,81
Colheita (C)	10	27448,11**	664,08**	724,21**	0,40**	0,04 ^{ns}	506,2**	123,69**
TC*C	10	924,16**	25,52 ^{ns}	30,22 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,50 ^{ns}	2,15 ^{ns}
Erro b	860	360,95	45,28	22,59	0,07	0,03	1,62	1,76
CV (%)		17,77	10,17	8,77	10,86	14,55	20,30	18,23
Média Geral ¹		106,88	6,62	5,42	2,50	1,23	0,63	0,73

** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns} Não significativo. ¹ Média Geral em g, para a variável MM e em cm, para as variáveis CM, DM, CP e EP.

As cultivares híbridas apresentaram maior valor de CM/DM e menor valor de DM quando comparadas com as cultivares de polinização aberta (Tabela 24), provavelmente porque das três cultivares de polinização aberta utilizadas, duas pertencem ao grupo Santa Cruz.

Tabela 24 - Valores médios de massa média (MM), comprimento médio (CM), diâmetro médio (DM), número de lóculos por frutos (LC), relação entre o comprimento e diâmetro (CM/DM), diâmetro da cicatriz peduncular (CP) e espessura da parede (EP) do fruto em função do tipo de cultivar. Piracicaba, SP, 2010

Tipo de cultivar	CM	DM	LC	CM/DM	CP	EP
	cm	cm	n° fruto ⁻¹		cm	cm
Híbrido	6,64 a	5,34 b	2,48 a	1,26 a	6,22 a	7,35 a
Polinização Aberta	6,52 a	5,74 a	2,56 a	1,15 b	6,74 a	7,09 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de significância.

Houve efeito significativo na interação entre o tipo de cultivar e as colheitas (Tabela 23), para a massa média do fruto. As cultivares de polinização aberta apresentaram maiores valores de massa média nas sete primeiras e na última colheita, quando comparadas aos híbridos (Tabela 25).

Tabela 25 - Valores médios de massa média (MM), comprimento médio (CM) e diâmetro médio (DM) em função do tipo de cultivar e colheitas. Piracicaba, SP, 2010

Colheitas	MM (g)	
	H	PA
1	120,40 bB	132,77 bA
2	121,05 bB	147,56 aA
3	127,63 aB	149,76 aA
4	133,42 aB	151,88 aA
5	111,66 cB	127,84 bA
6	103,56 dB	115,43 cA
7	93,86 eB	106,17 cA
8	87,56 eA	94,92 dA
9	88,41 eA	82,70 dA
10	87,56 eA	97,33 dA
11	71,50 fB	87,25 dA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância e médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste F a 5% de significância.

Nos híbridos, os maiores valores de massa média do fruto ocorreram na terceira e quarta colheita. Nas cultivares de polinização aberta, os maiores valores ocorreram na segunda, terceira e quarta colheita.

3.3 Parâmetros de qualidade do fruto

3.3.1 pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e cor instrumental (luminosidade, ângulo de cor Hue e cromaticidade)

O resumo da análise da variância para as características físico-químicas se encontra na Tabela 26. Os valores dos quadrados médios indicam que houve efeito significativo das cultivares nas variáveis pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT) e cromaticidade.

Os valores médios de pH encontrados por Rosa et al. (2001) foram 4,5, 4,5, 4,6 e 4,6 para as cultivares San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05, respectivamente. O maior valor médio do teor de sólidos solúveis observado foi de 5,2 °Brix nas cultivares Chico Grande e San Marzano.

Tabela 26 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para as características físico-químicas de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ratio (SS/AT), luminosidade (L*), ângulo de cor Hue (graus) e cromaticidade (croma) nas cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010

Fonte de Variação	GL	QM						
		pH	SS	AT	SS/AT	L*	Hue	Croma
Cultivares	13	0,018**	0,677**	0,0034**	33,668**	65,595 ^{ns}	283,042 ^{ns}	93,658*
Erro	28 (70) ¹	0,001	0,001	0,0001	0,544	86,138	221,107	26,751
CV (%)		0,77	0,74	4,17	3,45	18,75	44,50	18,18
Média Geral ²		4,26	5,08	0,24	21,40	49,50	33,41	28,45

¹ Para variáveis L*, Hue, Croma. ** e * significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns} Não significativo. ² Média Geral em °Brix, para a variável SS e em %, para a variável AT.

No trabalho de Shirahige et al. (2010), a caracterização físico-química dos frutos de ‘Avalon’, ‘Débora Max’ e ‘Netuno’, apresentou valores de pH equivalentes a 4,1; 4,1 e 4,2, respectivamente. No presente trabalho, ‘Avalon’ e ‘Netuno’ apresentaram pH 4,2. As cultivares IAC 3, IAC 6 e IAC 4 apresentaram os maiores valores de pH, 4,41, 4,38 e 4,36, respectivamente, seguidas pela cultivar IAC 2 e IAC 1, com pH de 4,30 e 4,29, respectivamente (Tabela 27).

Monteiro et al. (2008) encontraram valores de pH de 4,3 e 4,6 para frutos sem sementes e sem epiderme e frutos com sementes e com epiderme, respectivamente.

Tabela 27 - Valores médios de pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT e cor L*, °Hue e Croma para cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010

Grupo varietal	Cultivar	pH	SS (°Brix)	AT (%)	SS/AT	L*	Hue (graus)	Croma
SC	IAC 1	4,29 b	6,00 a	0,27 b	22,30 c	49,90 a	38,71 a	34,40 a
SC	IAC 2	4,30 b	5,00 c	0,22 c	22,75 c	51,38 a	21,51 a	24,36 b
ITA	IAC 3	4,41 a	4,97 c	0,19 e	26,21 b	48,90 a	31,84 a	28,93 b
ITA	IAC 4	4,36 a	5,03 c	0,21 d	23,26 c	56,90 a	23,62 a	34,70 a
SC	IAC 5	4,17 d	5,00 c	0,30 a	16,78 e	51,59 a	39,05 a	28,51 b
ITA	IAC 6	4,38 a	6,00 a	0,21 d	27,84 a	46,50 a	36,87 a	28,27 b
SC	Avalon	4,21 c	5,17 b	0,30 a	17,02 e	42,72 a	38,99 a	32,11 a
SC	HTV 0601	4,23 c	4,00 d	0,23 c	17,21 e	49,32 a	38,37 a	29,67 a
ITA	Netuno	4,20 d	5,00 c	0,26 b	19,47 d	48,20 a	24,83 a	21,22 b
ITA	Granadero	4,23 c	5,00 c	0,23 c	21,52 c	48,50 a	39,01 a	25,72 b
SC	Debora Victory	4,18 d	5,00 c	0,22 c	22,65 c	46,56 a	40,63 a	32,19 a
ITA	Pizzadoro	4,17 d	5,00 c	0,28 b	18,21 e	50,06 a	24,29 a	24,09 b
ITA	Bari	4,23 c	5,00 c	0,23 c	21,86 c	53,02 a	34,74 a	27,12 b
SC	Santa Clara	4,25 c	5,00 c	0,22 c	22,58 c	49,47 a	35,33 a	26,99 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo Teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de significância.

O pH diminui ao longo da maturação do fruto e aumenta levemente com o estágio passado. Entretanto, também há variação de acordo com as condições de armazenagem: temperatura, umidade relativa do ar e atmosfera controlada (MONTEIRO et al., 2008).

Ferreira (2004) avaliou a cultivar Santa Clara, conduzida sob manejo orgânico, baseado em três amostras, sendo uma coletada em dezembro e duas em janeiro, os valores médios encontrados foram: 4,7 °Brix para teor de SS; 0,3% de AT; 18,28 para a relação SS/AT e um valor de pH médio de 4,5.

No presente trabalho as cultivares avaliadas apresentaram, em geral, altos teores de sólidos solúveis (SS), sendo que 'IAC 1' e 'IAC 6' apresentaram maior valor, com 6 °Brix, seguidos pelo genótipo Avalon, com 5,17 °Brix. Apesar do teor de SS do fruto ser intrínseco a cada genótipo, é uma característica altamente influenciada pela adubação, temperatura, irrigação e fatores climáticos (SILVA; GIORDANO, 2000). Borguini e Silva (2005) encontraram valores de 4,2 a 4,7 °Brix para a cv. Débora em cultivo convencional e 4,9 °Brix, em sistema orgânico. Shirahige et al. (2010) encontrou teor de SS de 5 °Brix para Avalon e Debora Max e 4,4 °Brix para Netuno.

Com relação à acidez titulável, os valores variaram de 0,19 a 0,30%. As cultivares IAC 5 e Avalon, ambas do grupo Santa Cruz, obtiveram o maior valor, de 0,3%, seguidas pela Pizzadoro, IAC 1 e Netuno, com 0,28, 0,27 e 0,26 %, respectivamente. Rosa et al. (2001) obtiveram os valores médios de AT variando de 0,22% ('IAC 2' e 'Débora Victory') a 0,30% ('IAC 5' e 'Avalon') para cultivares do grupo varietal Santa Cruz e de 0,19% ('IAC 3') a 0,28% ('Pizzadoro') para as cultivares do grupo Italiano. Shirahige et al. (2010) obtiveram valores médios de AT que variaram de 0,41% ('THX-02') a 0,34% ('THX-01'), ambas cultivares do grupo Santa Cruz, e valores médios que variaram de 0,36% ('THX-04') a 0,28% ('Netuno') para as cultivares do grupo Italiano.

A importância desses parâmetros reside no fato de que a combinação entre a acidez titulável (AT) e SS promove o sabor característico do tomate. A relação SS/AT (ratio) foi maior para a cultivar IAC 6, do grupo Italiano, com valor de 27,84, seguido pela cultivar IAC 3, com valor de 26,21.

Trabalho de Rosa et al. (2011) encontrou valores médios da relação SS/AT de 12,7, 19,2, 15,5 e 15,7 em San Marzano, Chico Grande, Amish Paste e EUA 05, respectivamente. Enquanto Shirahige (2009) encontrou valores de SS/AT entre 10,3 a 15,8.

Borguini e Silva (2005) observaram que as cultivares Carmen e Débora, quando produzidas sob manejo orgânico, apresentaram valores de cromaticidade, isto é, saturação da cor das amostras, superiores quando comparadas com os produzidos convencionalmente.

A acidez influencia o armazenamento de tomates processados pela inibição do crescimento de organismos termofílicos. Assim, um pH acima de 4,5 é indesejável para a indústria, uma vez que exigiria um aumento de temperatura e de tempo de processamento para evitar a deterioração (CAUSSE; DAMIDAUX; ROUSSELLE, 2007).

Monteiro et al. (2008) avaliaram frutos de tomate italiano e obtiveram acidez titulável de 0,35 e 0,39% para frutos sem sementes e sem epiderme e frutos com sementes e com epiderme, respectivamente. O teor de sólidos solúveis médio foi de 4 °Brix.

De acordo com Kader et al. (1978), os frutos de alta qualidade apresentam mais de 3 °Brix de SS, 0,32% de AT e relação SS/AT maior que 10. No presente trabalho, todas as cultivares apresentaram valores de SS superiores a 3 °Brix e valores da relação SS/AT bem acima de 10 (Tabela 27). Contudo, os valores de AT foram inferiores a 0,32%.

Segundo Mc Guire (1992), o círculo da cor subentende 360°, com a cor vermelho-roxa (ângulo 0°), amarela, verde-azulada e azul seguindo sentido anti-horário a 90°, 180° e 270° respectivamente. Uma medida de cor mais apropriada pode ser obtida com o cálculo do ângulo de cor Hue (graus) e Cromaticidade (Croma), que é um índice análogo à saturação da cor ou sua intensidade, que quanto mais alto for o seu valor, mais viva será a cor observada.

O ângulo Hue (°Hue) indica a coloração básica das amostras e representa a tonalidade média das amostras de tomates. Neste trabalho, não houve diferença estatística com relação à tonalidade de vermelho para as cultivares.

O parâmetro cromaticidade (croma) representa a intensidade da cor, ou saturação, assim, quanto maior for o croma, mais saturada e intensa é a cor (BORGUINI; SILVA, 2005). As cultivares IAC 1, IAC 4, Avalon, HTV 0601 e Débora Victory apresentaram cor mais intensa.

A cor do tomate ao longo da maturação apresenta-se em três estágios de cromaticidade. No início, o croma é mais baixo, representando o período entre o primeiro e oitavo dia de maturação; no estágio intermediário, o croma está um pouco mais elevado, ocorrendo entre o oitavo e décimo quinto dia de maturação; e o estágio final, o croma é o mais elevado, a partir do décimo quinto dia de maturação. Raffo et al. (2002) avaliaram frutos de tomate cereja cultivar Naomi F1 cultivados em estufas na Itália e obtiveram um valor de croma de 15,6. Borguini e Silva (2005) encontraram valor de 36,6 para o croma na cultivar Débora em sistema orgânico.

3.4 Avaliação sensorial

A análise da variância para os dados dos atributos de avaliação sensorial se encontra na Tabela 28. Os valores dos quadrados médios indicam que houve efeito significativo das cultivares nos atributos avaliados.

Tabela 28 - Quadrados médios (QM) da análise de variância para os atributos sensoriais de sabor, cor da epiderme, cor interna, textura e impressão global, nas cultivares de tomate. Piracicaba, SP, 2010

Fonte de Variação	GL	QM				
		Sabor	Cor da epiderme	Cor interna	Textura	Impressão global
Cultivares	14	7,362 ^{**}	13,138 ^{**}	7,460 ^{**}	5,341 [*]	8,732 ^{**}
Erro	281 (282, 278, 282, 276) ¹	2,243	2,115	1,941	2,023	1,818
CV (%)		29,40	26,83	25,64	26,80	26,00
Média Geral		5,10	5,42	5,43	5,31	5,19

¹ Para variáveis cor da casca, cor interna, textura e impressão global, respectivamente. ^{**} e ^{*} significativo a 1 e 5%, respectivamente, pelo teste de F. ^{ns} Não significativo.

Na análise sensorial, com relação ao parâmetro sabor, as cultivares IAC 1, IAC 4, IAC 5, IAC 6, HTV 0601, Netuno, Débora Victory e Bari diferiram estatisticamente dos demais e foram os mais bem aceitos (Tabela 29). No atributo cor da epiderme, as cultivares melhor classificadas foram a IAC 1, IAC 3, IAC 4, IAC 5, IAC 6, HTV 0601, Netuno, Granadero, Débora Victory e Bari. Essas mesmas cultivares, com exceção à Granadero, tiveram as maiores notas para a cor interna.

O atributo textura apresentou as maiores notas para as cultivares IAC 1, IAC 4, IAC 5, IAC 6, HTV 0601, Netuno, Granadero, Débora Victory e Bari. De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), há uma forte correlação entre a firmeza e o conteúdo de substâncias pécicas presentes nas hortaliças e frutas. As substâncias pécicas são os principais integrantes dos tecidos, que proporcionam alterações na textura das frutas e hortaliças. Assim, conforme os frutos amadurecem ocorre degradação das substâncias pécicas, provocando o amolecimento da polpa dos alimentos.

Com relação à impressão global, as cultivares com melhor classificação foram: IAC 1, IAC 3, IAC 4, IAC 5, IAC 6, HTV 0601, Netuno, Granadero, Débora Victory e Bari.

As cultivares do grupo Italiano IAC 4, IAC 6, Netuno e Bari, bem como as cultivares do grupo Santa Cruz IAC 1, IAC 5, HTV 0601 e Débora Victory, obtiveram as melhores notas em todos os atributos sensoriais avaliados.

Borguini e Silva (2005) avaliaram frutos dos híbridos Carmem e Débora, oriundas do sistema orgânico e convencional de produção. Nos atributos aroma e cor, não houve diferença estatística entre os dados. Entretanto, com relação ao quesito sabor, as amostras de Carmem e Débora convencionais, obtiveram maior nota que as amostras orgânicas. O atributo aspecto geral para ‘Débora’ não mostrou diferença significativa, contudo, ‘Carmem’ oriundo do sistema orgânico, apresentou nota maior que a amostra do manejo convencional.

Tabela 29 - Valores médios dos atributos sensoriais das cultivares de tomate dos grupos Italiano (ITA) e Santa Cruz (SC). Piracicaba, SP, 2010

Grupo varietal	Cultivar	Sabor	Cor da casca	Cor interna	Textura	Impressão global
SC	IAC 1	5,35 a	5,85 a	6,05 a	5,50 a	5,11 a
SC	IAC 2	4,75 b	4,30 b	4,60 b	4,95 b	4,63 b
ITA	IAC 3	4,85 b	5,90 a	5,63 a	4,90 b	5,25 a
ITA	IAC 4	5,10 a	5,60 a	5,35 a	5,70 a	5,31 a
SC	IAC 5	5,65 a	6,05 a	5,95 a	5,50 a	5,75 a
ITA	IAC 6	5,25 a	5,90 a	5,60 a	5,79 a	5,65 a
SC	Avalon	4,00 b	3,40 c	3,94 b	4,40 b	3,85 c
SC	HTV 0601	6,00 a	6,05 a	5,95 a	6,00 a	6,05 a
ITA	Netuno	5,84 a	6,00 a	5,61 a	5,84 a	5,83 a
ITA	Granadero	4,70 b	5,45 a	5,00 b	5,25 a	5,10 a
SC	Debora Victory	5,15 a	6,25 a	6,05 a	5,60 a	5,63 a
ITA	Pizzadoro	3,95 b	4,55 b	4,75 b	4,40 b	4,00 c
ITA	Bari	5,65 a	5,35 a	5,60 a	5,50 a	5,45 a
SC	Santa Clara	4,65 b	5,80 a	6,05 a	4,70 b	4,84 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo Teste de Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de significância.

As cultivares HTV 0601, Netuno, Bari e Granadero apresentaram maiores produtividades tanto comercial quanto total, e maior número de frutos por planta, também obtiveram melhor classificação na análise sensorial, quanto ao sabor, com exceção do Granadero. Contudo, todos foram bem aceitos na avaliação da impressão global. Todavia, essas cultivares foram os que apresentaram os menores teores de sólidos solúveis.

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi realizado e baseado nos resultados obtidos, conclui-se que:

a) Os híbridos HTV 0601, do grupo Santa Cruz, Netuno, Bari e Granadero, do grupo Italiano, apresentaram maiores valores para a produtividade total, produtividade comercial e número de frutos comerciais por planta. Dessas, as três primeiras também obtiveram as melhores notas em todos os atributos sensoriais avaliados.

b) HTV 0601 e Granadero também exibiram valor da relação comprimento/diâmetro do fruto constante durante as colheitas, indicando frutos de formato uniforme durante todo o ciclo, característica desejável para a comercialização.

c) Todas as cultivares apresentaram frutos de qualidade, com valores da relação SS/AT maiores que 16 e teor de SS maior que 4 °Brix, sendo adequadas ao consumo in natura.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia**. Lavras: Ed. UFLA, 2004. 400 p.
- ARAÚJO, F.F.; MARCHESI, G.V.P. Uso de *Bacillus subtilis* no controle da meloidoginose e na promoção do crescimento do tomateiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1558-1561, ago. 2009.
- ASAMI, D.K.; HONG, Y.J.; BARRET, D.M.; MITCHELL, A.E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and airdried marion berry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 51, n. 5, p. 1237–1241, Feb. 2003.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 18th ed. Maryland: Ed. Gaithersburg, 2005. 3000 p.
- ATKINSON, N.J.; DEW, T.P.; ORFILA, C.; URWIN, P.E. Influence of combined biotic and abiotic stress on nutritional quality parameters in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 59, n. 17, p. 9673–9682, Sept. 2011.
- BAI, Y.; LINDHOUT, P. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? **Annals of Botany**, London, v. 100, n. 5, p. 1085–1094, Oct. 2007.
- BATISSE, C.; FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Pectin changes in ripening cherry fruit. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, n. 2, p. 389-393, Mar. 1994.
- BELLINI, M.R. **Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em plantas ornamentais**. 2008. 141 p. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J.A.H.; SILOTO, R.C. Organic and conventional tomato cropping systems. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 3, p. 253-259, May/June 2004.
- BRASIL. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 05 jan. 2012.
- BRICKELL, C.D.; BAUM, B.R.; HETTERSCHEID, W.L.A.; LESLIE, A.C.; MCNEILL, J.; TREHANE, P.; VRUGTMAN, F.; WIERSEMA, J.H. International code of nomenclature of cultivated plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 647, p. 1-123, Feb. 2004.
- BORGUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 161 p. Tese (Doutorado em Nutrição) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BORGUINI, R.G.; SILVA, M.V. Características físico-químicas e sensoriais do Tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 355-361, out./dez. 2005.

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

CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; STRINGHETA, P.C.; MOREIRA, G.R.; CARDOSO, A.A. Avaliação de genótipos de tomateiro cultivados em ambiente protegido e em campo nas condições edafoclimáticas de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-259, abr./jun. 2005.

CAUSSE, M.; DAMIDAUX, R.; ROUSSELLE, P. Traditional and enhanced breeding for quality traits in tomato. In: RAZDAN, M.K.; MATTOO, A.K. (Ed.). **Genetic improvement of solanaceous crops**. Enfield: Science Publ., 2007. v. 2: Tomato, chap. 5, p. 153-192.

CHASSY, A.W.; BUI, L.; RENAUD, E.N.C.; HORN, M.V.; MITCHELL, A.E. Three-year comparison of the content of antioxidant microconstituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 54, n. 21, p. 8244–8252, Sept. 2006.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. 293 p.

CLEMENTE, F.M.V.T.; BOITEUX, L.S. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, 2012. 344 p.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2nd ed. New York: John Wiley, 1957. 618 p.

DELLA VECCHIA, P.T.; KOCH, P.S. Tomates longa vida: o que são, como foram desenvolvidos? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 1, p. 3-4, mar. 2000.

EMERY, G.C.; MUNGER, H.M. Effects of inherited differences in growth habit on fruit size and soluble solids in tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v.95, p. 410-412, 1970.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>. Acesso em: 01 mar. 2013.

FARIA, C.A.; TORRES, J.B.; FERNANDES, A.M.V.; FARIAS, A.M.I. Parasitism of *Tuta absoluta* in tomato plants by *Trichogramma pretiosum* Riley in response to host density and plant structures. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1504-1509, set. 2008.

FAYAD, J.A.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; FINGER, L.F.; FERREIRA, F.A. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 232-237, nov. 2001.

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

FERREIRA, S.M.R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 231 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p. 675-703, June 1991.

FONSECA, M.F.A.C. **A institucionalização dos mercados de orgânicos no mundo e no Brasil: uma interpretação**. 2005. 476 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Agricultura e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

FONTES, P.C.R.; SILVA, D.J.H. **Produção de tomate de mesa**. Viçosa: Aprenda fácil, 2002. 197 p.

FRARY, A.; DOGANLAR, S. Comparative genetics of crop plant domestication and evolution. **Turkish Journal of Agricultural Forestry**, Ankara, v. 27, n. 2, p. 59–69, Apr. 2003.

FRIDMAN, E.; LIU, Y.; CARMEL-GOREN, L.; GUR, A.; SHORESH, M.; PLEBAN, T.; ESHED, Y.; ZAMIR, D. Two tightly linked QTLs modify tomato sugar content via different physiological pathways. **Molecular Genetics and Genomics**, Berlin, v. 266, n. 5, p. 821-826, 2002.

GERSON, U.; SMILEY, R.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 539 p.

GILSENAN, C. **An investigation into factors influencing the sensory properties of selected Irish grown organic and conventional vegetables**. 2010. 211 p. Thesis (PhD) – Dublin Institute of Technology, Dublin, 2010.

GIOTIS, C.; MARKELOU, E.; THEODOROPOULOU, A.; TOUFEXI, E.; HODSON, R.; SHOTTON, P.; SHIEL, R.; COOPER, J.; LEIFERT, C. Effect of soil amendments and biological control agents (BCAs) on soil-borne root diseases caused by *Pyrenochaeta lycopersici* and *Verticillium albo-atrum* in organic greenhouse tomato production systems. **European Journal of Plant Pathology**, London, v. 123, n. 4, p. 387–400, 2009.

GIOVANNONI, J.J. Genetic regulation of fruit development and ripening. **Plant Cell**, Rockville, v. 16, n. 1, p. S170-S180, 2004.

GÖRGEN, C.A.; SILVEIRA NETO, A. N.; CARNEIRO, L. C.; RAGAGNIN, V.; LOBO JUNIOR, M. Controle do mofo-branco com palhada e *Trichoderma harzianum* 1306 em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.12, p.1583-1590, dez. 2009.

GUALBERTO, R.; BRAZ, L.T.; BANZATTO, D.A. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições de ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 81-88, jan. 2002.

GYÖRE-KIS, GY.; DEÁK, K.; LUGASI, A.; CSÚR-VARGA, A.; HELYES, L. Comparison of conventional and organic tomato Yield from a three-year-term experiment. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 41, n. 4, p. 486-493, Dec. 2012.

HAJI, F.N.P.; PREZOTTI, L.; CARNEIRO, J.S.; ALENCAR, J.A. *Trichogramma pretiosum* para o controle de pragas no tomateiro industrial. In: PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.; CORRÊA-FERREIA, B.S.; BENTO, J.M.S. (Ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002. cap. 28, p. 477-494.

HALLMANN, E. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 92, n. 14, p. 2840-2848, Nov. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola 2012**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201209.pdf> Acesso em: 17 out. 2012.

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

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v. 103, n. 1, p. 6-13, 1978.

KAPOULAS, N.; ILIĆ, Z.S.; ĐUROVKA, M.; TRAJKOVIĆ, R.; MILENKOVIĆ, L. Effect of organic and conventional production practices on nutritional value and antioxidant activity of tomatoes. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 10, n. 71, p. 15938-15945, Nov. 2011.

KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. (Ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CAB International. 1997. chap. 6, p. 207-258.

KOCH, J.L.; NEVINS, D.J. Tomato fruit cell wall. I. Use of purified tomato polygalacturonase and pectinmethylesterase to identify developmental changes in pectins. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 91, n. 3, p. 816-822, Nov. 1989.

KU, H.M.; DOGANLAR, S.; CHEN, K.Y.; TANKSLEY, S.D. The genetic basis of pear-shaped tomato fruit. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 99, n. 5, p. 844-850, Sept. 1999.

LARRY, R.; JOANNE, L. Genetic resources of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) and wild relatives. In: RAZDAN, M.K.; MATTOO, A.K. (Ed.). **Genetic improvement of solanaceous crops**. Enfield: Science Publ., 2007. v. 2: Tomato, chap. 1, p. 25-75.

LEAL, N.R.; MIZUBUTI, A. Características e conservação natural pós-colheita de frutos de híbridos entre a introdução 'alcobaça' e alguns cultivares de tomate. **Experientiae**, Viçosa, v. 19, p. 239-257, 1975.

LEENTEREN, J.C. Greenhouse without pesticides: fact or fantasy? **Crop Protection**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 375-384, July 2000.

LIFSCHITZ, E.; EVIATAR, T.; ROZMAN, A.; SHALIT, A.; GOLDSCHMIDT, A.; AMSELLEM, Z.; ALVAREZ, J.P.; ESHED, Y. The tomato *FT* ortholog triggers systemic signals that regulate growth and flowering and substitute for diverse environmental stimuli. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, n. 16, p. 6398-6403, Apr. 2006.

LOBO, M.; BASSETT, M.J.; HANNAH, L.C. Inheritance and characterization of the fruit ripening mutation in 'Alcobaça' tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Madison, v. 109, n. 5, p. 741-745, 1984.

LOZANO, R.; GIMÉNEZ, E.; CARA, B.; CAPEL, J.; ANGOSTO, T. Genetic analysis of reproductive development in tomato. **International Journal of Developmental Biology**, Vizcaya, v. 53, n. 10, p. 1635-1648, 2009.

LUZ, G.L.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; AMARAL, A.D. do; MÜLLER, L.; TORRES, M.G.; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2388-2394, nov. 2008.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 2, p. 149-153, abr./jun. 2007.

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 240-245, abr./jun. 2012.

MEDEIROS, M.A.; VILLAS BÔAS, G.L.; CARRIJO, O.A.; MAKISHIMA, N.; JUNQUEIRA, N.V. **Manejo integrado da traça-do-tomateiro em ambiente protegido**. Brasília: EMBRAPA, 2005. 10 p.

MELO, A.M.T.; SOUZA, L.M.; MELO, P.C.T. Heterose para caracteres de produção e qualidade de frutos de tomate para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, 2007. Suplemento. Apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47., 2007, Porto Seguro. 1 CD-ROM.

MELO, P.C.T. Desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva do tomate para consumo in natura no Brasil e os desafios do melhoramento genético. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. Suplemento. 1 CD-ROM.

_____. A qualidade das sementes e o desempenho superior demonstrado pelas cultivares híbridas têm contribuído para a melhoria no perfil da olericultura nacional. [Entrevista]. **Revista Cultivar HF**, Pelotas, ano 8, n. 54, p. 31, fev./mar. 2009.

- MELO, P.C.T.; VILELA, N.J. Desempenho da cadeia agroindustrial brasileira do tomate na década de 90. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 154-160, jan./mar. 2004.
- MELO, P.C.T.; MELO, A.M.T.; BOITEUX, L.S. Overview and perspectives of tomato breeding for fresh market adapted to mild tropical climates of Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 821, p. 52-62, 2009.
- MELO, P.C.T.; TAMISO, L.G.; AMBROSANO, E.J.; SCHAMMASS, E.A.; INOMOTO, M.M.; SASAKI, M.E.M.; ROSSI, F. Desempenho de cultivares de tomateiro em sistema orgânico sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 553-559, out./dez. 2009.
- MENENDEZ, A.B.; GODEAS, A. Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* attacking soybean plants. Degradation of the cell walls of this pathogen by *Trichoderma harzianum* (BAFC 742). **Mycopathologia**, Dordrecht, v.142, p.153-160, 1998.
- MILLER, J.C.; TANKSLEY, S.D. RFLP analysis of phylogenetic relationships and genetic variation in the genus *Lycopersicon*. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 80, n. 4, p. 437-448, Oct. 1990.
- MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à Instrumentação**. Osaka, 1998. 59 p.
- MOLINERO-ROSALES, N.; LATORRE, A.; JAMILENA, M.; LOZANO, R. Single flower truss regulates the transition and maintenance of flowering in tomato. **Planta**, Berlin, v. 218, n. 3, p. 427-434, Jan. 2004.
- MONTEIRO, C.S.; BALBI, M.E.; MIGUEL, O.G.; PENTEADO, P.T.P.S.; HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 25-31, jan./mar. 2008.
- MUTSCHLER, M.A.; WOLFE, D.W.; COBB, E.D.; YOURSTONE, K.S. Tomato fruit quality and shelf life in hybrids heterozygous for the alc ripening mutant. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 4, p. 352-355, Apr. 1992.
- NESBITT, T.C.; TANKSLEY, S.D. Comparative sequencing in the genus *Lycopersicon*: implications for the evolution of fruit size in the domestication of cultivated tomatoes. **Genetics**, Austin, v. 162, n. 1, p. 365-379, 2002.
- OLIVEIRA, A.B.; MOURA, C.F.H.; GOMES-FILHO, E.; MARCO, C.A.; URBAN, L.; MIRANDA, M.R. The Impact of Organic Farming on Quality of Tomatoes Is Associated to Increased Oxidative Stress during Fruit Development. **PLoS ONE**, San Francisco, v. 2, n. 8, e56354. 2013.
- PASCHOAL, A.D. **Produção orgânica de alimentos: agricultura sustentável para os séculos XX e XXI**. Piracicaba: EDUSP, 1994. 191 p.
- PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. History, origin and early cultivation of tomato (*Solanaceae*). In: RAZDAN, M.K.; MATTOO, A.K. (Ed.). **Genetic improvement of solanaceous crops**. Enfield: Science Publ., 2007. v. 2: Tomato, chap. 1. p. 1-24.

PERALTA, I.E.; KNAPP, S.; SPOONER, D.M. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Report of the Tomato Genetics Cooperative**, East Lansing, v. 56, p. 6-12, Sept. 2006.

PEREIRA, J.M.; SEII, A.H.; OLIVEIRA, M.F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P.M. Mortalidade de lagartas de *Spodoptera eridania* (Cramer) pela utilização de *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 140-143, Abr/Jun. 2009.

PIEPER, J.R.; BARRET, D.M. Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 89, n. 2, p. 177-194, Jan. 2009.

PIMENTEL, D.; HEPPELY, P.; HANSON, J.; DOUDS, D.; SEIDEL, R. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. **BioScience**, Washington, v. 55, n. 7, p. 573-582, July 2005.

PNUELI, L.; CARMEL-GOREN, L.; HAREVEN, D.; GUTFINGER, T.; ALVAREZ, J.; GANAL, M.; ZAMIR, D.; LIFSCHITZ, E. The SELF PRUNING gene of tomato regulates vegetative to reproductive switching of simpodial meristems and is the ortholog of CEN and TFL1. **Development**, Cambridge, v. 125, p. 1979-1989, 1998.

POTRICH, M.; NEVES, P.M.O.J.; ALVES, L.F.A.; PIZZATTO, M.; SILVA, E. R. L. da; LUCKMANN, D.; GOUVEA, A. de; ROMAN, J.C. Virulência de fungos entomopatogênicos a ninfas de *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera:Aleyrodidae). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1783-1792, 2011.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Solubilization of cell walls by tomato polygalacturonases: effects of pectinesterases. **Journal of Food Biochemistry**, Malden, v. 1, n. 6, p. 57-74, Mar. 1982.

PRIMAVESI, A.M. Fundamentos da agroecologia. In: SEMINÁRIO DE AGRICULTURA ORGÂNICA E FAMILIAR, 1., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 2001. p. 23-30.

RAFFO, A.; LEONARDI, C.; FOGLIANO, V.; AMBROSINO, P.; SALUCCI, M.; GENNARO, L.; BUGIANESI, R.; GIUFFRIDA, F.; QUAGLIA, G. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esulentum* Cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. **Journal of Agriculture and Food. Chemistry**, Washington, v. 50, n. 22, p. 6550-6556, 2002.

RESENDE, J.M.; CHITARRA, M.I.F.; MALUF, W.R.; CHITARRA, A.B.; SAGGIN JÚNIOR, O.J. Atividade de enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase durante o amadurecimento de tomates do grupo multilocular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 206-212, abr./jun. 2004.

RONEN, G.; CARMEL, G.L.; ZAMIR, D.; HIRSCHBERG, J. An alternative pathway to betacarotene formation in plant chromoplasts discovered by map-based cloning of *Beta* and *old-gold* color mutations in tomato. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 97, n. 20, p. 11102-11107, Sept. 2000.

ROSA, C.L.S.; SOARES, A.G.; FREITAS, D.G.C.; ROCHA, M.C.; FERREIRA, J.C.S.; GODOY, R.L.O. 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. **Alimentos e Nutrição – Brazilian Journal of Food and Nutrition**, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 649-656, out./dez. 2011.

SALIBA-COLOMBANI, V.; CAUSSE, M.; LANGLOIS, D.; PHILOUZE, J.; BURET, M. Genetic analysis of organoleptic quality in fresh market tomato: 1. Mapping QTLs for physical and chemical traits. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 102, n. 2/3, p. 259-272, Feb. 2001.

SANTOS, F.F.B.; RIBEIRO, A.; SIQUEIRA, W.J.; MELO, A.M.T. Desempenho agrônomo de híbridos F1 de tomate de mesa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 304-310, jul./set. 2011.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 2, p. 507-512, Sept. 1974.

SHIRAHIGE, F.H. **Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido**. 2009. 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 292-298, jul./set. 2010.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.

SLIMESTAD, R.; VERHEUL, M. Review of flavonoids and other phenolics from fruits of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 89, n. 8, p. 1255–1270, June 2009.

SMITH, B.L. Organic foods vs. supermarket foods: element levels. **Journal of Applied Nutrition**, Los Angeles, v. 45, n. 1, p. 35-39, 1993.

SPOONER, D.M.; PERALTA, I.E.; KNAPP, S. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. **Taxon**, Wien, v. 54, n. 1, p. 43-61, 2005.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC software**: usage and reference, version 9.2. Cary, 2007.

TAMISO, L.G. **Desempenho de cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) sob sistemas orgânicos em cultivo protegido**. 2005. 86 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

THAKUR, B.R.; SINGH, R.K.; NELSON, P.E. Quality attributes of processed tomato products: a review. **Food Reviews International**, Philadelphia, v. 12, n. 3, p. 375-401, Aug. 1996.

TONG, C.B.S.; GROSS, K.C. Stimulation of ethylene production by a cell wall component from mature green tomato fruit. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 80, n. 4, p. 500-506, Dec. 1990.

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

TORRES, F.Z.V.; CARVALHO, G.A.; SOUZA, J.R. de; ROCHA, L.C.D. Seletividade de inseticidas a *Oirus insidiosus*. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 3, p. 433-439, 2007.

VALARINI, P.J.; FRIGHETTO, R.T.S.; SCHIAVINATO, R.J.; CAMPANHOLA, C.; SENA, M.M.; BALBINOT, L.; POPPI, R.J. Análise integrada de sistemas de produção de tomateiro com base em indicadores edafobiológicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 60-67, jan./mar. 2007.

VALLVERDÚ-QUERALT, A.; JÁUREGUI, O.; MEDINA-REMÓN, A.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Evaluation of a method to characterize the phenolic profile of organic and conventional tomatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 60, n. 13, p. 3373-3380, Apr. 2012.

VIAN, M.A.; TOMAO, V.; COULOM, P.O.; LACOMBE, J.M.; DANGLES, O. Comparison of the anthocyanin composition during ripening of syrah grapes grown using organic or conventional agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 54, n. 15, p. 5230-5235, June 2006.

WILLER, H.; KILCHER, L. (Ed.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2012**. Bonn: FiBL-IFOAM, 2012. 331 p.

WILLER, H.; LERNOUD, J.; KILCHER, L. (Ed.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2013**. Bonn: FiBL, IFOAM, 2013. 344 p.

WILLIAMS, R.J.; SPENCER, J.P. E.; RICE-EVANS, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? **Free Radical Biology and Medicine**, New York, v. 36, n. 7, p. 838-849, Apr. 2004.

WINTER, C.K.; DAVIS, S.F. Organic foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 9, p. R117-R124, Nov./Dec. 2006.

ZHAO, X.; CREY, E.E.; YANG, S.S.; WANG, W.; RAJASHEKAR, C.B. Does organic production enhance phytochemical content of fruit and vegetables? Current knowledge and prospects for research. **HortTechnology**, Alexandria, v. 16, n. 3, p. 449-456, July/Sept. 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Instalação e condução do experimento

1) Visão geral do experimento durante o transplântio das mudas (17/04/10); 2) Experimento 15 dias após transplântio (DAT); 3 e 4) Experimento 22 DAT; 5) Detalhe da condução das plantas com fítilho; 6) Experimento 27 DAT; 7) Detalhe do broto a ser desbrotado; 8) Detalhe do fruto 45 DAT; 9) Detalhe do fruto 94 DAT;

APÊNDICE B – Planta de cada cultivar

APÊNDICE C – Frutos de cada cultivar

24 e 25) IAC 1; 26 e 27) IAC 2; 28 e 29) IAC 3; 30 e 31) IAC 4; 32 e 33) IAC 5; 34 e 35) IAC 6; 36 e 37) Avalon; 38) HTV 0601;

39) HTV 0601; 40 e 41) Netuno; 42 e 43) Granadero; 44 e 45) Débora Max; 46 e 47) Pizzadoro; 48 e 49) Bari; 50 e 51) Santa Clara.